

**PENGARUH VISKOSITAS FLUIDA TERHADAP SIFAT *HYDROPHOBIC*
DARI BERBAGAI MACAM DAUN**

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh:

**DAHLIA GUSRITA
NIM. 01978/2008**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2014

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Viskositas Fluida terhadap Sifat *Hydrophobic*
dari Berbagai Macam Daun
Nama : Dahlia Gusrita
NIM : 01978
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 20 Januari 2014

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si.
NIP.19690120 199303 2 002

Pembimbing II

Drs. Gusnedi, M.Si.
NIP.19620810 198703 1 024

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Dahlia Gusrita
NIM : 01978
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

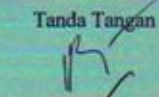
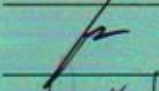
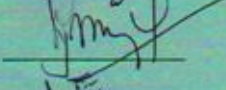
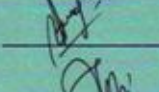
dengan judul

**PENGARUH VISKOSITAS FLUIDA TERHADAP SIFAT *HYDROPHOBIC*
DARI BERBAGAI MACAM DAUN**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 27 Januari 2014

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si	
Sekretaris	: Drs. Gusnedi, M.Si	
Anggota	: Dr. Hj. Djusmaini Djamas, M.Si	
Anggota	: Dr. Hamdi, M.Si	
Anggota	: Dra. Hidayati, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata cara penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 28 Januari 2014
Yang menyatakan,

Dahlia Gusrita
Nim. 01978

ABSTRAK

Dahlia Gusrita : Pengaruh Viskositas Fluida Terhadap Sifat *Hydrophobic* dari Berbagai Macam Daun

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya kebutuhan manusia akan material terutama material berskala nano. Kebanyakan material yang dimanfaatkan manusia merupakan material yang rentan terhadap zat cair seperti handphone, kaca dan material lainnya. Pemanfaatan material seperti ini mengakibatkan resiko untuk cepat rusak dan mudah kotor bila terkena zat cair. Oleh karena itu dibutuhkan suatu informasi tentang karakteristik material bersifat *hydrophobic* atau anti air yang ada di alam agar dapat diaplikasikan oleh manusia dalam pembuatan material. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *viskositas fluida* terhadap sifat *hydrophobic* dari berbagai macam daun yang diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi dalam pembuatan material yang bersifat *hydrophobic*.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang pengambilan datanya dilakukan di Laboratorium Fisika Material dan Biofisika FMIPA UNP pada bulan November sampai bulan Desember 2013. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *viskositas*, sampel daun, variabel terikat pada penelitian ini adalah sudut kontak. Sedangkan variabel kontrol dalam penelitian ini adalah volume fluida.

Hasil pengukuran sudut kontak pada masing-masing daun adalah sebagai berikut, nilai sudut kontak rata-rata yang dihasilkan pada sampel daun ubi kayu yang memiliki kekasaran permukaan $1077.426 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ dengan fluida aquades yang memiliki viskositas 0.0538 Ns/m^2 adalah 127.44° , dengan fluida minyak yang memiliki viskositas 0.1352 Ns/m^2 nilai sudut kontak sebesar 49.42° , dengan fluida oli yang memiliki viskositas 0.1835 Ns/m^2 nilai sudut kontak sebesar 26.15° . Nilai sudut kontak rata-rata yang dihasilkan pada sampel daun genjer yang memiliki kekasaran permukaan $2571.582 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ dengan fluida aquades yang memiliki viskositas 0.0538 Ns/m^2 adalah 131.92° dengan fluida minyak yang memiliki viskositas 0.1352 Ns/m^2 nilai sudut kontak diperoleh 45.56° , dengan fluida oli yang memiliki viskositas 0.1835 Ns/m^2 nilai sudut kontak diperoleh 17.7° . Nilai sudut kontak rata-rata yang dihasilkan pada sampel daun belimbing yang memiliki kekasaran permukaan $931.846 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ dengan fluida aquades yang memiliki viskositas 0.0538 Ns/m^2 adalah 122.35° , dengan fluida minyak yang memiliki viskositas 0.1352 Ns/m^2 nilai sudut kontak sebesar 49.72° , dengan fluida oli yang memiliki viskositas 0.1835 Ns/m^2 nilai sudut kontak sebesar 43.75° . Jadi penelitian ini menunjukkan bahwa viskositas fluida mempengaruhi nilai sudut kontak dan sifat *hydrophobic*, yaitu semakin besar viskositas maka sudut kontak semakin kecil dan sifat *hydrophobic* semakin berkurang.

Kata kunci: *Hydrophobic*, Sudut Kontak, Viskositas, Daun Genjer, Daun Belimbing, Daun Ubi Kayu

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah yang dilimpahkan sebagai sumber kekuatan hati dan peneguh iman sampai akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Viskositas Fluida Terhadap Sifat *Hydrophobic* dari Berbagai Macam Daun”. Salawat dan salam kepada nabi Muhamad SAW yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat di alam semesta ini.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis banyak mendapat arahan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak dalam menyusun, membuat dan menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini izinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si sebagai Dosen pembimbing I yang telah tulus dan ikhlas memberikan bimbingan kepada penulis.
2. Bapak Drs. Gusnedi, M.Si sebagai Dosen pembimbing II yang telah tulus dan ikhlas memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
3. Ibu Dr. Hj. Djusmaini Djamas, M.Si, Bapak Dr. Hamdi, M.Si dan Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai Dosen tim penguji.
4. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai pembimbing akademik dan ketua Jurusan Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

5. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai ketua Program studi Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Bapak / Ibu Dosen Staf pengajar di Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
7. Seluruh keluarga tercinta atas do'a dan dorongan semangat yang diberikan.
8. Teman-teman yang telah banyak membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.
9. Semua Senior, teman-teman Fisika 2007 dan Junior yang telah banyak membantu.

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis yakin bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran dari pembaca demi kelengkapannya. Semoga semua bantuan, kritik dan saran yang telah diberikan menjadi masukan positif bagi kita.

Padang, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Pembatasan Masalah	4
C. Perumusan Masalah	5
D. Pertanyaan Penelitian	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Kontribusi Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI	7
A. Sifat <i>Hydrophobic</i>	7
B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sifat <i>Hydrophobic</i>	8
1. Gaya Kohesi dan Adhesi	8
2. Tegangan Permukaan	11
3. Sudut Kontak	13
a. Teori Wenzel	15
b. Teori Cassie-Baxter	17
C. Viskositas	20

D. Penelitian Relevan Tentang Sifat <i>Hydrophobic</i>	22
E. Daun yang Bersifat <i>Hydrophobic</i>	24
1. Genjer (<i>Limnocharis Flava</i>)	24
2. Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi L</i>)	25
3. Ubi Kayu (<i>Manihot Esculenta</i>)	26
F. Scanning Electron Microscope (SEM)	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
A. Rancangan Penelitiann	29
B. Tempat dan Waktu Penelitian	29
C. Variabel Penelitian	29
D. Instrumen Penelitian	30
E. Sampel Penelitian	33
F. Prosedur Penelitian	35
G. Teknik Pengumpulan Data	39
H. Teknik Analisa Data	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
A. Deskripsi Data	41
1. Hasil Pengukuran Viskositas Fluida	41
2. Hasil Morfologi Penampang Masing-Masing Daun	43
3. Hasil Pengukuran Sudut Kontak	48
B. Analisa	63
1. Pengaruh Viskositas Fluida Terhadap Sifat <i>Hydrophobic</i>	63
2. Pengaruh Papilose Terhadap Sifat <i>Hydrophobic</i>	64

