



**PENENTUAN KONSENTRASI OPTIMAL PESTISIDA DENGAN TINGKAT  
PEMBASAHAN MAKSIMAL DENGAN METODE  
ADSA-OVERLAY**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Ahmad Turidi**

**NIM 081810301054**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**



**PENENTUAN KONSENTRASI OPTIMAL PESTISIDA DENGAN TINGKAT  
PEMBASAHAN MAKSIMAL DENGAN METODE  
ADSA-OVERLAY**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh :

**Ahmad Turidi**

**NIM 081810301054**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**

## PERSEMBAHAN

Rasa syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah meridhoi setiap langkah dan tindakan dalam menyelesaikan skripsi ini. Saya persembahkan skripsi ini untuk keluarga :

1. Bapak Salam dan Ibu Nikmah yang telah memberikan segalanya;
2. adik perempuanku Mela Kamalia.

## MOTTO

“Apa saja yang Allah anugerahkan kepada manusia berupa rahmat, maka tidak ada seorangpun yang dapat menahannya, dan apa saja yang ditahan oleh Allah, maka tidak ada seorangpun yang sanggup melepaskannya sesudah itu “.

(terjemahan Q.S Fatir : 2-3)\*)

Sukses yang sejati terletak pada kemampuan untuk merasakan pikiran bahagia

(Erbe Sentanu)\*\*)

---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. Al Qur'an Terjemahannya. Bandung : CV Penerbit Jamanut ' Ali-Art,

\*\*\*) Sentanu. E dalam Mustofa. A. 2007. Quantum Ikhlas Teknologi Aktivasi Kekuatan Hati. Jakarta : Elex Media Komputindo.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Turidi

NIM : 081810301054

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Penentuan Konsentrasi Optimal Pestisida Dengan Tingkat Pembasahan Maksimal Dengan Metode *Adsorption-Overlay*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2015  
Yang menyatakan,

Ahmad Turidi  
NIM 081810301054

**SKRIPSI**

**PENENTUAN KONSENTRASI OPTIMAL PESTISIDA DENGAN TINGKAT  
PEMBASAHAN MAKSIMAL DENGAN METODE  
ADSA-OVERLAY**

Oleh

Ahamd Turidi

NIM 081810301054

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Tri Mulyono. S.Si., M.Si

Dosen Pembimbing anggota : Dwi Indarti, S.Si, M.Si

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Penentuan Konsentrasi Optimal Pestisida Dengan Tingkat Pembasahan Maksimal Dengan Metode *Adsa-overlay*” telah disetujui dan disahkan

pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas  
Jember

**Tim Penguji**

Ketua (DPU),

Sekretaris (DPA),

Tri Mulyono. S.Si., M.Si  
NIP 196810021998021001

Dwi Indarti, S.Si, M.Si  
NIP 197409012000032004

**Anggota Tim Penguji**

Penguji I,

Penguji II,

Yeni Maulidah Muflihah SSi, M.Si.  
NIP 198008302006042002

Dr. Bambang Piluharto S.Si, M.Si.  
NIP 197107031997021001

Mengesahkan  
Dekan,

Prof. Drs, Kusno DEA., Ph.D.  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Penentuan Konsentrasi Optimal Pestisida Dengan Tingkat Pembasahan Maksimal Dengan Metode ADSA-Overlay;** Ahmad Turidi, 081810301054; 2015: 27 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengentahuan Alam Universitas Jember.

Petani dan pestisida adalah dua sisi yang sulit dipisahkan. Peningkatan hasil produk pertanian merupakan harapan petani. Peningkatan hasil produk pertanian merupakan harapan petani. Pestisida merupakan bahan kimia yang digunakan untuk memberantas hama sehingga dapat meningkatkan hasil tanam petani. Pestisida merupakan zat, senyawa kimia (zat pengatur tumbuh dan perangsang tumbuh), organis merenik, virus dan zat-zat lain yang digunakan untuk melakukan perlindungan tanaman atau bagian tanaman.

Setiap pestisida memiliki bahan aktif tertentu yang dalam penggunaannya memiliki dosis letal yang tertentu untuk makhluk hidup yang spesifik. Dosis letal adalah konsentrasi minimal yang dibutuhkan oleh suatu zat untuk membunuh organism tertentu dengan rasio tertentu. Penggunaan pestisida yang tidak tepat jenis maupun dosisnya akan berdatap pada pencemaran lingkungan.

Penggunaan pestisida harus dikontrol untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan resiko minimal. Salah satu faktor yang mempengaruhi efektifitas penggunaan pestisida adalah efek pembasahan pestisida terhadap tanaman. Efek pembasahan pestisida tersebut bergantung pada sudut kontak yang terjadi dari larutan pestisida yang dibuat. Semakin kecil sudut kontak yang terjadi maka efek pembasahan akan semakin besar dan efektivitas pestisida meningkat. Salah satu metode untuk mengukur sudut kontak yang baik adalah *Axisymetric Drop Shape Analysis* (ADSA). Penelitian ini akan melakukan pengukuran tegangan permukaan dari larutan pestisida dengan konsentrasi dan suhu pengukuran yang divariasikan. Pengukuran tegangan permukaan dilakukan dengan menggunakan metode ADSA-Overlay dan bentuk tetes

yang digunakan dalam pengukuran adalah *sessile drop*. Bidang permukaan yang digunakan untuk tempat kontak dengan tetes yang digunakan adalah sawi putih.

Kenaikan konsentrasi fipronil meningkatkan tingkat pembasahan pestisida regent 50 Sc. Sudut kontak larutan pestisida fipronil pada suhu 31°C untuk konsentrasi 50; 75; 100; 125; dan 150 ppm adalah 96,6°; 89,5°; 89,8°; 89,7°; dan 66,1°. Pengaruh suhu terhadap tingkat pembasahan larutan adalah semakin tinggi suhu maka semakin besar tingkat pembasahan larutan pestisida regent 50 Sc. Sudut kontak larutan pestisida regent 50 Sc cenderung semakin kecil dengan meningkatnya konsentrasi dan suhu.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala hidayah dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Penentuan Konsentrasi Optimal Pestisida Dengan Tingkat Pembasahan Maksimal Dengan Metode Ads-Overlay*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Bapak Tri Mulyono, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Dwi Indarti, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Ibu Yeni Maulidah Muflihah S.Si, M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dr. Bambang Piluharto S.Si, M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik, saran dan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini;
5. semua teknisi di Jurusan Kimia (mas Darma, mas Dulkolim, mbak Sari, mas Maryono dan Mbak Lisa) terima kasih atas dukungannya selama penelitian;
6. adik-adik angkatan jurusan kimia yang telah memberikan dukungan.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember Desember 2015

