

**PENGARUH MEDAN MAGNET DAN PENAMBAHAN
ANTIOKSIDAN TERHADAP *INTERFACIAL INSTABILITY* MINYAK
JAGUNG DALAM *HELE SHAW CELL***

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



FITRIYANI AGUSTINI

NIM. 135060201111088

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG**

2017

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH MEDAN MAGNET DAN PENAMBAHAN ANTIOKSIDAN TERHADAP *INTERFACIAL INSTABILITY* MINYAK JAGUNG DALAM *HELE SHAW CELL*

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



FITRIYANI AGUSTINI

NIM. 135060201111088

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 4 Agustus 2017

Dosen Pembimbing I

Prof. Ir. I.N.G Wardana, M.Eng., PhD
NIP. 19590703 198303 1 002

Dosen Pembimbing II

Haslinda Kusumaningsih, ST., M.Eng
NIP. 19890102 201504 2 002

Mengetahui,
Kepala Program Studi S1



Dr. Endang Widya Wijayanti, ST., MT.
NIP. 19750802 199903 2 002

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya, tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur penjiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 Pasal 25 ayat (2) dan Pasal 70).

Malang, 31 Juli 2017

Mahasiswa,



Fitriyani Agustini

NIM. 135060201111088

JUDUL SKRIPSI :

**PENGARUH MEDAN MAGNET DAN PENAMBAHAN ANTIOKSIDAN TERHADAP
INTERFACIAL INSTABILITY MINYAK JAGUNG DALAM HELE SHAW CELL**

Nama Mahasiswa : Fitriyani Agustini

NIM : 135060201111088

Program Studi : Teknik Mesin

Konsentrasi : Konversi Energi

KOMISI PEMBIMBING :

Dosen Pembimbing I : Prof. Ir. I.N.G Wardana, M.Eng., PhD

Dosen Pembimbing II : Haslinda Kusumaningsih, ST., M.Eng

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji I : Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.

Dosen Penguji II : Winarto, ST., MT., Ph.D.

Dosen Penguji III : Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng., Ph.D

Tanggal Ujian : 31 Juli 2017

SK Penguji : 950/UN10.6/SK/2017

*Untuk Ayah, Ibu, dan Kakak-kakak Tercinta
Terimakasih dari hati yang paling dalam,
telah menjadi inspirasi dan motivator terbesar dalam hidupku*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul, **“Pengaruh Medan Magnet dan Penambahan Antioksidan Terhadap *Interfacial Instability* Minyak Jagung dalam *Hele Shaw Cell*”** dengan baik. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu, membimbing, memberi petunjuk, dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini :

1. Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M. Eng. selaku Ketua Jurusan dan Purnami, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran proses administrasi.
2. Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran administrasi.
3. Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT. selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Konsentrasi Konversi Energi.
4. Prof. Ir. ING Wardana, M.Eng., PhD selaku dosen pembimbing I yang telah memberi banyak saran, masukan, dan motivasi dalam penyusunan skripsi.
5. Haslinda Kusumaningsih, ST., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan motivasi, saran, dan peraturan berupa *timeline*, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi tepat waktu.
6. Seluruh Dosen Pengajar, Staf Administrasi, dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah memberikan banyak ilmu dan bantuannya untuk mendukung penyusunan skripsi ini.
7. Kedua orang tua tercinta, Riyadi dan Rohaini, serta kakak Iwan, kakak Diah, dan kakak Iman. Terima kasih tak terhingga atas seluruh doa, nasihat, inspirasi, dan dukungan yang telah diberikan.
8. Keluarga Besar Asisten Motor Bakar, Bapak Dr.Eng., Mega Nur Sasongko, ST.,MT. selaku kepala laboratorium, Eko Slamet M selaku Laboran, serta seluruh Asisten Laboratorium: Bayu, Fariz, Adimas, Welly, Sudar, Mas Andre, Mas Alfian, Eka, dan Ichsan.