3. Perbandingan Sudut Kontak Masing-Masing Daun..	65
C. Pembahasan	67
1. Pengaruh Viskositas Fluida Terhadap Sifat Hydrophobic	67
2. Pengaruh <i>Papillose</i> Terhadap Sifat <i>Hydrophobic</i> ..	68
3. Perbandingan Sifat <i>Hydrophobic</i> Daun..	68
BAB V PENUTUP	70
A. Kesimpulan	70
B. Saran	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Besar Sudut Kontak dari Spesies Daun yang Berbeda.....	23
2. Hasil Pengukuran Viskositas Aquades	42
3. Hasil Pengukuran Viskositas Minyak	42
4. Hasil Pengukuran Viskositas Oli.....	43
5. Luas Papilose Permukaan Daun Ubi Kayu.....	45
6. Luas Papilose Permukaan Daun Genjer	46
7. Luas Papilose Permukaan Daun Belimbing.....	47
8. Hasil Pengukuran Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Fluida Aquades	49
9. Hasil Pengukuran Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Fluida Minyak Goreng	51
10. Hasil Pengukuran Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Fluida Oli	52
11. Hasil Pengukuran Sudut Kontak Daun Genjer dengan Fluida Aquades ...	54
12. Hasil Pengukuran Sudut Kontak Daun Genjer dengan Fluida Minyak Goreng	56
13. Hasil Pengukuran Sudut Kontak Daun Genjer dengan Fluida Oli.....	57
14. Hasil Pengukuran Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Fluida Aquades	59
15. Hasil Pengukuran Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Fluida Minyak Goreng	61
16. Hasil Pengukuran Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Fluida Oli	62

17. Pengaruh Viskositas Fluida Terhadap Besar Sudut Kontak	63
18. Pengaruh Kekasaran Permukaan Daun (Papillose) Terhadap Sudut Kontak	65
19. Sudut Kontak Masing-Masing Sampel Daun	66
20. NST Alat yang Digunakan.....	72
21. Hasil Pengukuran Volum dan Massa Oli.....	74
22. Hasil Pengukuran Volum dan Massa Minyak Goreng	75
23. Hasil Pengukuran Volum dan Massa Aquades	76
24. Hasil Pengukuran Jarak dan Waktu Viskositas Oli.....	78
25. Hasil Pengukuran Jarak dan Waktu Viskositas Aquades	85
26. Hasil Pengukuran Jarak dan Waktu Viskositas Minyak.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sifat <i>Hydrophobic</i> Pada Daun lotus	7
2. Foto SEM Permukaan Daun Teratai dngan Berbagai Perbesaran	8
3. Contoh Kohesi.....	8
4. Contoh Adhesi.....	9
5. Meniskus Cekung dan Meniskus Cembug	10
6. Empat Jenis Pembasahan Permukaan Oleh Cairan.....	10
7. Contoh Peristiwa Tegangan Permukaan.....	11
8. Sudut Kontak Cairan Pada Permukaan Datar	14
9. Perbandingan Sudut Kontak yang Dihasilkan dari Interaksi Cairan Permukaan Datar (kiri) dan Permukaan Kasar (kanan).....	15
10. Grafik Sudut Kontak Terhadap Faktor Kekasaran Bidang	16
11. Bentuk dari Cassic Baxter Interface.....	17
12. Variasi nilai fLA pada 4 Bentuk Bidang terhadap tingkat Kekasaran Bidang	18
13. Metoda <i>Sessile Drop</i>	19
14. Metode <i>Captive</i>	19
15. Metoda <i>Whilhelmy Plate</i>	19
16. Penampang SEM dari <i>Nelumbo nucifera</i> (Lotus) (a), <i>Euphorbia myrsinites</i> (b), <i>Colocasia esculenta</i> (c), dan <i>Alocasia macrooohiza</i> (d).....	22
17. Penampang SEM dari <i>Sinarundinaria nitida</i>	23
18. Daun Genjer	25
19. Daun Belimbing Wuluh	26

20. Daun Ubi Kayu	27
21. Diagram skematis komponen-komponen utama dari SEM	28
22. Gelas Ukur	30
23. Mikrometer Sekrup	30
24. Gelas Ukur.....	31
25. Neraca Ohaus	31
26. Stopwatch	31
27. SEM	32
28. Kamera	32
29. Suntik	32
30. Daun Genjer	33
31. Daun Ubi Kayu	33
32. Daun Belimbing	33
33. Aquades	34
34. Oli	34
35. Minyak	34
36. Pengujian Viskositas Fluida	35
37. Tempat Sampel	36
38. Persiapan Sampel	36
39. Meletakkan Sampel	37
40. Memasukkan Sampel	37
41. Melihat Sampel	37
42. Rangkaian Alat Memfoto Sudut Kontak	38
43. Penarikan Garis Pembentuk Sudut Kontak dengan Photoshop	38

44. Hasil Print Foto Sudut Kontak.....	38
45. Hasil SEM Daun Ubi Kayu	44
46. Hasil SEM Daun Genjer	45
47. Hasil SEM Daun Belimbing	46
48. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Aquades	48
49. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Minyak	50
50. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Oli	52
51. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Aquades	53
52. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volum Minyak	55
53. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Oli	57
54. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Aquades	58
55. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Minyak	60
56. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Oli	62
57. Pengaruh Viskositas Fluida terhadap Sudut Kontak Masing-Masing Daun	64
58. Perbandingan Sudut Kontak Masing-Masing Daun	66
59. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Aquades 0,2...	104
60. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Aquades 0,4...	105
61. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Aquades 0,6...	105
62. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Aquades 0,8...	105
63. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Aquades 1.....	106
64. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Minyak 0,2....	106
65. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Minyak 0,4....	106
66. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Minyak 0,6.....	107
67. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Minyak 0,8....	107

68. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Minyak 1.....	107
69. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Oli 0.2	108
70. Foto Sudut Kontak Daun Ubi Kayu dengan Variasi Volume Oli 0.4	108
71. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Aquades 0,2.....	109
72. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Aquades 0,4.....	109
73. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Aquades 0,6.....	110
74. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Aquades 0,8.....	110
75. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Aquades 1.....	110
76. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Minyak 0,2.....	111
77. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Minyak 0,4.....	111
78. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Minyak 0,6.....	111
79. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Minyak 0,8.....	112
80. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Minyak 1.....	112
81. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Oli 0.2	112
82. Foto Sudut Kontak Daun Genjer dengan Variasi Volume Oli 0.4	113
83. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Aquades 0,2..	113
84. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Aquades 0,4.....	114
85. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Aquades 0,6	114
86. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Aquades 0,8	114
87. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Aquades 1.....	115

88. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Minyak 0,2	115
89. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Minyak 0,4	115
90. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Minyak 0,6	116
91. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Minyak 0,8	116
92. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Minyak 1	116
93. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Oli 0.2	117
94. Foto Sudut Kontak Daun Belimbing dengan Variasi Volume Oli 0.4	117

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Penentuan Massa Jenis Bola dan Massa Jenis Masing-Masing Fluida.....	72
2. Penentuan Turunan Rumus Kesalahan Viskositas dan Viskositas Masing-Masing Fluida	77
3. Perhitungan Luas Papilose Masing-Masing Sampel Daun.....	98
4. Foto Sudut Kontak Masing-Masing Sampel.....	104
5. Perhitungan Sudut Kontak Masing-Masing Sampel Daun.....	118
6. Sudut Kontak Rata-Rata Masing-Masing Sampel.....	128
7. Foto-Foto Penelitian.....	133

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pesatnya perkembangan teknologi skala nano saat ini menjadi suatu topik yang populer dalam kehidupan. Telah banyak teknologi-teknologi menggunakan material dengan ukuran nano yang dibuat oleh para ahli dengan tujuan untuk memperoleh hasil yang lebih bagus namun ukurannya semakin kecil. Contohnya dapat dilihat pada penggunaan *smartphone* dan *ipad* yang saat ini tengah marak digunakan. Dibandingkan dengan pada awal penggunaan komputer yang dulunya harus membutuhkan *Central Processing Unit* (CPU) yang luar biasa besar tapi kapasitasnya kecil dengan berkembangnya nanoteknologi, saat ini ukuran *Central Processing Unit* (CPU) sudah sangat kecil namun mampu bekerja lebih banyak.