Penulis

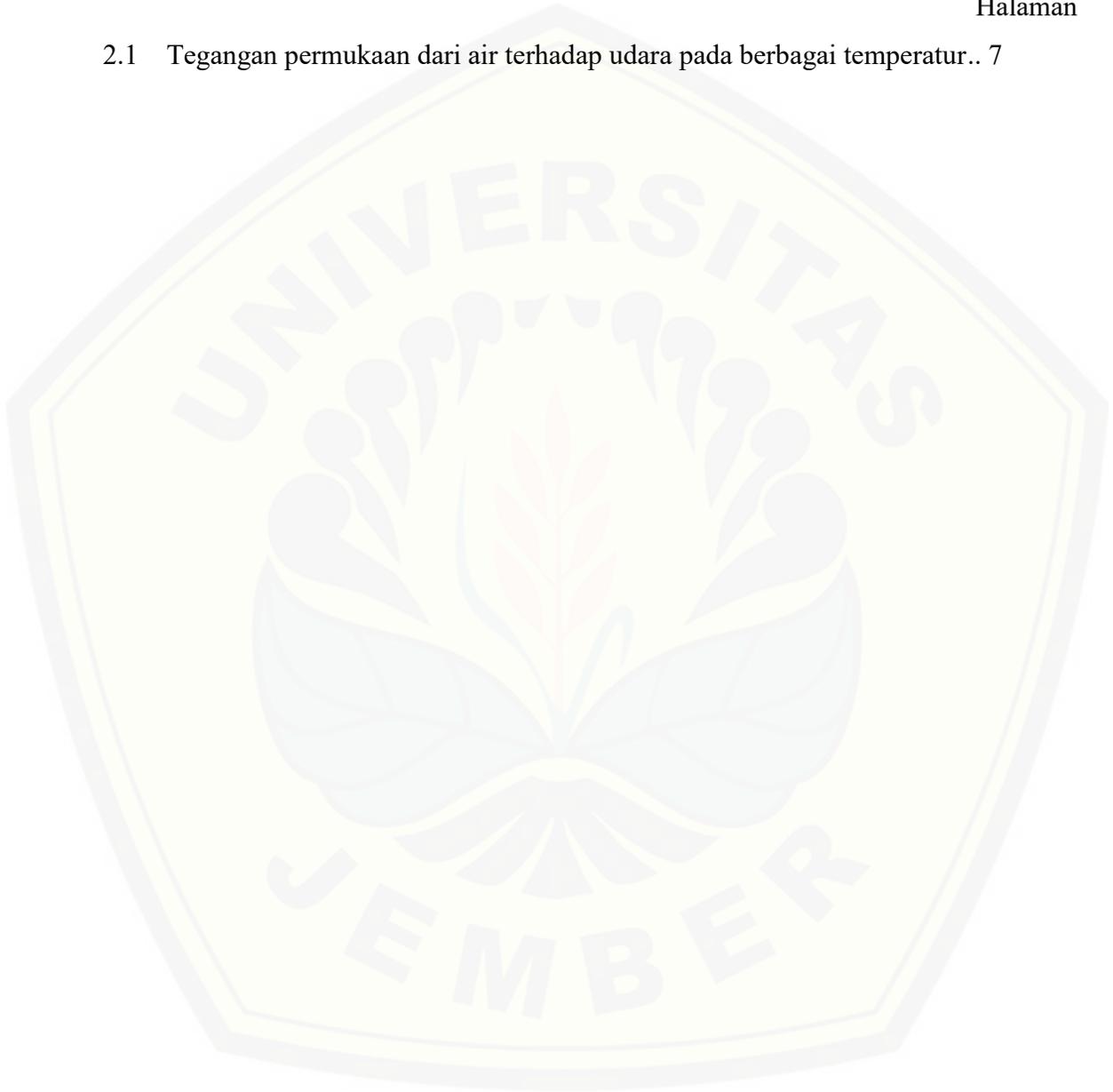
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN .....	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pestisida .....	4
2.2 Sudut Kontak dan Tegangan Permukaan .....	5
2.3 <i>Axisymmetric Drop Shape Analysis (ADSA)</i> .....	8
2.4 Metode Pengukuran Dengan Menggunakan <i>Axisymmetric Drop Shape Analysis(ADSA)</i> .....	9
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>	

<b>3.1 Waktu dan tempat penelitian .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Alat dan bahan .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Diagram alir penelitian .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Prosedur penelitian .....</b>	<b>17</b>
3.4.1 Perangkaian alat.....	17
3.4.2 Pembuatan sampel .....	17
3.4.3 Pengambilan gambar tetes .....	18
3.4.4 Penentuan sudut kontak .....	18
3.4.5 Penentuan konsentrasi pestisida optimal .....	18
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
<b>4.1 Fitting kurva teoritis terhadap gambar <i>sessile drop</i>.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Tingkat Pembasahan Pestisida Regent Terhadap Permukaan Sawi Putih.....</b>	<b>21</b>
<b>4.3 Hubungan Suhu Terhadap Sudut Kontak Pestisida Regent</b>	<b>24</b>
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>26</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>26</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>27</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>29</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Tegangan permukaan dari air terhadap udara pada berbagai temperatur..	7