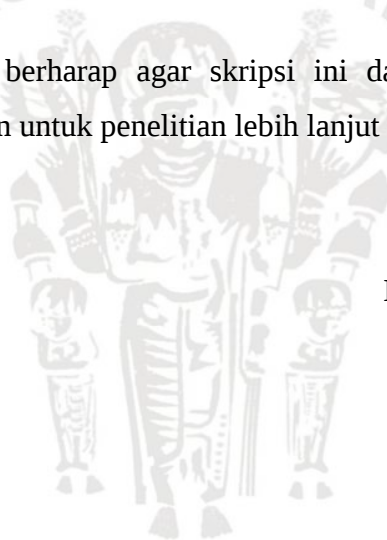
9. Teman – teman kelompok skripsi Anti Tengik : Lukman, Munif, dan Tio yang sudah saling membantu dalam proses pengerjaan skripsi.
10. Teman – teman Putri Mesin 2013 : Lucky, Ayu, Mesti, Maghfira, Desy, Safira, Meylisa, dan Lenny, terima kasih atas kebersamaan dan kenangan yang tidak terlupakan selama ini
11. Teman-teman Mesin 2013 ‘Susah Seneng Tanggung Bareng’, terima kasih atas solidaritas, kebersamaan, dan semua memori yang tak akan pernah terlupakan.
12. Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi penyusunan skripsi dengan baik.

Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna bagi kita semua sehingga dapat menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut untuk kemajuan kita bersama.

Malang, Juli 2017

Penulis



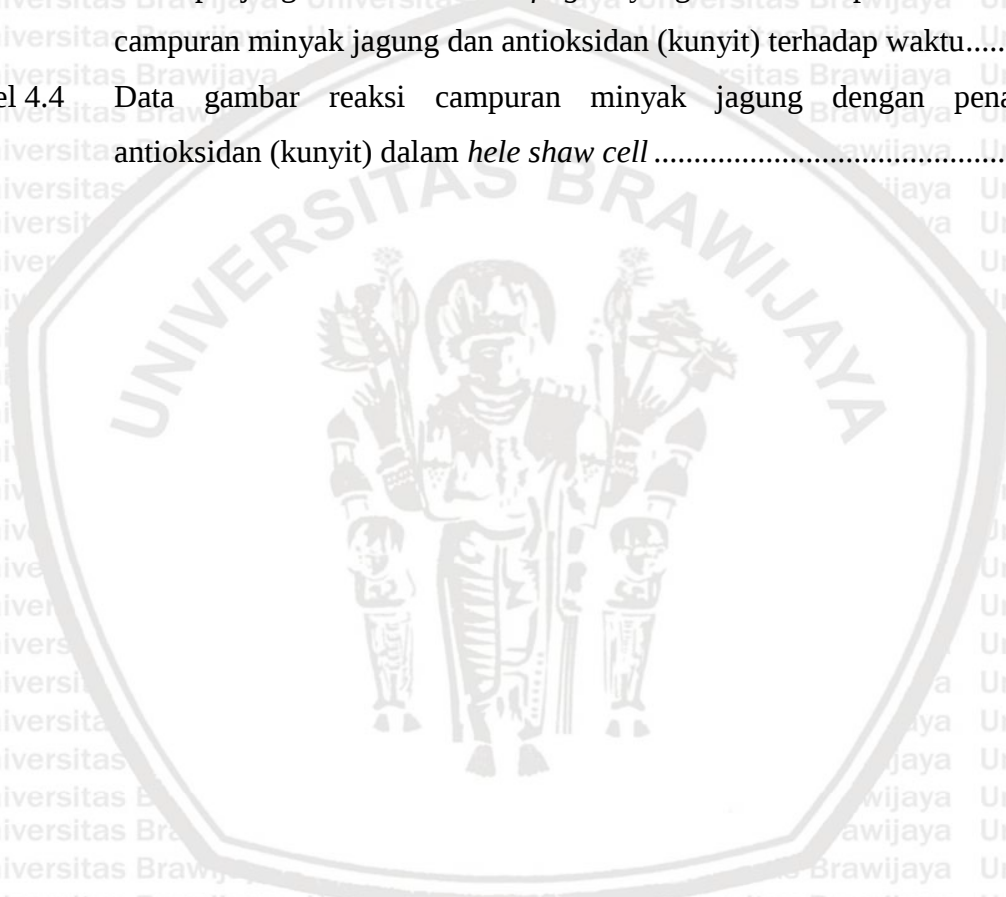
DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Minyak Jagung.....	6
2.3 Laju Reaksi	8
2.4 Energi Disosiasi Ikatan	9
2.5 Antioksidan.....	9
2.6 Kunyit	9
2.7 Medan Magnet.....	11
2.7.1 Pengertian Medan Magnet.....	11
2.7.2 Sifat Medan Magnet	11
2.8 Ketidakstabilan Antarmuka (<i>Interfacial Instability</i>)	13
2.9 Tegangan Permukaan.....	14
2.10 Viskositas.....	14
2.11 <i>Hele Shaw Cell</i>	15
2.12 Kerangka Konsep Penelitian.....	16
2.13 Hipotesis.....	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Metode Penelitian	21
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	21