Saat ini para ilmuwan mengembangkan teknologi yang meniru cara kerja alam yang dikenal dengan istilah *biomimetics*. Setelah dipelajari lebih dalam, ternyata alam telah lebih dahulu dan lengkap menyediakannya. Salah satunya adalah bentuk *morfologi*. Di alam terdapat banyak sekali contoh bentuk *morfologi* seperti permukaan daun teratai yang bersifat “anti air”, permukaan sayap pada beberapa kupu-kupu yang dapat berubah warna, mata ngengat yang bersifat “anti-refleksi”, permukaan kaki tokek yang mampu melakukan adhesi kering, kulit perut ular yang hampir tanpa gesekan dan masih banyak yang lainnya. Segala bentuk desain, adaptasi maupun pemanfaatan teknologi yang didasarkan atau mencontoh pada makhluk hidup dikenal dengan istilah biomimetik. Biomimetik (*biomimetics*) adalah istilah yang digunakan untuk

mendeskripsikan material, mekanisme dan sistem yang dibuat oleh manusia dengan jalan meniru desain dan sistem yang terdapat di alam, terutama untuk bidang-bidang: robotika, teknologi nano, kecerdasan buatan, dan pertahanan. Biomimetik berasal dari bahasa Yunani, *biomimesis* yang terdiri dari dua kata, *bio* dan *mimesis*. *Bio* berarti makhluk hidup dan *mimesis* berarti meniru.

Salah satu fenomena fisika lainnya yang menarik di alam adalah sifat *hydrophobic* dari daun. *Hydrophobic* adalah sifat takut air atau anti air. Salah satu contoh sifat *hydrophobic* yang bisa dijumpai di alam adalah permukaan daun lotus yang selalu terlihat bersih dan tidak basah meski terkena air (Bhusan, 2009).

Daun lotus memiliki permukaan yang dipenuhi dengan duri-duri halus tak beraturan pada permukaan daun yang dikenal dengan istilah *papilose epidermal cells*. Ketika butiran air jatuh pada permukaan ini, hanya mengenai *papilose*. Butiran-butiran ini ditahan oleh kantong udara dibawahnya dan akhirnya dihalau dari daun (Bhusan, 2009).

Suatu permukaan dapat dikatakan bersifat *hydrophobic* jika permukaan tersebut tidak basah bila terkena air, permukaan selalu terlihat bersih. Jika ada kotoran yang menempel pada permukaan maka disaat terkena air, kotoran tersebut akan terhalau oleh air yang mengelinding di permukaan tersebut. *Hydrophobicnya* suatu permukaan dapat diketahui dengan mengukur besarnya sudut kontak yang terbentuk pada permukaan bahan uji. Sudut kontak merupakan sudut yang dibentuk antara permukaan bahan uji dengan air destilasi yang ditetaskan ke permukaan bahan uji bersangkutan (Ensikat, 2011).

Permukaan yang bersifat *hydrophobic* memiliki sudut kontak antara 90^0 - 150^0 . Untuk permukaan yang memiliki sudut kontak $>150^0$ disebut dengan istilah *superhydrophobic*, permukaan yang memiliki sudut kontak antara 10^0 - 90^0 disebut dengan istilah *hydrophilic* sedangkan untuk yang memiliki sudut kontak $<10^0$ disebut dengan istilah *superhydrophilic* (Karthick, 2008).

Sifat *hydrophobic* dipengaruhi oleh viskositas zat cair. Viskositas atau kekentalan zat cair merupakan gaya gesekan antara molekul-molekul yang menyusun suatu fluida atau cairan. Viskositas adalah gaya gesekan internal fluida. Jadi molekul-molekul yang membentuk suatu fluida saling gesek menggesek ketika fluida tersebut mengalir. Pada zat cair, viskositas disebabkan karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis). Viskositas atau kekentalan hanya ada pada fluida riil (riil = nyata). Fluida riil adalah fluida yang kita temui dalam kehidupan sehari-hari, seperti air, sirup, oli, asap knalpot, dan lain-lain (Nurfauziawati, 2010).

Lim (2011) telah menyelidiki sifat *hydrophobic* pada daun lotus dan daun talas. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa daun lotus dan daun talas bersifat *hydrophobic*. Besarnya sudut kontak dari daun lotus berkisar 150^0 . Daun lotus dan daun talas menunjukkan morfologi permukaan yang mirip dengan pola pada struktur *nano microconical* dengan diameter sekitar $10\ \mu\text{m}$.

Bhusan (2009) juga telah melakukan penelitian tentang sifat *hydrophobic* pada bahan yang bersifat mikro, nano dan menyimpulkan bahwa hidrofobisitasnya suatu permukaan dapat dipelajari dengan menganalisis faktor kekasaran dan sudut kontak. Pada permukaan nano *hydrophobic*, peningkatan kekasaran akan

menyebabkan besarnya sudut kontak, sedangkan pada permukaan nano *hydrophilic*, peningkatan kekasaran akan menyebabkan semakin menurunnya sudut kontak.

Kemudian Dolorosa (2007) melakukan penelitian tentang sifat *hydrophobic* pada permukaan bahan isolasi tegangan tinggi. Dolorosa menyimpulkan bahwa besarnya sudut kontak pada bahan uji tergantung dari tingkat kekasaran permukaan bahan uji tersebut.

Walaupun sudah banyak penelitian yang dilakukan para ahli tentang sifat *hydrophobic* dari berbagai macam daun, namun belum ada yang mengungkap tentang pengaruh kekentalan atau viskositas cairan terhadap sifat *hydrophobic* daun. Informasi ini penting untuk aplikasi dalam kehidupan sehari-hari karena dalam kehidupan sehari-hari tidak hanya air jenis fluida yang akan ditemukan, namun masih banyak jenis fluida seperti minyak dan oli yang mana fluida tersebut memiliki viskositas berbeda untuk masing-masingnya. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang sifat *hydrophobic* dari daun dengan judul “Pengaruh Viskositas Fluida Terhadap Sifat *Hydrophobic* dari Berbagai Macam Daun”.

B. Pembatasan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini akan dibatasi pada :

1. Sifat *hydrophobic* dinyatakan dengan besarnya sudut kontak, *papilose* (kekasaran) dari permukaan daun.
2. Daun yang dijadikan sampel terdiri dari tiga jenis daun yaitu daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing.

C. Perumusan Masalah

Berkaitan dengan permasalahan yang dijabarkan dalam latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh viskositas fluida terhadap sifat *hydrophobic* daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing?
2. Bagaimana pengaruh *papilose* permukaan daun terhadap sifat *hydrophobic* daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing?
3. Bagaimana perbandingan sifat *hydrophobic* antara daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing?

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk melengkapi penelitian penulis membuat pertanyaan penelitian mengenai apa yang akan diteliti. Adapun pertanyaan penelitian tersebut adalah:

1. Bagaimana pengaruh viskositas fluida terhadap sifat *hydrophobic* daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing?
2. Bagaimana pengaruh *papilose* permukaan daun terhadap sifat *hydrophobic* daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing?
3. Bagaimana perbandingan sifat *hydrophobic* antara daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menyelidiki pengaruh viskositas fluida terhadap sifat *hydrophobic* daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing.

2. Untuk menyelidiki pengaruh besar *papilose* permukaan daun terhadap sifat *hydrophobic* daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing.
3. Untuk menyelidiki perbandingan sifat *hydrophobic* antara daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing.