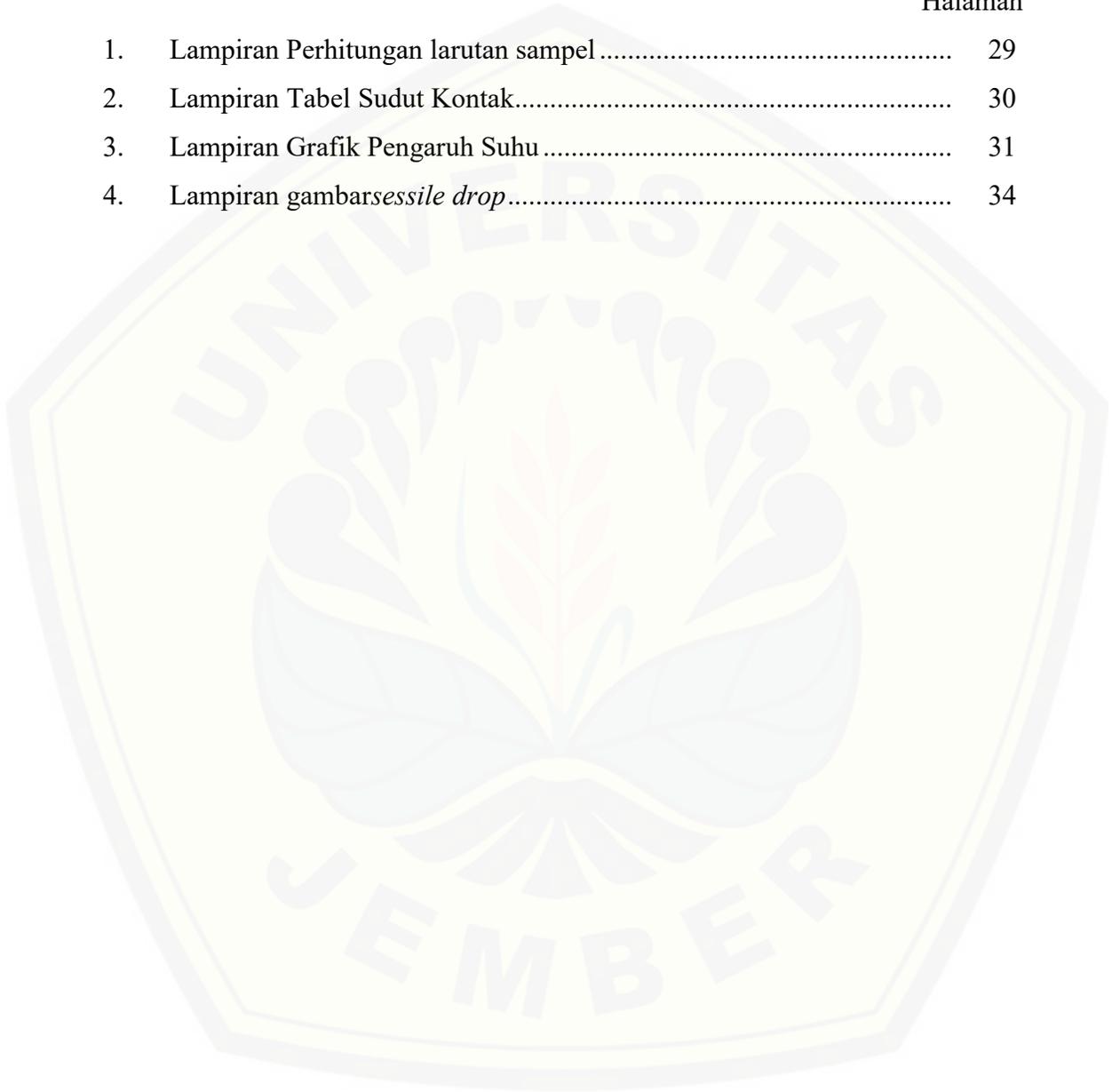


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur kimia fipronil .....	4
2.2 Sudut kontak yang dibentuk oleh sessile drop pada permukaan padatan yang homogen .....	5
2.3 Profil molekul dalam <i>sessile drop</i> .....	6
2.4 (a) <i>Pendant drop</i> dan (b) <i>sessile srop</i> .....	8
2.5 Diagram eksperimen ADSA untuk analisa <i>sessile</i> dan <i>pendant drop</i> ....	10
2.6 (a) Penggambaran teoritis dari sistem koordinat untuk dua fluida yang homogen yang dipisahkan oleh sebuah lapisan antarmuka. (b) perbandingan titik eksperimen dengan kurva Laplacian.....	11
2.7 Diagram skematik dari eksperimen ADSA untuk analisa <i>sessile</i> dan <i>pendant drop</i> .....	14
3.1 Diagram alir Penelitian .....	16
3.2 Set alat ADSA-Overlay .....	17
4.1 Proses penetesannya larutan fipronil pada permukaan sawi putih .....	19
4.2 Pengaruh konstanta b dan c pada bentuk kurva teoritis.....	20
4.3 Ikatan hidrogen yang terjadi dalam molekul air .....	21
4.4 Fipronil mengalami ikatan hidrogen dalam air.....	22
4.5 Pengaruh konsentrasi larutan terhadap sudut kontak pada suhu 31°C .	22
4.6 Gaya internal yang bekerja dalam <i>sessile drop</i> .....	23
4.7 Pengaruh suhu terhadap sudut kontak larutan fipronil .....	25

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
1. Lampiran Perhitungan larutan sampel .....	29
2. Lampiran Tabel Sudut Kontak.....	30
3. Lampiran Grafik Pengaruh Suhu .....	31
4. Lampiran gambar <i>sessile drop</i> .....	34



## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Petani dan pestisida adalah dua sisi yang sulit dipisahkan. Peningkatan hasil produk pertanian merupakan harapan petani. Pestisida merupakan bahan kimia yang digunakan untuk memberantas hama sehingga dapat meningkatkan hasil tanam petani. Penggunaan pestisida semakin hari semakin meningkat, namun tidak diimbangi dengan peningkatan pemahaman petani dalam menggunakan pestisida. Tingkat pengetahuan petani yang kurang tepat dalam menggunakan pestisida sebaiknya mulai diperbaiki. Pengetahuan yang kurang tepat dalam menggunakan pestisida akan berpengaruh pada perilaku yang kurang tepat oleh petani pada lahan pertanian (Catur, 2013).

Pestisida merupakan zat, senyawa kimia (zat pengatur tumbuh dan perangsang tumbuh), organisme renik, virus dan zat-zat lain yang digunakan untuk melakukan perlindungan tanaman atau bagian tanaman (SNI 7313:2008). Setiap pestisida memiliki bahan aktif tertentu yang dalam penggunaannya memiliki dosis letal yang tertentu untuk makhluk hidup yang spesifik. Dosis letal adalah konsentrasi minimal yang dibutuhkan oleh suatu zat untuk membunuh organisme tertentu dengan rasio tertentu (Larry, 1997). Penggunaan pestisida yang tidak tepat jenis maupun dosisnya akan berdampak pada pencemaran lingkungan (Anderson, 2006).

Penggunaan pestisida harus dikontrol untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan resiko minimal. Salah satu faktor yang mempengaruhi efektifitas penggunaan pestisida adalah efek pembasahan pestisida terhadap tanaman. Efek pembasahan pestisida tersebut bergantung pada sudut kontak yang terjadi dari larutan pestisida yang dibuat. Semakin kecil sudut kontak larutan pestisida terhadap permukaan daun yang terjadi maka efek pembasahan akan semakin besar dan efektivitas pestisida meningkat. Sudut kontak dipengaruhi oleh tegangan permukaan dari cairan tersebut, dan tegangan permukaan dipengaruhi oleh gaya-gaya yang bekerja dalam cairan tersebut seperti gaya van der Waals, dan ikatan hidrogen. Gaya internal cairan

dipengaruhi oleh suhu, semakin besar suhu maka gaya internal semakin kecil yang menyebabkan tegangan permukaan semakin kecil (Hoorfar dan Neumann, 2006). Penggunaan pestisida pada tanaman sebaiknya dilakukan pada waktu tertentu, ketika suhunya optimal untuk aplikasi pestisida tersebut. Penelitian untuk mencari konsentrasi pestisida yang paling optimal dengan efek pembasahan terbaik diperlukan untuk mengetahui konsentrasi yang tepat dari pestisida. Salah satu metode untuk mengukur sudut kontak yang baik adalah *Axisymmetric Drop Shape Analysis* (ADSA).

*Axisymmetric Drop Shape Analysis* (ADSA) merupakan metode yang didasarkan pada perbandingan bentuk tetes yang didapat dari eksperimen dengan model matematis dari persamaan Laplace klasik. Metode ini dapat digunakan untuk semua sistem fluida cair yang dapat dipresentasikan lewat persamaan kapilaritas Laplace. Penggunaan metode ADSA lebih dianjurkan karena metode ini dapat menggunakan analisa gambar digital yang mampu meningkatkan akurasi secara signifikan dibandingkan cara analog (Del Rio dan Neumann, 1997). Kelebihan lain dari ADSA adalah, metode ini mampu menghitung sudut kontak, volume dan luas permukaan secara bersamaan.

Penelitian ini akan melakukan pengukuran tegangan permukaan dari larutan pestisida dengan konsentrasi dan suhu pengukuran yang divariasikan. Pengukuran tegangan permukaan dilakukan dengan menggunakan metode ADSA-Overlay dan bentuk tetes yang digunakan dalam pengukuran adalah *sessile drop*. Bidang permukaan yang digunakan untuk tempat kontak dengan tetes yang digunakan adalah sawi putih yang didapatkan komersil di pasar tanjung.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Apakah sudut kontak dosis letal pestisida regent 50sc pada permukaan daun sawi putih sudah memiliki tingkat pembasahan yang baik?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi pestisida regent 50sc terhadap sudut kontak larutan pada permukaan daun sawi putih?