3.3 Variabel Penelitian	21
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.5 Skema Instalasi Penelitian	25
3.6 Prosedur Pengambilan Data	26
3.7 Diagram Alir Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Pengolahan Data	31
4.1.1 Tabel Pengolahan Data	31
4.2 Kerangka Konsep Pembahasan	32
4.3 Pembahasan dan Analisa Grafik	35
4.3.1 Analisa Grafik Hubungan Waktu terhadap Luas Reaksi <i>Viscous Finger</i>	35
4.3.2 Analisa Grafik Hubungan Waktu terhadap Keliling Reaksi <i>Viscous Finger</i>	36
4.3.3 Analisa Grafik Hubungan Waktu terhadap Panjang Radius <i>Viscous Finger</i>	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Komposisi Asam Lemak Minyak Jagung	7
Tabel 4.1	Data luas daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu	29
Tabel 4.2	Data keliling daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu	29
Tabel 4.3	Data panjang radius <i>viscous finger</i> yang terbentuk pada daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu.....	29
Tabel 4.4	Data gambar reaksi campuran minyak jagung dengan penambahan antioksidan (kunyit) dalam <i>hele shaw cell</i>	29



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Tabel 2.2	Minyak Jagung.....	6
Tabel 2.3	Susunan ikatan molekul <i>triglyceride</i> minyak jagung.....	7
Tabel 2.4	Kunyit	10
Tabel 2.5	Struktur <i>Kurkuminoid</i>	11
Tabel 2.6	Arus dalam Selonoid.....	12
Tabel 2.7	Arah Garis Gaya Medan Magnet.....	12
Tabel 2.8	<i>Viscous fingering</i>	13
Tabel 2.9	Tipe Lateral.....	15
Tabel 2.10	Tipe Radial.....	15
Tabel 2.11	$C_{21}H_{20}O_6$ (Kurkumin) dan $C_{18}H_{32}O_2$ (Asam Linoleat)	16
Tabel 2.12	$C_{18}H_{32}O_2$ menarik elektron yang terdapat pada $C_{21}H_{20}O_6$	17
Tabel 2.13	Medan magnet mengganggu ikatan yang terjadi pada minyak jagung dan kunyit	18
Tabel 2.14	Medan magnet mengganggu ikatan yang terjadi pada minyak jagung dan kunyit	19
Gambar 3.1	Motor Listrik.....	22
Gambar 3.2	Meja Penyangga.....	23
Gambar 3.3	Plat <i>Hele Shaw Cell</i>	24
Gambar 3.4	Besi Penyangga Plat <i>Hele Shaw Cell</i>	24
Gambar 3.5	Plat Alas Beban.....	25
Gambar 3.6	Skema Instalasi Alat	26
Gambar 3.7	Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 4.1	Struktur molekul asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$) (a) dan molekul Kurkumin ($C_{21}H_{20}O_6$) (b).	32
Gambar 4.2	Terbentuknya ikatan hidrogen antara kurkumin dengan asam linoleat minyak jagung.....	33
Gambar 4.3	Terjadi resonansi dan medan magnet lemah dari campuran minyak jagung dan kunyit.....	33
Gambar 4.4	Reaksi campuran minyak jarak dan antioksidan kunyit terhadap medan magnet.....	33