F. Kontribusi Penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Jurusan Fisika, untuk pengembangan penelitian dalam bidang kajian Fisika Material.
2. Pembaca, dijadikan sebagai informasi dan acuan.
3. Peneliti, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Sifat *Hydrophobic*

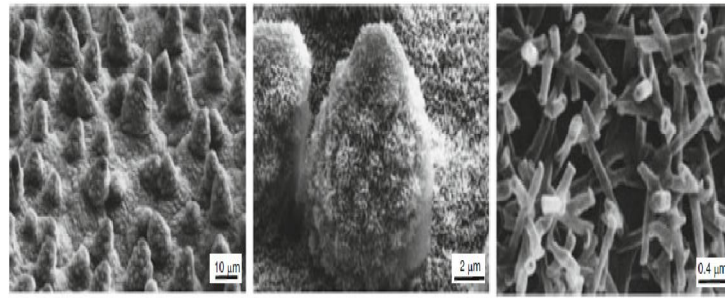
Dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai daun yang tidak basah bila terkena air. Disaat air menetes pada daun maka air akan mengelinding pada permukaan daun, hal ini dikarenakan daun tersebut bersifat *hydrophobic* seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sifat *Hydrophobic* pada Daun Lotus (Wikipedia, diakses 17 Mei 2013)

Pada Gambar 1 terlihat bahwa daun lotus tidak basah disaat terkena air, hal ini dikarenakan sifat *hydrophobic* yang dimilikinya, jadi *hydrophobic* dapat diartikan sebagai sifat takut air atau anti air. Suatu permukaan dikatakan bersifat *hydrophobic* jika memiliki sudut kontak besar 90^0 (Feng, 2002).

Suatu permukaan dapat dikatakan bersifat *hydrophobic* jika memiliki karakteristik tertentu. Karakteristik permukaan yang bersifat *hydrophobic* diantaranya memiliki sifat anti basah, senantiasa terlihat bersih, memiliki sudut kontak besar dari 90^0 (Feng, 2002). Bhusan (2009) juga menyimpulkan bahwa sifat *hydrophobic* dipengaruhi oleh faktor kekasaran permukaan dan sudut kontak. Contoh sifat *hydrophobic* dapat kita lihat pada daun teratai yang ada di alam.



Gambar 2. Foto SEM Permukaan Daun Teratai dengan Berbagai Perbesaran (George, 2011).

Gambar 2 memperlihatkan bentuk permukaan daun teratai dengan berbagai perbesaran (George, 2011). Bentuk permukaan yang kasar dan kecil ini dikenal dengan istilah *papillose epidermal cells*. Bentuk permukaan inilah yang mampu “menolak” air dan minyak.

B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sifat Hydrophobic

1. Gaya Kohesi dan Adhesi

Air yang di masukkan kedalam tabung akan berbeda bentuknya bila dijatuhkan di sehelai daun talas. Hal ini terjadi karena antara molekul-molekul air terjadi gaya tarik-menarik yang disebut dengan gaya kohesi molekul air, seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Contoh Kohesi (Wawan, diakses 20 Mei 2013)

Dari Gambar 3 terlihat bahwa partikel-partikel air dalam tabung saling menyatu satu sama lainnya, hal ini disebabkan karena adanya gaya kohesi antar

partikel–partikel air tersebut. Gaya kohesi dapat diartikan sebagai gaya tarik-menarik antara partikel-partikel zat yang sejenis.

Pada saat air raksa bersentuhan dengan benda lain maka molekul-molekul bagian luarnya tarik-menarik dengan molekul-molekul luar benda lain sehingga menyebabkan gaya adhesi, contohnya dapat kita lihat pada air raksa yang dimasukkan kedalam tabung seperti pada Gambar 4



Gambar 4. Contoh Adhesi (Wawan, diakses 20 Mei 2013)

dari Gambar 4 terlihat bahwa gaya kohesi molekul air yang lebih besar dibanding gaya adhesi antara air raksa dan tabung. Gaya adhesi diartikan sebagai gaya tarik-menarik antara partikel zat yang tidak sejenis (Giancoli, 2001).

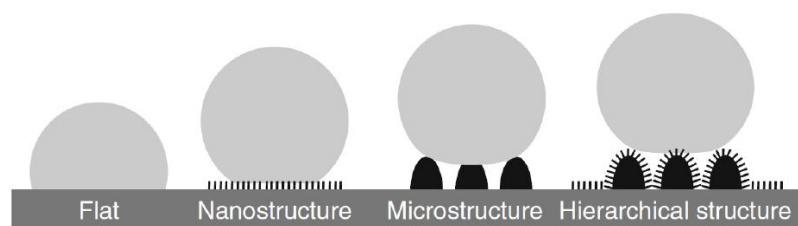
Gaya kohesi maupun gaya adhesi mempengaruhi bentuk permukaan zat cair dalam wadahnya. Misalkan ke dalam dua buah tabung reaksi masing-masing diisi air dan air raksa. Permukaan air dalam tabung reaksi berbentuk cekung disebut meniskus cekung sedangkan permukaan air raksa dalam tabung reaksi berbentuk cembung disebut meniskus cembung. Hal itu dapat dijelaskan bahwa gaya adhesi molekul air dengan molekul kaca lebih besar daripada gaya kohesi antar molekul air, sedangkan gaya adhesi molekul air raksa dengan molekul kaca lebih kecil daripada gaya kohesi antara molekul air raksa.



Gambar 5. Meniskus Cekung dan Meniskus Cembung (Wawan, diakses 20 Mei 2013)

Meniskus cembung maupun meniskus cekung menyebabkan sudut kontak antara bidang wadah (tabung) dengan permukaan zat cair berbeda besarnya. Meniskus cembung menimbulkan sudut kontak tumpul ($> 90^\circ$), sedangkan meniskus cekung menimbulkan sudut kontak lancip ($< 90^\circ$).

Permukaan yang memiliki nilai sudut kontak yang besar dengan air sehingga sangat sedikit sekali kontak permukaan dengan cairan yang juga dikenal dengan sebutan *low-adhesion* atau memiliki sifat adhesi yang kecil seperti daun teratai. Gambar 6 memperlihatkan empat bentuk pembasahan permukaan oleh cairan.



Gambar 6. Empat Jenis Pembasahan Permukaan oleh Cairan (Bhusan, 2009).

Dari keempat bentuk ini, daun teratai memiliki bentuk permukaan terakhir yaitu *hierarchical structure* (George, 2011). Butiran air yang jatuh pada permukaan daun akan berada pada puncak papillae-papillae yang membuat sedikit kontak antara air dengan bidang. Secara umum besar sudut kontak air dengan

daun teratai adalah sekitar 164° (George, 2011). *Papilae-papilae* ini juga akan membentuk kantung-kantung udara (*air pocket*) pada sela-selanya yang juga menjadi salah satu alasan kenapa daun teratai bersifat menolak air. Kantung-kantung udara inilah juga yang menyebabkan debu maupun kotoran tidak dapat masuk ke pori-pori daun dan tetap bertahan dipermukaan daun. Ketika ada angin ataupun butiran air yang bergulir pada permukaan daun, kotoran dan debu ini akan ikut terbawa sehingga daun teratai senantiasa terlihat bersih dan kering.

2. Tegangan Permukaan

Dalam kehidupan sehari-hari sering terlihat serangga yang dapat berjalan terapung di air hal ini dikarenakan adanya tegangan permukaan yang bekerja antara kaki serangga dengan permukaan air, seperti yang terlihat pada Gambar 7



Gambar 7. Contoh Peristiwa Tegangan Permukaan
(Wikipedia, diakses 20 Mei 2013)

dari Gambar 7 terlihat bahwa serangga dapat berjalan terapung di permukaan air dikarenakan adanya tegangan permukaan yang bekerja antara kaki serangga dengan permukaan air (Giancoli, Douglas C. 2001).