3. Bagaimana pengaruh suhu terhadap tingkat pembasahan dosis letal pestisida regent 50sc pada permukaan daun sawi putih?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui tingkat pembasahan dosis letal pestisida regent 50sc pada permukaan daun sawi putih.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi larutan pestisida terhadap sudut kontak.
3. Mengetahui pengaruh suhu terhadap tingkat pembasahan dosis letal pestisida regent pada permukaan daun sawi putih.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui konsentrasi optimal larutan pestisida dan sudut kontak pada daun sawi putih, dan memberikan informasi penggunaan pestisida yang baik.

### 1.5 Batasan Masalah

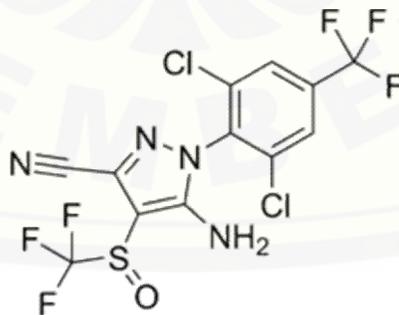
1. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah pestisida regent 50sc (Fipronil 50 g/liter).
2. Bentuk tetes yang dihasilkan mengikuti persamaan Laplacian.
3. Bidang permukaan yang digunakan adalah sawi putih yang didapatkan di Pasar Tanjung.
4. Suhu yang digunakan pada persamaan ini adalah  $27^{\circ}\text{C}$ ,  $29^{\circ}\text{C}$ ,  $31^{\circ}\text{C}$ ,  $33^{\circ}\text{C}$ ,  $35^{\circ}\text{C}$ .
5. Tingkat pembasahan diekspresikan oleh sudut kontak.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pestisida

Regent merupakan pestisida berbahan aktif fipronil yang merupakan famili dari golongan kimia *phenilpyrazol*. Fipronil adalah insektisida yang mengganggu sistem saraf pusat dari serangga dengan cara memblokir gerbang asam gamma-aminobutirat pada sistem saraf sehingga ion klorida tidak dapat masuk dalam sel dan menyebabkan sel saraf keracunan (Raymond *et al*, 2005), struktur kimia fipronil seperti gambar 2.1. Fipronil merupakan racun dengan kerja yang lambat, sehingga serangga yang terkena fipronil dapat kembali ke koloninya. Dosis letal untuk serangga hama seperti wereng adalah 50 g/kg. Pada kasus kecoa dan semut, feses dan bangkainya mengandung fipronil yang cukup untuk membunuh seluruh koloni. Dampak penggunaan fipronil pada alam adalah sebagai berikut,

1. Fipronil sangat beracun untuk ikan dan hewan air yang tidak bertulang belakang, tetapi sangat mudah berikatan dengan endapan air, dan kelarutannya dalam air yang kecil mengurangi potensi pencemaran air (NPIC, 2009).
2. Fipronil beracun untuk lebah, sehingga penggunaannya tidak dianjurkan pada saat terdapat lebah (Miller, 1997).
3. Hasil metabolisme fipronol terbukti beracun pada burung, tetapi fipronil tidak berdampak pada burung (Maddison *et al*, 1996).

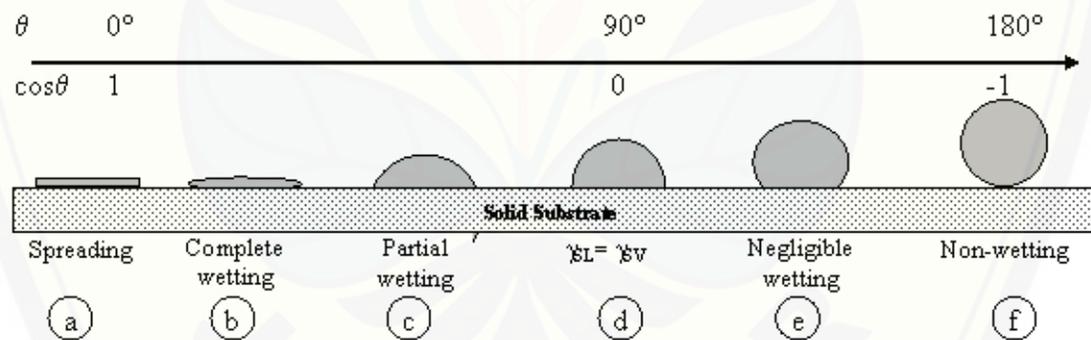


Gambar 2.1 Struktur kimia Fipronil (NPIC, 2009)

Organisme renik dan cahaya matahari akan mengurai secara alami fipronil yang terdapat di tanah. Waktu paruh dari fipronil yang terdapat di tanah adalah sekitar 125 hari. Keterikatannya yang kuat dengan tanah dan kelarutannya yang kecil dalam air membuat fipronil memiliki kemungkinan yang kecil untuk mencemari air tanah. Fipronil yang terdapat dalam air akan bereaksi dengan air tersebut dengan bantuan sinar matahari dengan waktu paruh sekitar 4-12 jam (Miller, 1997).

Dengan waktu paruh yang relatif lama penggunaan pestisida sebaiknya digunakan dengan konsentrasi yang tidak berlebihan sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada alam. Tingkat pemahaman petani dalam penggunaan pestisida yang rendah menyebabkan penggunaan pestisida secara berlebihan (Catur, 2013). Pengukuran sudut kontak larutan perlu dilakukan untuk menentukan konsentrasi pestisida dengan efek pembasahan yang maksimal.

## 2.2 Sudut Kontak dan Tegangan Permukaan



Gambar 2.2 Sudut kontak yang dibentuk oleh sessile drop pada permukaan padatan yang homogen

Topik pembasahan telah mendapatkan banyak perhatian dari segi fundamental dan aplikasinya. Efek pembasahan memiliki banyak peran penting dalam industri, seperti pelumasan, pelapisan, percetakan, dan pembasahan dengan semprotan (Prabhu, *et al*, 2009). Kajian tentang efek pembasahan biasanya menggunakan sudut kontak fluida terhadap permukaan padat sebagai data primer, yang mengindikasikan

tingkat pembasahan ketika zat cair dan padat berinteraksi. Sudut kontak ( $\ll 90^\circ$ ) pada gambar 2.2 b dan 2.2 c mengindikasikan efek pembasahan yang besar dan sudut kontak ( $\gg 90^\circ$ ) seperti gambar 2.2 e mengindikasikan efek pembasahan yang kecil (Njubuenwu *et al*, 2007).

Tegangan permukaan adalah fenomena permukaan cairan berperilaku seperti lapisan yang memiliki tegangan (Young dan Freedman, 2000). Molekul-molekul dalam cairan memberikan gaya tarik antara satu dengan yang lainnya. Gaya yang berkerja ini diantaranya adalah gaya van der Waals, gaya dipol dan gaya dari ikatan hidrogen. Molekul-molekul ini memiliki gaya total yang besarnya sama dengan nol untuk molekul dalam cairan, tetapi untuk molekul yang berada di permukaan cairan akan memiliki gaya total dimana molekulnya ditarik ke dalam cairan. Sebuah tetes air hujan yang jatuh bebas cenderung berbentuk bola karena bentuk bola memiliki luas permukaan yang lebih kecil dibanding bentuk lainnya untuk jumlah volume yang sama (Bruce, 2002).