Gambar 4.5	Hubungan luas bidang <i>viscous finger</i> terhadap waktu dengan campuran minyak jagung dan antioksidan dengan medan magnet tanpa medan magnet	35
Gambar 4.6	Hubungan keliling bidang <i>viscous finger</i> terhadap waktu dengan campuran minyak jagung dan antioksidan dengan medan magnet tanpa medan magnet	36
Gambar 4.7	Grafik hubungan waktu dengan panjang kontak <i>viscous finger</i> dengan tanpa medan magnet dan medan magnet pada (minyak jagung tanpa antioksidan)..	37
Gambar 4.8	Grafik hubungan waktu dengan panjang kontak <i>viscous finger</i> dengan tanpa medan magnet dan medan magnet pada (minyak jagung + 0,5% antioksidan)	38
Gambar 4.9	Grafik hubungan waktu dengan panjang kontak <i>viscous finger</i> dengan tanpa medan magnet dan medan magnet pada (minyak jagung + 1% antioksidan)..	39
Gambar 4.10	Grafik hubungan waktu dengan panjang kontak <i>viscous finger</i> dengan tanpa medan magnet dan medan magnet (minyak jagung + 3% antioksidan)	40

DAFTAR LAMPIRAN

- | No. | Judul |
|-------------|--|
| Lampiran 1. | Data luas daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu |
| Lampiran 2. | Data keliling daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu |
| Lampiran 3. | Data panjang radius <i>viscous finger</i> yang terbentuk pada daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu |
| Lampiran 4. | Data gambar reaksi campuran minyak jagung dengan penambahan antioksidan (kunyit) dalam <i>hele shaw cell</i> |
| Lampiran 5. | Uji Komposisi Minyak Jagung |
| Lampiran 6. | Data medan magnet dan motor listrik tipe Motor Class B IP54 |



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia masih menghadapi banyak persoalan pembangunan dalam bidang energi. Sumber daya energi nasional sudah tidak mencukupi kebutuhan energi yang terus meningkat sehingga impor energi tidak dapat dihindari. Kebutuhan bahan bakar minyak dan minyak mentah sebagai *intake* kilang minyak sudah tergantung pada komoditas impor sejak tahun 2004. Sementara kenaikan kebutuhan energi yang dinyatakan dalam net pasokan dalam negeri lebih tinggi dari kenaikan penyediaan energi sebesar 4.4 % per tahun. Hal ini mengakibatkan terdorongnya impor energi sehingga meningkatkan dengan laju sebesar 6,3% per tahun. Jika kondisi ini terus-menerus terjadi, maka di beberapa tahun yang akan datang Indonesia akan mengalami krisis energi dan menjadi negara “*net importer*” (Outlook Energi Indonesia, 2016). Peningkatan pemakaian bahan bakar minyak (BBM) juga berdampak pada harga yang meningkat pula. Oleh karena itu, timbul ide-ide untuk menggantikan bahan bakar alternatif yang bersifat *renewable* yang memungkinkan dari segi teknologi dan bahan yang tersedia dengan bahan bakar yang berasal dari minyak nabati.