Tegangan permukaan diartikan sebagai perbandingan antara gaya tegangan permukaan F dengan panjang d tempat gaya tersebut bekerja. Secara matematis dinyatakan dengan persamaan

$$\gamma_p = \frac{F}{d} \quad (1)$$

dimana $d = 2l$, tegangan permukaan dinyatakan dengan persamaan

$$\gamma_p = \frac{F}{2l} \quad (2)$$

Tegangan permukaan adalah besarnya gaya yang bekerja tegak lurus pada 1 satuan panjang permukaan cairan. Gaya tarik-menarik molekul-molekul dalam cairan sama ke segala arah, tetapi molekul-molekul pada permukaan cairan lebih tertarik ke dalam cairan. Hal ini disebabkan karena jumlah molekul dalam fase uap lebih kecil daripada fase cair. Akibatnya zat cair selalu berusaha mendapatkan luas permukaan terkecil. Oleh karena itu, tetesan-tetesan cairan dan gelembung-gelembung gas berbentuk bulat dan mempunyai luas permukaan terkecil (Muliawati, 2006).

Tegangan permukaan suatu zat cair yang bersentuhan dengan uapnya sendiri atau udara hanya bergantung pada sifat-sifat dan suhu zat cair itu. Tegangan permukaan inilah yang menyebabkan tetes-tetes cairan cenderung berbentuk bola. Saat tetesan terbentuk, tegangan permukaan berusaha meminimalkan luas permukaannya sehingga permukaannya tertarik dan membentuk bola. Tegangan permukaan ini juga yang menyebabkan serangga dan benda-benda ringan tidak tenggelam, titik-titik air di daun cenderung untuk membulat, dan daun teratai dapat terapung di permukaan air danau (Giancoli, Douglas C. 2001).

3. Sudut Kontak

Jika setetes cairan diletakkan di atas suatu permukaan padat, cairan dan padatan bersama-sama pada kesetimbangan akan membentuk suatu sudut khusus yang disebut sudut kontak θ_0 (Bhusan, 2009). Permukaan dengan sudut kontak $<90^\circ$ disebut sebagai hidrofilik dan permukaan dengan sudut $> 90^\circ$ disebut sebagai hidrofobik (Ambarwati, Samsiada, Vicki).

Atom-atom atau molekul dari zat cair atau padat memiliki ikatan lemah dengan atom tetangganya, walaupun begitu atom-atom dan molekul ini memiliki energi yang sedikit lebih besar dibanding atom-atom pada bagian dalam. Energi tambahan ini diperoleh tegangan permukaan atau dikenal sebagai energi bebas permukaan γ . Ketika permukaan padat melakukan kontak dengan cairan, gaya tarik antar molekul akan mengurangi energi sistem yang berada diantara dua permukaan yang bersentuhan. Besarnya energi ini diungkapkan oleh persamaan Dupre (Bhusan, 2011)

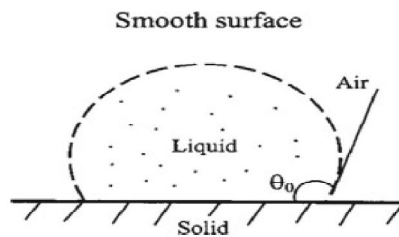
$$W_{SL} = \gamma S_A + \gamma L_A - \gamma S_L \quad (3)$$

dimana W_{SL} adalah kerja gaya adhesi per unit area, γ_{SA} dan γ_{SL} adalah energi permukaan *solid-air* dan *solid-liquid*, serta γ_{LA} adalah energi permukaan *liquid-air*. Jika setetes butiran cairan diletakkan diatas suatu permukaan padat, cairan dan padatan bersama-sama pada kesetimbangan akan membentuk suatu sudut khusus yang disebut sudut kontak θ_0 . Sudut kontak dapat ditentukan dengan menentukan besar energy total system kesetimbangan yang diberikan oleh persamaan berikut

$$E_{tot} = \gamma_{LA} (A_{LA} + A_{SL}) - W_{SL} A_{SL} \quad (4)$$

dimana A_{SL} dan A_{LA} adalah area kontak antara cairan (liquid), padatan (solid) dan udara (air). Asumsikan masa jenis ρ tetesan lebih kecil dari panjang kapiler. $(\gamma_{LA}/\rho g)^{1/2}$, sehingga energy potensial gravitasi dapat diabaikan. Diasumsikan volume dan tekanan konstan sehingga total energy per volume tidak berubah, sehingga pada saat setimbang $dE_{tot} = 0$, maka persamaan dapat ditulis sebagai berikut (Bhusan, 2011).

$$\gamma_{LA} (A_{LA} + A_{SL}) - W_{SL}A_{SL} = 0 \quad (5)$$



Gambar 8. Sudut kontak cairan pada permukaan datar (Bhusan, 2011)

Untuk volume tetesan yang relatif tidak berubah, dari Gambar 8 dapat diperoleh bentuk persamaan

$$\cos \theta_0 = \frac{dA_{LA}}{dA_{SL}} \quad (6)$$

Penggabungan Persamaan 5 dan 6 diperoleh Persamaan *Young* tentang sudut kontak yaitu sebagai berikut

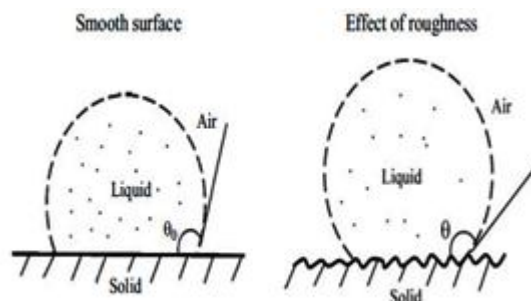
$$\cos \theta_0 = \frac{\gamma_{SA} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LA}} \quad (7)$$

dimana γ_{SA} dan γ_{SL} adalah energi permukaan *solid-air* dan *solid-liquid*, serta γ_{LA} adalah energi permukaan *liquid-air*.

Terdapat beberapa teori untuk menjelaskan hubungan sudut kontak dengan kekasaran bahan

a. Teori Wenzel

Wenzel memperkenalkan persamaan untuk menjelaskan hubungan sudut kontak pada permukaan kasar homogen. Besarnya area kontak akan semakin berkurang seiring dengan bertambah kasarnya permukaan, Gambar 9 memperlihatkan keadaan ini.



Gambar 9. Perbandingan sudut kontak yang dihasilkan dari interaksi cairan permukaan untuk permukaan datar (kiri) dan permukaan kasar (kanan). (Bhusan, 2011)

Gambar 9 memperlihatkan bahwa semakin kasar permukaan maka area kontak akan semakin berkurang dan besarnya sudut kontak akan bertambah.

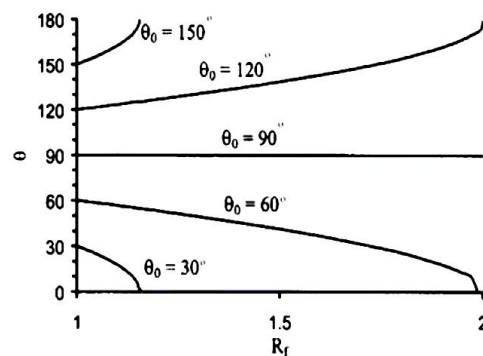
Penerapan kesetaraan tekanan permukaan dan beberapa data empiris menyebabkan besarnya sudut kontak pada permukaan kasar, θ , berkaitan dengan besarnya sudut kontak untuk permukaan datar, θ_0 . Besarnya sudut kontak untuk permukaan kasar diungkapkan sebagai berikut (Lathe, 2012).

$$\cos \theta = \frac{dALA}{dAF} = \frac{ASL}{AF} \frac{dALA}{dASL} = R_f \cos \theta_0 \quad (8)$$

dengan $R_f = \frac{ASL}{AF}$

dimana A_{SL} dan A_{LA} adalah area kontak antara cairan (liquid), padatan (solid) dan udara (air). R_f merupakan faktor kekasaran bidang dan A_F adalah proyeksi area pada bidang datar. Persamaan diatas dikenal dengan persamaan Wenzel.