Gambar 2.3 Profil molekul dalam *sessile drop* (Bruce, 2002).

Konsekuensinya, sebuah gaya tarik dapat dianggap bekerja pada bidang permukaan sepanjang suatu garis permukaan seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.3. Intensitas gaya tarik molekul per satuan panjang sepanjang suatu garis di permukaan ini disebut tegangan permukaan dan dilambangkan dengan huruf Yunani  $\sigma$  (sigma) (Bruce, 2002). Nilai-nilai tegangan permukaan yang didapatkan dari percobaan seperti yang terdapat pada tabel 2.1. Umumnya nilai tegangan permukaan akan berkurang jika suhunya meningkat. Tegangan permukaan dalam suatu tetesan zat cair dapat dihitung dengan cara, jika butiran bulat tetesan zat cair tersebut dipotong separuhnya, gaya yang timbul pada sekeliling tepinya karena tegangan

permukaan adalah  $2\pi R\sigma$ . Gaya ini harus diimbangi oleh perbedaan tekanan ( $\Delta p$ ) antara tekanan dalam ( $p_i$ ) dan tekanan luar ( $p_e$ ) yang bekerja pada permukaan bundar ( $\pi R^2$ )

$$2\gamma R\sigma = \Delta p\gamma R^2 \quad (1)$$

sehingga

$$\Delta P = p_i - p_e = \frac{2\sigma}{R} \quad (2)$$

dari sini dapat diketahui bahwa tekanan dalam tetesan lebih besar dari pada tekanan yang mengelilinginya (Bruce, 2002).

Tabel 2.1 Tegangan permukaan dari air terhadap udara pada berbagai temperatur.

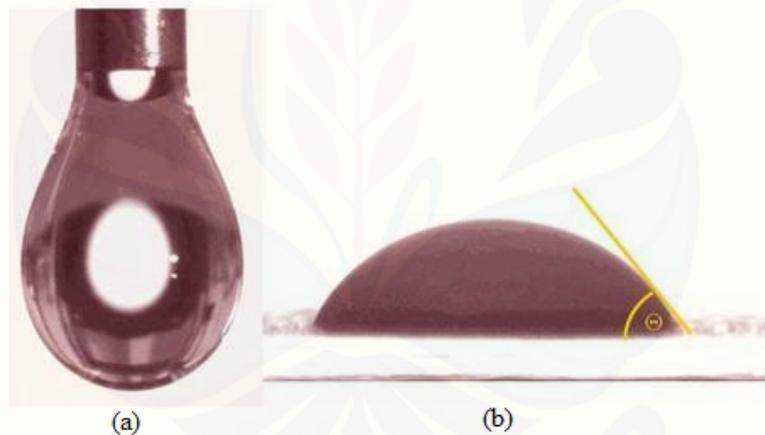
Temperatur (°C)	Tegangan permukaan (dyne/cm)	Temperatur (°C)	Tegangan Permukaan (Dyne/cm)
0	75.6	30	71.18
5	74.9	40	69.56
10	74.2	50	67.91
15	73.49	60	66.18
18	73.05	70	64.4
20	72.75	80	62.6
25	71.97	100	58.9

(Lide, 2005).

Metode yang digunakan untuk pengukuran tegangan permukaan sudah banyak dikembangkan. ADSA adalah metode pengukuran tegangan permukaan yang sampai saat ini dianggap sebagai metode yang paling simpel dan tidak memiliki keterbatasan dibandingkan dengan metode-metode sebelumnya.

## 2.2 *Axisymmetric Drop Shape Analysis (ADSA)*

Metode bentuk tetes telah dikembangkan untuk menentukan tegangan antarmuka dan sudut kontak dari sistem cair-uap ataupun cair-cair dari bentuk sessile drop dan pendant drop, dan gelembungnya. Gambar 2.4 menggambarkan bentuk dari *pendant drop* dan *sessile drop*. Pada dasarnya bentuk tetesan ditentukan oleh kombinasi dari tegangan permukaan dan gaya gravitasi. Tegangan permukaan cenderung membuat bentuk tetes menjadi bulat, sedangkan gaya gravitasi cenderung membuat bentuk dari *pendant drop* memanjang atau meratakan bentuk dari *sessile drop*. Ketika tegangan permukaan dan gaya gravitasi sebanding maka, pada dasarnya kita dapat menentukan tegangan permukaan dengan menganalisa bentuk tetesan yang terbentuk.



Gambar 2.4 (a) *Pendant drop* dan (b) *sessile srop*

Kelebihan dari metode penentuan menggunakan bentuk tetes cukup banyak, jika dibandingkan dengan metode seperti teknik *Wilhelmy Plate* Jumlah cairan (sampel) yang digunakan sedikit, relatif lebih mudah dilakukan, dapat digunakan dalam berbagai eksperimen yang sulit. Pada metode *ADSA*, parameter yang perlu diatur untuk menentukan tegangan antarmuka relatif sedikit, zat yang dapat digunakan cukup luas, mulai dari cairan organik sampai logam cair, dan dari pelarut

murni sampai larutan pekat, sehingga metode ini dapat digunakan untuk menentukan tegangan permukaan untuk percobaan dengan bahan yang sulit. ADSA memiliki potensi untuk menentukan tegangan antar muka pada sistem yang dinamis, karena profile dari tetesan dapat disimpan dalam bentuk gambar digital (Del Rio dan Neumann, 1997). Metode ADSA memiliki keterbatasan dalam aplikasinya disamping kelebihan terhadap metode pengukuran yang lain. Hasil yang tidak konsisten didapatkan dari tetes yang memiliki bentuk mendekati bentuk bola (Hoorfar dan Neumann, 2006).

Keseimbangan antara tegangan permukaan dengan gaya eksternal, seperti gravitasi, dapat diproyeksikan dalam persamaan kapilaritas Laplace. Persamaan Laplace merupakan persamaan yang menjelaskan tentang kondisi kesetimbangan mekanis dari dua fluida homogen yang dipisahkan oleh sebuah permukaan. Persamaan ini menghubungkan perbedaan pada permukaan lengkung dengan tegangan permukaan dan lengkungan permukaannya.