Salah satu minyak nabati yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi atau bahan bakar minyak adalah minyak jagung (*Zea mays L*). Namun minyak jagung masih memiliki kekurangan yaitu nilai kalor, viskositas, dan titik didih yang rendah. Maka dari itu minyak ini tidak bisa langsung digunakan sebagai bahan bakar khususnya untuk mesin diesel. Dengan penambahan antioksidan berupa larutan kunyit pada minyak jagung yang dapat mengurangi ketengikan dari minyak tersebut sehingga dapat digunakan lebih lama dan dengan pengaruh medan magnet yang memungkinkan struktur molekul pada campuran minyak jagung tersebut lebih terorganisir dan lebih memiliki perbedaan viskositas sehingga dapat diteliti dari segi *interfacial instability* melalui *hele shaw cell*.

Adapun beberapa penelitian sebelumnya mengenai uji aktivitas antioksidan ekstrak kunyit (Nurfina,1996). Hasil penelitian tersebut bahwa ekstrak kunyit mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula daya antioksidannya.

Setelah itu, penelitian hidrolisa minyak jagung (*corn oil*) secara enzimatik, penentuan kondisi operasi optimum, permodelan matematik dan penentuan konstanta kapasitas (Syaiful. et al.,2009). Hasil penelitian tersebut adalah hidrolisa minyak jagung secara

enzimatis dengan menggunakan enzim lipase dapat menghasilkan tingkat hidrolisa sampai 73,67 % dalam waktu 5 jam. Hasil ini dicapai pada suhu 40°C dan dengan konsentrasi enzim 0,09 gram pada agitasi 300 rpm. Enzim lipase sebagai biokatalis untuk meningkatkan kecepatan reaksi hidrolisa minyak jagung.

Penelitian selanjutnya, mengenai pengaruh gradien medan magnet terhadap kecepatan pembakaran api *premixed* minyak jagung (Reza,2015). Hasil penelitian tersebut adalah medan magnet dapat mempengaruhi kecepatan pembakaran api *premixed* minyak jagung pada campuran miskin bahan bakar, dimana kecepatan pembakaran lebih kecil daripada tanpa pengaruh medan magnet dan medan magnet dapat mempengaruhi kecepatan pembakaran api *premixed* minyak jagung pada campuran kaya bahan bakar, dimana kecepatan pembakaran lebih besar daripada tanpa pengaruh medan magnet.

Harinaldi (2009) adalah tentang penelitian eksperimental yang mengkaji pergerakan dan instabilitas dari antarmuka (*interface*) antara dua fluida yang tidak dapat saling bercampur dengan viskositas dan kerapatan yang berbeda yang mengalir melalui suatu celah sempit dalam sebuah geometri *Hele-Shaw Cell*. Dua fluida tak bercampur yang digunakan sebagai model eksperimental ini adalah minyak pelumas SAE 30 ($\mu = 0.105 \text{ N.s/m}^2$, $\rho = 890 \text{ kg/m}^3$, $T = 0.035 \text{ N/m}$) dan udara ($\mu = 1.81 \times 10^{-6} \text{ N.s/m}^2$, $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$) dengan besar tegangan permukaan antarmuka kedua fluida $T = 0.035 \text{ N/m}$. Parameter yang pengujian adalah lebar celah sempit sebesar $b = 0.8, 1.2$ dan 1.5 mm sedang kecepatan aliran diatur dengan mengatur kemiringan sel dengan sudut sebesar $\alpha = 15^\circ, 45^\circ$ dan 75° . Hasil yang diperoleh menunjukkan antara lain interdependensi yang cukup signifikan dari besarnya sudut kemiringan dan lebar celah sempit pada proses instabilitas. Pada lebar celah yang konstan perubahan sudut kemiringan tidak secara signifikan mempercepat terbentuknya gelombang-gelombang instabilitas antarmuka aliran fluida. Sementara pada sudut kemiringan yang konstan, lebar celah yang semakin besar akan memperlambat pembentuk gelombang-gelombang instabilitas antarmuka.