Wenzel menemukan fakta bahwa permukaan kasar tidak semata membuat area kontak mengecil dan sudut kontak membesar, namun hal ini bergantung kepada sifat asli permukaan. Pada permukaan *hydrophobic* ($\theta_0 > 90^\circ$), pengasaran permukaan akan berefek kepada semakin membesarnya sudut kontak sehingga membuat permukaan semakin menolak air (*superhydrophobic*). Sedangkan pada permukaan *hydrophilic* ($\theta_0 < 90^\circ$), pengasaran permukaan justru akan berefek kepada semakin kecilnya sudut kontak sehingga membuat permukaan semakin menarik air (*superhydrophilic*) (Lathe, 2012).. Gambar 10 memperlihatkan kedua keadaan diatas.

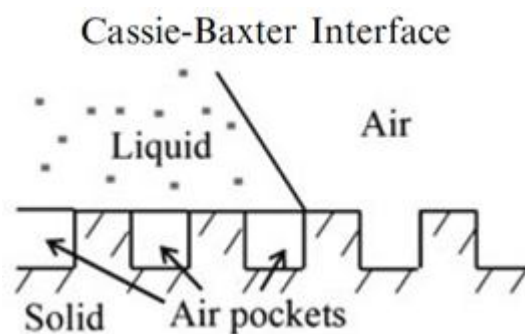


Gambar 10. Grafik sudut kontak terhadap faktor kekasaran bidang (Bhusan, 2011).

Pada Gambar 10 terlihat bahwa semakin kasarnya permukaan maka sudut kontak akan semakin besar sehingga bersifat *hydrophobic*.

b. Teori Cassie-Baxter

Cassie-Baxter menjelaskan hubungan sudut kontak dengan permukaan kasar heterogen, seperti hal permukaan daun teratai. Pada permukaan kasar heterogen, terdapat dua fraksi permukaan. Pertama dengan fraksi area f_1 dan sudut kontak θ_1 dan yang lainnya f_2 dan θ_2 , dimana fraksi total, $f_1 + f_2 = 1$ (Bhusan, 2011).



Gambar 11. Bentuk dari Cassie-Baxter Interface (Bhusan, 2011).

Untuk permukaan kasar heterogen atau permukaan komposit seperti Gambar 11, yang terdiri dari fraksi *solid-liquid* ($f_1 = f_{SL}$, $\theta_1 = \theta_0$) dan fraksi *liquid-air* ($f_2 = f_{LA}$, $\theta_1 = -1$). Persamaan Cassie-Baxter diungkapkan oleh persamaan berikut

$$\cos \theta = R_f f_{SL} \cos \theta_0 - 1 + f_{SL} \quad (9)$$

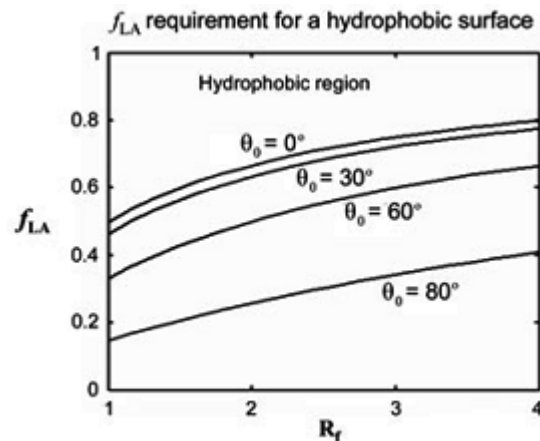
Atau

$$\cos \theta = R_f \cos \theta_0 - f_{LA} (R_f \cos \theta_0 + 1) \quad (10)$$

dimana R_f merupakan faktor kekasaran bidang, f_{LA} merupakan fraksi liquid-air dan f_{SL} merupakan *solid-liquid*. Berdasarkan kesimpulan Wenzel, permukaan *hydrophilic* akan semakin *hydrophilic* seiring dengan bertambahnya fraksi f_{LA} , namun ketika f_{LA} terus diperbesar ternyata permukaan menjadi bersifat *hydrophobic* seperti terlihat pada Gambar 12. Cassie-Baxter mengemukakan

besarnya f_{LA} untuk menghasilkan permukaan yang bersifat *hydrophobic* mengikuti persamaan berikut.

$$f_{LA} \geq \frac{Rf \cos \theta_0}{Rf \cos \theta_0 + 1}, \text{ dimana } \theta_0 < 90^\circ \quad (11)$$

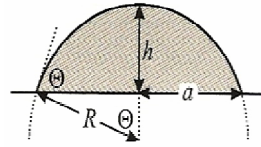


Gambar 12. Variasi nilai f_{LA} pada 4 bentuk bidang terhadap tingkat kekasaran bidang.

Gambar 12 memperlihatkan nilai f_{LA} yang dibutuhkan sebagai fungsi R_f dari 4 jenis permukaan yang memiliki sudut kontak yang berbeda. Permukaan *hydrophobic* dapat dibuat dengan membuat nilai f_{LA} lebih besar dari perkiraan seperti yang diperlihatkan pada persamaan. Bagian atas dari masing-masing garis sudut kontak merupakan daerah *hydrophobic*. Pada permukaan *hydrophobic*, sudut kontak meningkat dengan meningkatnya nilai f_{LA} baik pada permukaan halus maupun kasar (Bhusan, 2011).

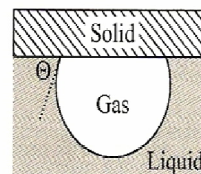
Terdapat beberapa metode untuk mengukur sudut kontak diantaranya:

- 1) Metode *sessile drop* menggunakan mikroskop atau image diambil dengan kamera.

Gambar 13. Metode *Sessile Drop*

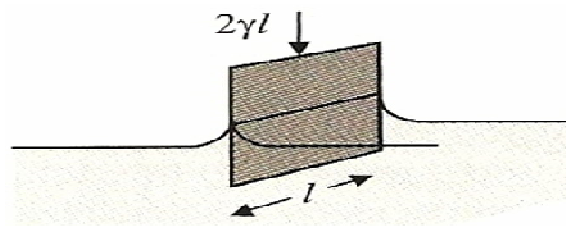
Pada metode ini sudut kontak ditentukan secara langsung dengan goniometer, busur derajat atau alat yang dapat digunakan untuk mengukur sudut.

- 2) Metode *captive* atau *sessile bubble* yaitu pengukuran sudut kontak dengan mengukur tepi gelembung,

Gambar 14. Metode *Captive*

pada metode ini gelembung diposisikan diatas sel atau diisi dengan liquid.

- 3) Metode *Wilhelmy plate*

Gambar 15. Metode *Wilhelmy plate*

Jika sudut kontak besar dari nol, gaya yang menarik piringan ke *liquid* sebesar $2\gamma_L \cos \Theta$, dimana l adalah lebar piringan.

Pada penelitian ini metode pengukuran sudut kontak dilakukan dengan metode sessile drope dimana image diambil dengan menggunakan kamera kemudian di print out. Hasil print out image diukur dengan menggunakan busur derajat. Metoda ini diambil karena praktis dan umum dilakukan dan orang sebelumnya juga menggunakan cara ini untuk menentukan besarnya sudut kontak dalam penelitiannya.