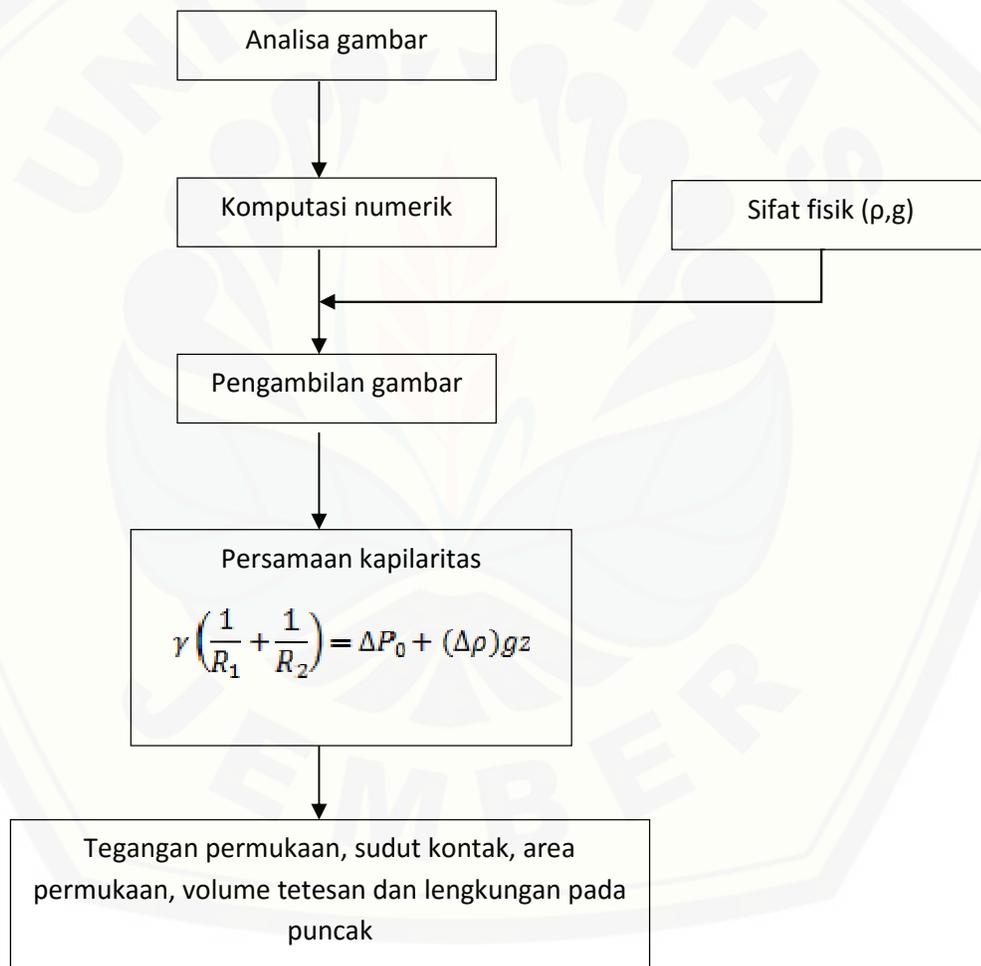
$$\gamma \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \Delta P \quad (3)$$

$R_1$  dan  $R_2$  adalah dua jari-jari kelengkungan dan  $\Delta P$  adalah perbedaan tekanan pada sebarang antarmuka sistem tersebut. Dengan diketahuinya nilai tegangan permukaan ( $\gamma$ ), maka bentuk tetesan dapat ditentukan. Sebaliknya, dari bentuk tetes dapat ditentukan tegangan permukaannya, meskipun secara signifikan ini lebih sulit dilakukan (Lahooti, et al, 1996).

### 2.3 Metode Pengukuran Dengan Menggunakan *Axisymmetric Drop Shape Analysis* (ADSA)

Penentuan sifat antarmuka dari *sessile* dan *pendant drop* melibatkan beberapa proses, diantaranya pengambilan gambar, pemrosesan gambar, dan komputasi numerik. Gambar 2.5 menunjukkan prosedur umum dari metode ADSA untuk menentukan sifat antar muka dari profil *pendant* atau *sessile drop*. Koordinat profil tetesan (profil eksperimental) dari gambar tetesan menggunakan pemrosesan analisa

gambar. Profil eksperimental dan sifat fisik, seperti massa jenis dan gaya grafitasi, merupakan input untuk skema numerik yang digunakan untuk menepatkan (*fitting*) rangkaian kurva Laplacian yang diketahui nilai tegangan permukaannya pada profil eksperimental. Kurva yang paling tepat digunakan untuk menentukan tegangan antarmuka cair-fluida, sudut kontak (dalam kasus *sessile drop*), volume tetesan, area permukaan, jari-jari kelengkungan pada puncak, dan jari-jari lingkaran kontak antara cairan dan padatan (pada *sessile drop*).



Gambar 2.5 Diagram eksperimen ADSA untuk analisa *sessile* dan *pendant drop* (Hoorfar dan Neumann, 2006).

Penentuan sifat antarmuka dengan menggunakan ADSA dilakukan melalui 3 tahap, yaitu:

### 1. Pengambilan gambar

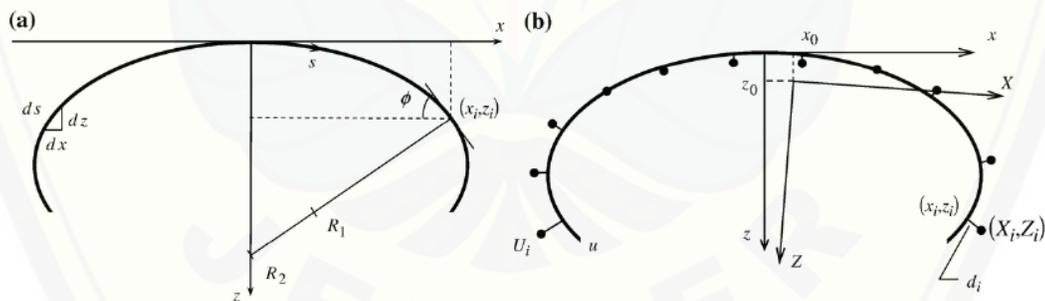
Gambar dari *pendant dan sessile drop* didapatkan menggunakan skema eksperimen seperti pada gambar 2.5. Pengambilan gambar tetes dilakukan dengan menggunakan kamera digital dan gambar yang didapatkan disimpan dalam memori komputer untuk digunakan dalam software ADSA.

### 2. Penentuan profil tetes

Penentuan profil tetes dilakukan dengan memilih titik-titik optimal pada profil tetes tersebut untuk digunakan sebagai acuan dalam menentukan bentuk persamaan laplace.

### 3. Optimasi numerik

Bagian utama dari metode ini adalah proses optimisasi sejumlah kurva laplacian dicocokkan (*fitting*) terhadap profil tetes eksperimen. Kurva laplacian yang digunakan didapatkan dengan mensubstitusikan beberapa angka perkiraan dalam persamaan yang digunakan.



Gambar 2.6 (a) Penggambaran teoritis dari sistem koordinat untuk dua fluida yang homogen yang dipisahkan oleh sebuah lapisan antarmuka. (b) perbandingan titik eksperimen dengan kurva Laplacian.

Bagian utama dari skema numerik pada ADSA adalah proses optimisasi kurva laplacian. kurva teoritis ditepatkan pada profil eksperimental. Kurva teoritis dihasilkan dari mengintegrasikan persamaan kapilaritas Laplace (persamaan (3))

untuk nilai tegangan permukaan dan lengkungan puncak dari tetes yang telah ditentukan. Gambar 2.6 Mengilustrasikan sistem koordinasi yang menjelaskan sistem eksperimen ADSA. Dua jari-jari kelengkungan pada titik manapun dapat diperoleh dengan cara memasang sebuah garis normal pada titik yang dicari, kemudian melewati sebuah bidang melalui permukaan yang mengandung garis normal tersebut.