Oleh karena itu perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penambahan antioksidan (kunyit) terhadap *interfacial instability* minyak jagung dalam medan magnet dengan *Hele Shaw Cell*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah yang dapat terjadi pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana pengaruh medan magnet dan penambahan antioksidan (kunyit) dalam *Hele Shaw Cell* terhadap *interfacial instability* minyak jagung ?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan variasi persentase larutan antioksidan (kunyit) yang dicampurkan dengan minyak jagung terhadap *interfacial instability* dalam *Hele Shaw Cell*?

1.3 Batasan masalah

Batasan masalah di sini digunakan supaya permasalahan yang dibahas pada penelitian ini tidak meluas. Berikut ini adalah batasan masalah pada penelitian ini :

1. Tekanan pada pengujian ini yaitu konstan pada tekanan atmosfer dan suhu ruangan sekitar 25 - 30°C.
2. Volume minyak jagung tetap yakni 2 ml.
3. Antioksidan yang digunakan adalah kunyit.
4. Persentase larutan kunyit ada tiga : 0,5 %, 1%, dan 3%
5. Reaksi kimia yang terjadi dibatasi pada hidrodinamika *interfacial instability* dalam *Hele Shaw Cell*
6. Penelitian yang dilakukan bersifat eksperimental dengan media *Hele Shaw Cell*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui pengaruh medan magnet dan penambahan antioksidan dalam *Hele Shaw Cell* terhadap *interfacial instability* minyak jagung.
2. Mengetahui pengaruh perbedaan variasi persentase larutan antioksidan (kunyit) yang dicampurkan dengan minyak jagung terhadap *interfacial instability* dalam *Hele Shaw Cell*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah ;

1. Menambah wawasan pengetahuan tentang ilmu yang dipelajari di teknik mesin, khususnya yang berhubungan dengan konsentrasi Konversi Energi.
2. Memberikan referensi tambahan mengenai bahan bakar alternatif dari minyak jagung dengan penambahan antioksidan (kunyit).
3. Memaksimalkan penggunaan minyak jagung dan kunyit sebagai antioksidan yang dapatkan digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

4. Menambah wawasan tambahan mengenai proses pengujian pengaruh medan magnet dan penambahan antioksidan dalam *Hele Shaw Cell* terhadap *interfacial instability* minyak jagung.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Adapun beberapa penelitian sebelumnya mengenai uji aktivitas antioksidan ekstrak kunyit (Nurfina, 1996). Hasil penelitian tersebut bahwa ekstrak kunyit mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula daya antioksidannya.

Setelah itu, penelitian hidrolisa minyak jagung (*corn oil*) secara enzimatis, penentuan kondisi operasi optimum, permodelan matematik dan penentuan konstanta kapasitas (Syaiful. et al., 2009). Hasil penelitian tersebut adalah hidrolisa minyak jagung secara enzimatis dengan menggunakan enzim lipase dapat menghasilkan tingkat hidrolisa sampai 73,67 % dalam waktu 5 jam. Hasil ini dicapai pada suhu 40°C dan dengan konsentrasi enzim 0,09 gram pada agitasi 300 rpm. Enzim lipase sebagai biokatalis untuk meningkatkan kecepatan reaksi hidrolisa minyak jagung.

Penelitian selanjutnya, mengenai pengaruh gradien medan magnet terhadap kecepatan pembakaran api *premixed* minyak jagung (Reza, 2015). Hasil penelitian tersebut adalah medan magnet dapat mempengaruhi kecepatan pembakaran api *premixed* minyak jagung pada campuran miskin bahan bakar, dimana kecepatan pembakaran lebih kecil daripada tanpa pengaruh medan magnet dan medan magnet dapat mempengaruhi kecepatan pembakaran api *premixed* minyak jagung pada campuran kaya bahan bakar, dimana kecepatan pembakaran lebih besar daripada tanpa pengaruh medan magnet.