C. Viskositas

Fluida baik zat cair maupun gas masing-masing mempunyai tingkat kekentalan yang berbeda, misalnya antara air dengan minyak memiliki kekentalan yang berbeda. Minyak lebih kental dibanding air. Pada umumnya, zat cair lebih kental dibandingkan dengan gas.

Viskositas adalah gaya gesekan internal fluida. Molekul-molekul yang membentuk suatu fluida saling gesek menggesek ketika fluida tersebut mengalir. Pada zat cair, viskositas disebabkan karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis). Sedangkan dalam zat gas, viskositas disebabkan oleh tumbukan antar molekul (Giancoli, 2001).

Faktor-faktor yang mempengaruhi viskositas adalah sebagai berikut:

1. Tekanan

Viskositas cairan naik dengan naiknya tekanan sedangkan viskositas gas tidak dipengaruhi oleh tekanan.

2. Temperatur

Viskositas akan turun dengan naiknya temperatur, sedangkan viskositas gas naik dengannaiknya temperatur. Pemanasan zat cair menyebabkan

molekul–molekulnya memperoleh energi. Molekul- molekul caoran bergerak sehingga gaya interaksi antar molekul melemah. Dengan demikian viskositas cairan akan turun dengan kenaikan temperature.

3. Kehadiran zat lain

Penambahan gula tebu meningkatkan viskositas air. Adanya bahan tambahan seperti bahan suspensi (misalnya albumin dan globulin) menaikkan viskositas air. Pada minyak ataupun gliserin adanya penambahan air akan menyebabkan viskositas akan turun karena gliserin ataupun minyak akan semakin encer, waktu alirnya akan semakin cepat.

4. Ukuran dan berat molekul

Viskositas naik dengan naiknya berat molekul. Misalnya laju aliran alkohol cepat, larutan minyak laju alirannya lambat dan kekentalannya tinggi. Larutan minyak misalnya CPO memiliki kekentalan tinggi serta laju aliran lambat sehingga viskositas juga tinggi.

5. Bentuk molekul

Viskositas akan naik jika ikatan rangkap semakin banyak.

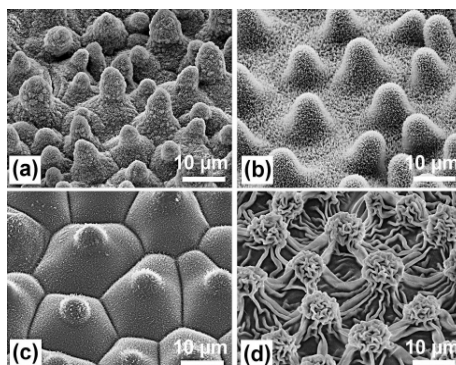
Viskositas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut

$$\eta = \frac{2 t r^2 g}{9 d} (\rho - \rho_0) \quad (12)$$

dimana ρ merupakan masa jenis bola yang digunakan, ρ_0 adalah masa jenis fluida yang akan diukur viskositasnya, r adalah jari-jari bola, g adalah percepatan gravitasi, t adalah waktu, d adalah jarak dan η adalah koefisien viskositas.

D. Penelitian Relevan Tentang Sifat *Hydrophobic*

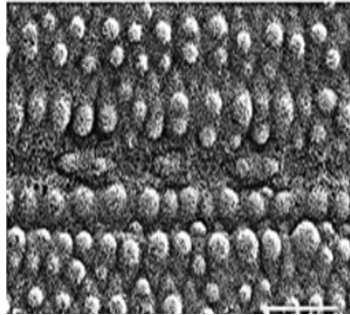
Telah banyak penelitian tentang sudut kontak yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Ensikat, 2011 telah meneliti besar sudut kontak dari daun lotus (*Nelumbo nucifera*, *Colocasia esculenta*, *Euphorbia myrsinites*, dan *Alocasia macrorrhiza*. Gambar hasil pengamatan dengan SEM dari masing-masing daun dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Penampang SEM dari *Nelumbo nucifera* (Lotus) (a), *Euphorbia myrsinites* (b), *Colocasia esculenta* (c), dan *Alocasia macrorrhiza* (d). (Ensikat, 2011)

Gambar 16 memperlihatkan bentuk morfologi dari berbagai jenis daun yang diamati dengan menggunakan SEM, dari gambar terlihat bahwa setiap daun memiliki bentuk morfologi yang berbeda sehingga menghasilkan besar sudut kontak yang berbeda pula.

Neinhuis dan Barthlott, 1997 juga telah meneliti tentang sudut kontak dari spesies daun yang berbeda dengan hasil gambar SEM seperti yang terlihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Penampang SEM dari *Sinarundinaria nitida* (Neinhuis dan Barthlott, 1997)

Gambar 17 memperlihatkan bentuk morfologi dari daun yang berbeda spesies dengan menggunakan SEM. Untuk besarnya sudut kontak dari masing-masing spesies daun hasil penelitian Ensikat (2011) dan Neinhuis dan Barthlott (1997) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Besar Sudut Kontak dari Spesies Daun yang Berbeda

No	Spesies	Bentuk Tanaman	Sudut kontak
1	<i>Nelumbo nucifera</i> (teratai)		163^0
2	<i>Colocasia esculenta</i> (talas)		165^0
3	<i>Euphorbia myrsinites</i>		162^0

4	<i>Alocasia macrorrhiza</i> (keladi raksasa)		157 ⁰
5	<i>Sinarundinaria nitida</i> (bambu)		160 ⁰

Ensikat (2011) dan Neinhuis dan Barthlott (1997).

Tabel 1 memperlihatkan besar sudut kontak yang berbeda karena daun yang diteliti berbeda pula. Dari Tabel 1 disimpulkan sifat *hydrophobic* paling bagus dimiliki oleh daun talas dengan sudut kontak 165⁰.

E. Daun yang Bersifat *Hydrophobic*

1. Genjer (*Limnocharis Flava*)

Genjer (*Umnocaris flava* (L) Buch) adalah tumbuhan darat yang hidup di air tergenang, di lembah sungai yang dangkal dan di persawahan. Dibeberapa daerah di Indonesia genjer dikenal sebagai sayuran yang dapat diolah menjadi berbagai masakan. Seperti urap, ditumis atau sebagai sayuran pecel (Nisma,2008).

Nama lain dari genjer : *Yellow velvetleaf* , sayur air, gendot. Secara sistematik tanaman genjer diklasifikasikan sebagai berikut (Plantamor.com, diakses 15 januari 2013):

Kingdom	: Plantae
Filum	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Alismatales
Famili	: <u>Limnocharitaceae</u>
Genus	: <u>Limnocharis</u>
Species	: <i>Limnocharis Flava</i>

Genjer merupakan tumbuhan tidak berbatang, tingginya berkisar 25-50 sentimeter. Daunnya berbentuk membulat, untuk genjer yang tumbuh subur lebar daunnya mencapai lebar telapak tangan orang dewasa. Daun genjer ini ditopang oleh batang yang berbentuk bersegi tiga yang berongga. Daun genjer tidak basah bila terkena air. Bentuk daun genjer dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Daun Genjer

Genjer merupakan tanaman yang dapat tumbuh liar sama seperti kangkung, namun genjer akan tumbuh di tempat lembab dan berair. Genjer dapat kita jumpai di persawahan yang tergenang air bahkan dapat kita jumpai di sela tanaman padi yang masih muda. Genjer juga dapat kita temui di lembah sungai, tempat-tempat berlumpur yang tergenang air dangkal.

2. Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L)

Belimbing wuluh termasuk dalam suku *Oxalidaceae* (blimbing-blimbingan) jenis *Averrhoa bilimbi* L. Secara sistematis tanaman Belimbing diklasifikasikan sebagai berikut (Plantamor.com, diakses 15 januari 2013):

Kingdom	: Plantae
Filum	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae

Ordo : Oxalidales
 Famili : Oxalidaceae
 Genus : Averrhoa
 Species : *Averrhoa Bilimbi*

Belimbing wuluh memiliki batang pohon berukuran sedang. Tanaman ini memiliki daun berpasangan, berbentuk bulat telur, dengan bagian bawah daun berbulu, bersirip ganjil dan terdapat diujung batang seperti payung. Daun belimbing tidak basah bila terkena air. Bentuk daun belimbing dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Daun Belimbing Wuluh

Belimbing wuluh merupakan tanaman yang dapat tumbuh subur di daerah berketinggian 750 meter di atas permukaan laut. Tanaman ini memiliki banyak manfaat diantaranya sebagai campuran sayur, untuk menghilangkan bau amis pada makanan.

3. Ubi Kayu (*Manihot Esculenta*)

Ubi Kayu (*Manihot Esculenta*) adalah tumbuhan darat yang dapat tumbuh dengan mudah. Tumbuhan ini banyak kita temukan di sekitar tempat tinggal. Tumbuhan ini berkembang biak dengan stek..

Nama lain dari ubi kayu : singkong, ketela pohon, sampeu, kaspekamoteng kahoy. Secara sistematik tanaman ubi kayu diklasifikasikan sebagai berikut (Plantamor.com, diakses 15 januari 2013):

Kingdom : Plantae
 Filum : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Euphorbiales
 Famili : Euphorbiaceae
 Genus : Manihot
 Species : *Manihot Esculenta*

Tumbuhan ubi kayu memiliki batang tegak dan ditandai oleh adanya bekas-bekas daun. Tingginya dapat mencapai 2,75 m dengan daun berbentuk jari dan berwarna hijau. Tanaman ubi kayu dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang memiliki ketinggian sampai dengan 2.500 m dari permukaan laut (Ningsih, 2013). Daun ubi kayu tidak basah bila terkena air. Bentuk daun genjer dapat dilihat pada Gambar 20.

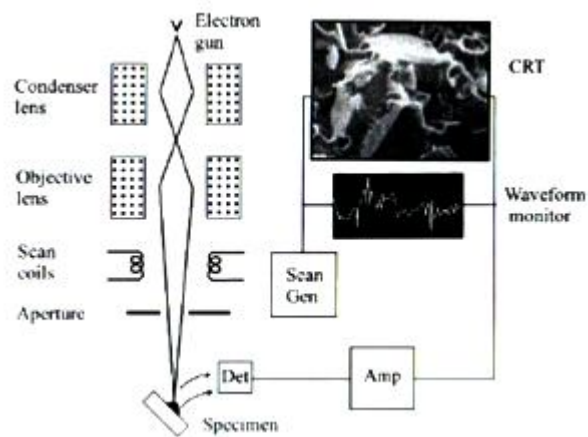


Gambar 20. Daun Ubi Kayu

Ubi kayu merupakan tanaman yang memiliki daun berbentuk jari. Jumlah daun berkisar 7 helai. Daun tanaman ini memiliki banyak manfaat. Dalam kehidupan sehari-hari daun ubi kayu ini dimanfaatkan sebagai sayuran.

F. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Mikroskop pemindai elektron (SEM) digunakan untuk mempelajari secara detail bentuk permukaan sel (atau struktur jasad renik lainnya), dan obyek diamati secara tiga dimensi (Vilas.Mendez, 2007). 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 seperti yang terlihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Diagram 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).

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Pengaruh viskositas fluida terhadap sifat *hydrophobic* daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing adalah daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing bersifat *hydrophobic* untuk pengujian jika ditetesi dengan fluida aquades, hal ini ditunjukkan dengan nilai sudut kontak pada daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing yang besar dari 90^0 . Untuk pengujian dengan fluida minyak dan oli, tidak berlaku sifat *hydrophobic* untuk daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing
2. Pengaruh besar *papilose* permukaan daun terhadap sifat *hydrophobic* daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing adalah daun yang memiliki ukuran *papillose* permukaan lebih besar semakin bersifat *hydrophobic* untuk pengujian dengan fluida aquades. Untuk pengujian dengan fluida minyak dan oli, tidak berlaku sifat *hydrophobic*.
3. Dari ketiga sampel yang diteliti, antara daun ubi kayu, daun genjer dan daun belimbing, sudut kontak paling besar dimiliki oleh daun genjer.

B. SARAN

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, diharapkan dapat melakukan penelitian tentang sudut kontak dengan variabel bebas yang berbeda seperti suhu.

2. Untuk peneliti berikutnya dapat dilanjutkan dengan membuat material yang bersifat *hydrophobic*.

DAFTAR PUSTAKA

Averrhoa bilimbi L. Plantamor .com, diakses 15 Januari 2014

Bhusan, Bharat, dkk. 2009. *Micro-, nano- and hierarchical structures for superhydrophobicity, self-cleaning and low adhesion*. *Journal of Phil. Trans. Royal Society R. Soc. A* (2009) 367, Hlm. 1631–1672. Maret 2009.

Bhusan, Bharat. 2011. *Nanotribology and Nanomechanics II – Nanotribology, Biomimetics and industrial Applications, Third Edition*. Spriger. New York.

Dolorosa, Maria Badjowawo. 2007. *Efek Polutan Terhadap Sifat Hidrofobik Permukaan Bahan Isolasi Tegangan Tinggi di Daerah Beriklim Tropis*. Kupang.

Ensikat, Hans J, dkk. 2011. *Superhydrophobicity in perfection the outstanding properties of the lotus leaf* . *Beilstein Journal of Nanotechnology*. Hlm 152–161, Maret 2011.

Feng, Lin, dkk. 2002. *Super – Hydrophobic Surfaces From Natural to Artifical*. *Advanced Materials* ,Vol 14, No. 24, Desember 2002.

George, Anne. 2011. *Advances in Biomimetics*. Intech. Kroasia.

Gioncali, Douglas C. 2001. *Fisika Jilid1 (terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.

Goodhew, Peter J, dkk. 2004. *Mikroskopi dan Analisis dengan Elektron*. Departemen Metalurgi dan Material. Universitas Indonesia.

Karthick B dan Ramesh Maheshwari. 2008. *Lotus-Inspired Nanotechnology Applications. Resonance, General ArticleI*.

Latthe, Sanjay Subhash. 2012. *Recent Progress in Preparation of Superhydrophobic Surfaces*. *Jsemat, Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology*, 2, Hlm. 76-94, April 2012.

Lim, Hyuneui. 2011. *Beyond a Nature-inspired Lotus Surface*. Korea.

Limnocharis flava. Plantamor .com, diakses 15 Januari 2014

Manihot esculenta. Plantamor .com, diakses 15 Januari 2014

- Neinhuis C dan W. Barthlott. 1997. *Characterization and Distribution of Water-repellent, Self-cleaning Plant Surfaces. Annals of Botany* 79. Hlm. 667-677, Januari 1997.
- Nisma, Fatmawati dan Budi Arman. 2008. *Seleksi Tumbuhan Air Sebagai Penyerap Logam Berat Cd, Pb dan Cu di Kolam Buatan*. Universitas Muhammadiyah Prof.Dr. Hamka.
- Ningsih, Yuni Satria. 2013. *Pengaruh Penambahan Aquadest dan Air ACCU (H_2SO_4 30%) Terhadap Arus dan Tegangan dari Sel ACCU dengan Menggunakan Air Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A)*. Skripsi
- Nurfauziah, Nova. 2010. *Koefisien Kekentalan Zat Cair*. Universitas Padjadjaran Jatinangor.
- Ramli. 2013. *Penuntun Praktikum Fisika Umum*. Laboratorium Fisika Dasar. Universitas Negeri Padang.
- Vilas, Mendez dan J.Diaz. 2007. *Scanning Electron Microscopy and Transmission Electron Microscopy of Mollicutes: Challenges Opportunities*