Pada umumnya garis potong antara bidang dan permukaan akan melengkung dan menghasilkan jari-jari kelengkungan pertama ( $R_1$ ). Jari-jari kelengkungan kedua ( $R_2$ ) bisa didapatkan dengan melewati bidang yang tegak lurus dari bidang pertama pada permukaannya, bidang ini harus memiliki garis normal. Jika bidang pertama dirotasikan sebanyak  $360^\circ$ , maka jari-jari kelengkungan pertama akan melewati keadaan dengan nilai yang minimum, dan nilai minimum ini disebut jari-jari kelengkungan pokok. Jari-jari kelengkungan pokok kedua didapatkan dari bidang kedua yang ikut berotasi dengan bidang pertama dengan sudut yang tetap terhadap bidang pertama. Perbedaan tekanan tidak terpengaruh dari cara  $R_1$  dan  $R_2$  dipilih, dan jumlah dari

$$\left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (4)$$

tidak tergantung pada bagaimana bidang pertama dipilih. Jumlah ini sering disebut sebagai kelengkungan rata-rata pada permukaan. Jika seluruh gaya eksternal selain gaya gravitasi dihilangkan, maka perbedaan tekanan ( $\Delta P$ ) akan sebanding dengan ketinggian permukaan sesuai dengan persamaan

$$\Delta P = \Delta P_0 + (\Delta \rho)gz \quad (5)$$

Lapisan antarmuka diasumsikan simetri terhadap sumbu  $z$ , maka jari-jari kelengkungan pokok pertama ( $R_1$ ) berhubungan dengan panjang kelengkungan ( $s$ ) dan sudut kelengkungan lapisan antarmuka terhadap bidang horizontal ( $\phi$ ), sehingga

$$\frac{1}{R_1} = \frac{d\phi}{ds} \quad (6)$$

dan jari-jari kelengkungan kedua ( $R_2$ ) adalah

$$\frac{1}{R_2} = \frac{\sin \emptyset}{x} \quad (7)$$

Kelengkungan pada puncak akan konstan pada semua arah dan dua jari-jari kelengkungan pokok akan sama, sehingga

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_0} = b \quad (8)$$

$R_0$  dan  $b$  masing-masing merupakan jari-jari kelengkungan dan kelengkungan awal. Kemudian dari persamaan (3), perbedaan tekanan pada awal kelengkungan dapat ditulis sebagai

$$\Delta P_0 = 2b\gamma \quad (9)$$

dengan mensubstitusikan persamaan (6), (7), dan (9) pada persamaan (3), dan menjelaskan konstanta kapiler,  $c$ , maka akan menghasilkan

$$\frac{d\emptyset}{dz} = 2b + cz - \frac{\sin \emptyset}{x} \quad (10)$$

$$c = \frac{(\Delta\rho)g}{\gamma} \quad (11)$$

dimana konstanta kapiler memiliki nilai positif untuk *sessile drop* dan nilai negatif untuk *pendant drop*. Persamaan (10) bersama dengan hubungan geometris

$$\frac{dx}{ds} = \cos \emptyset \quad (12)$$

$$\frac{dz}{ds} = \sin \emptyset \quad (13)$$

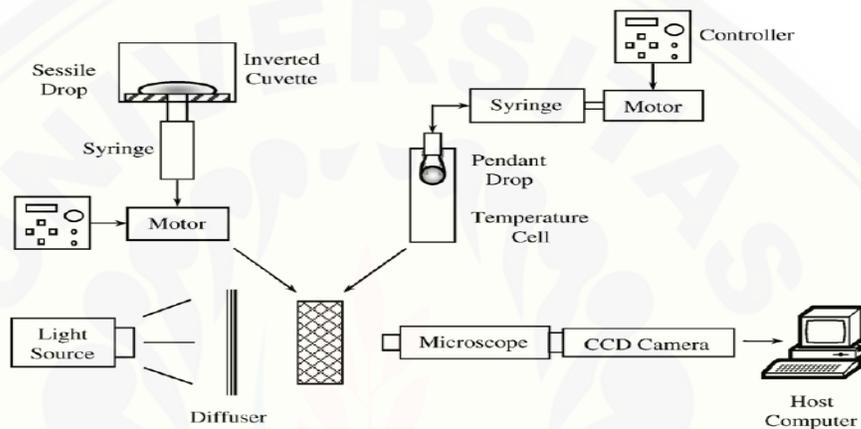
membentuk sebuah set persamaan diferensial untuk  $x$ ,  $z$ , dan  $\emptyset$  sebagai sebuah fungsi untuk panjang lengkungan dengan kondisi

$$x(0) = z(0) = \emptyset(0) = 0 \quad (14)$$

dan pada saat  $s=0$ , maka

$$\frac{d\emptyset}{ds} = b \quad (15)$$

oleh karena itu bentuk sempurna dari kurva antar muka fluida-cair simetri sumbu Laplacian bisa didapatkan dengan mengintegrasikan secara bersamaan set persamaan diatas (persamaan (10),(12), dan(13)) dengan nilai b dan c yang telah ditentukan. Nilai ini dapat ditentukan oleh peneliti ataupun didapatkan dari hasil gambar sebelumnya (Lahooti, et al, 1996).



Gambar 2.7 Diagram skematik dari eksperimen ADSA untuk analisa *sessile* dan *pendant drop* (Hoorfar dan Neumann, 2006).

Gambar 2.7 menunjukkan diagram skematik eksperimen ADSA. Metode ADSA menempatkan fluida dalam syringe yang diberi motor. Fluida ditekan keluar menggunakan motor sehingga membentuk tetesan (*sessile drop* dan *pendant drop*). Tetesan yang terjadi difoto dengan menggunakan kamera resolusi tinggi dan gambar yang didapat disimpan dalam komputer.

## BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2015 hingga bulan Mei 2015.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

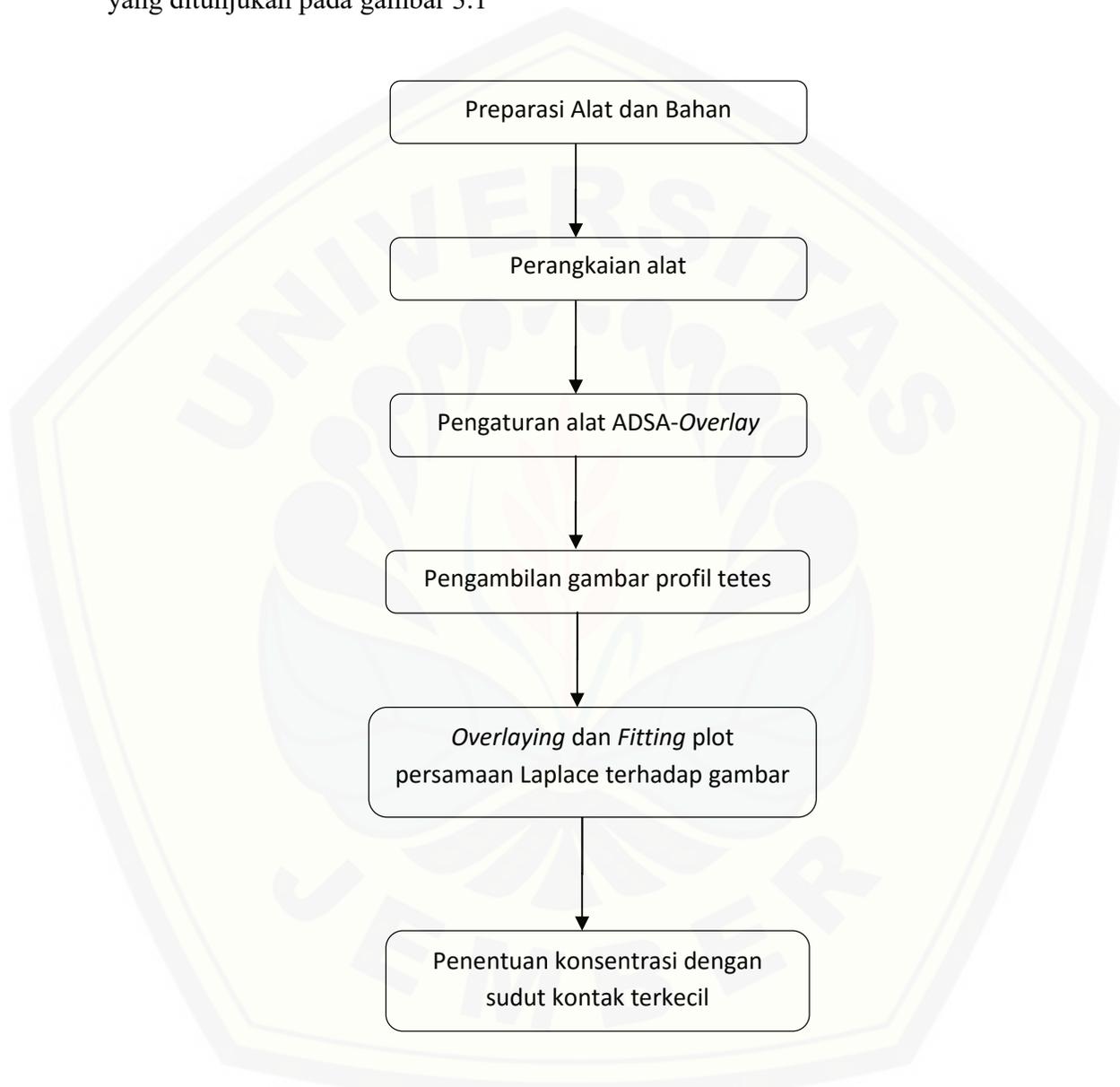
Alat yang digunakan dalam penelitian ini Ball pipet, Beaker Glass, Botol semprot, Pipet Mohr, Labu ukur 1L, Pipet mikro, Statif, Syringe, Termometer, *infussion set*, Pompa air mini, Peltier, Software LABVIEW 2012, Komputer Personal, Mikroskop Digital.

#### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah adalah Aquades, pestisida regent 50sc, Sawi putih.

### 3.3 Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1

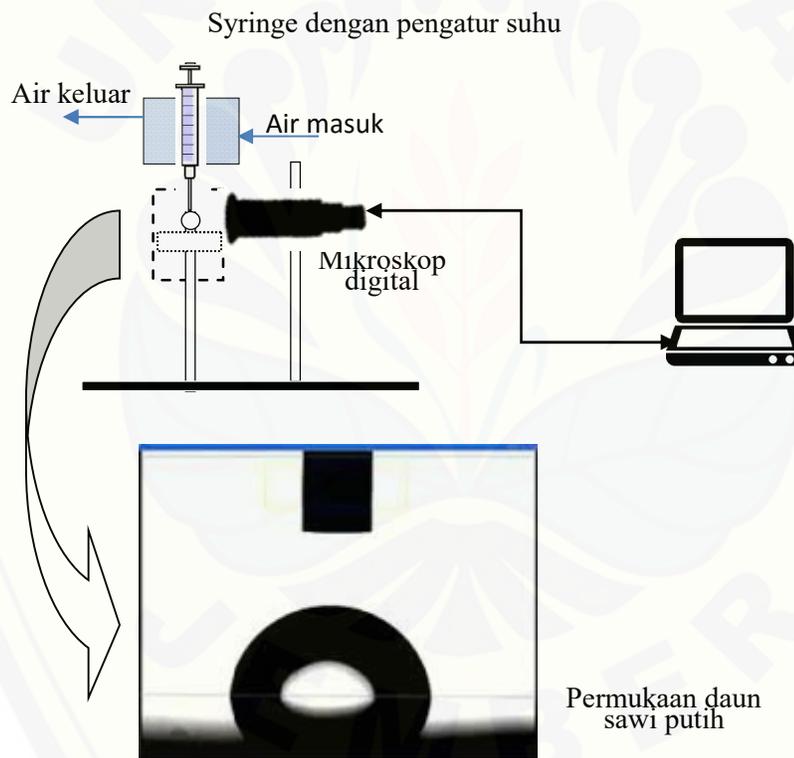


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Perangkaian Alat

Set alat ADSA-Overlay disusun sesuai gambar 3.2. *Syringe* dengan perangkat pengatur suhu dipasang pada tiang statis dengan posisi vertikal terhadap meja. *Sessile drop* ditempatkan pada lembaran daun sawi putih dengan cara membuat tetesan menggantung pada *syringe*, tetes tersebut ditempelkan pada permukaan daun sawi. Mikroskop yang telah dipasang sedemikian rupa pada statif lain disambungkan dengan komputer dengan program ADSA-Overlay sehingga gambar tetesan yang didapatkan jelas.



Gambar 3.2 Set Alat ADSA-Overlay

#### 3.3.2 Pembuatan Sampel

Sampel dengan konsentrasi fipronil 50; 75; 100; 125; 150 ppm dibuat dengan melarutkan pestisida regent 50sc sebanyak masing-masing 1; 1,5; 2; 2,5; 3 ml ke

dalam 1 liter aquades dalam labu ukur 1 L. Sampel reagent 50sc sebanyak 1 ml dimasukan dalam labu ukur 1 L untuk mendapatkan sampel dengan konsentrasi 50 ppm (konsentrasi reagent 50sc sesuai petunjuk penggunaan), aquades dimasukan ke dalam labu ukur 1 L sampai tanda batas. Proses ini diulang menggunakan reagent 50sc dengan volume 1,5; 2; 2,5; 3 ml untuk masing-masing mendapatkan sampel dengan konsentrasi 75; 100; 125; 150 ppm

### 3.3.3 Pengambilan gambar tetes

Sampel dengan konsentrasi 50 ppm diatur suhunya pada 25°C dan ditetaskan menggunakan *syringe* pada daun sawi. Gambar *sessile drop* diambil menggunakan mikroskop digital yang dihubungkan pada komputer personal. Pengambilan Gambar *sessile drop* diulangi dengan sampel pada suhu 27°, 29°, 31°, 33°, dan 35°C sebanyak 3 kali, pengambilan gambar diulangi untuk sampel reagen dengan konsentrasi 75; 100; 125; 150 ppm.

### 3.3.4 Penentuan sudut kontak

Plot persamaan Laplace ditumpukan (*overlaying*) pada gambar yang telah didapat. Plot persamaan Laplace divariasikan konstanta b dan c-nya sehingga plot yang didapat semirip mungkin dengan gambar profil tetes cairan yang didapat (*fitting*) (metode numerik). Persamaan yang digunakan dalam program ADSA-Overlay adalah persamaan (10), (12), dan (13) dengan syarat persamaan (14). Penyelesaian persamaan (10), (12), dan (13) menggunakan metode *runge-kutta* sehingga didapatkan sudut kontak larutan.

### 3.3.5 Penentuan Konsentrasi Pestisida Regent Optimal

Konsentrasi pestisida Regent 50sc optimal ditentukan dengan cara memilih konsentrasi dimana sudut kontak yang paling kecil dengan konsentrasi yang paling mendekati dosis pemakaian (50-150 ppm).