Harinaldi (2009) adalah tentang penelitian eksperimental yang mengkaji pergerakan dan instabilitas dari antarmuka (*interface*) antara dua fluida yang tidak dapat saling bercampur dengan viskositas dan kerapatan yang berbeda yang mengalir melalui suatu celah sempit dalam sebuah geometri *Hele-Shaw Cell*. Dua fluida tak bercampur yang digunakan sebagai model eksperimental ini adalah minyak pelumas SAE 30 ($\mu = 0.105 \text{ N.s/m}^2$, $\rho = 890 \text{ kg/m}^3$, $T = 0.035 \text{ N/m}$) dan udara ($\mu = 1.81 \times 10^{-6} \text{ N.s/m}^2$, $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$) dengan besar tegangan permukaan antarmuka kedua fluida $T = 0.035 \text{ N/m}$. Parameter yang pengujian adalah lebar celah sempit sebesar $b = 0.8, 1.2$ dan 1.5 mm sedang kecepatan aliran diatur dengan mengatur kemiringan sel dengan sudut sebesar $\alpha = 15^\circ, 45^\circ$ dan 75° . Hasil yang diperoleh menunjukkan antara lain interdependensi yang cukup signifikan dari besarnya sudut kemiringan dan lebar celah sempit pada proses instabilitas. Pada lebar celah yang konstan perubahan sudut kemiringan tidak secara signifikan

mempercepat terbentuknya gelombang-gelombang instabilitas antarmuka aliran fluida.

Sementara pada sudut kemiringan yang konstan, lebar celah yang semakin besar akan memperlambat pembentuk gelombang-gelombang instabilitas antarmuka.

2.2 Minyak Jagung

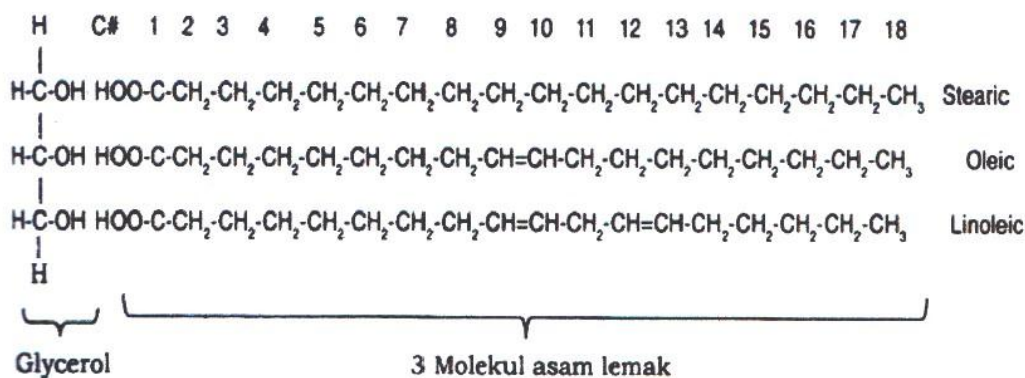
Minyak jagung diperoleh dari biji tanaman jagung atau *Zea mays* L., yaitu pada bagian inti biji jagung (kernel) atau benih jagung (*corn germ*). Minyak jagung merupakan *trigliserida* yang disusun oleh *gliserol* dan asam-asam lemak. Persentase *trigliserida* sekitar 98,6 persen, sedangkan sisanya merupakan bahan non minyak, seperti abu, zat warna atau lilin. Asam lemak yang menyusun minyak jagung terdiri dari asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh.



Gambar 2.1 Minyak Jagung
Sumber: (Herdiansyah Talib, 2015)

Susunan ikatan *triglyceride* dapat di lihat pada gambar 2.2. Sedangkan asam lemak adalah rantai hidrokarbon lurus dan panjang yang memiliki 12 sampai 24 atom karbon.

Asam lemak yang dihasilkan dari tumbuhan merupakan ikatan tak jenuh dengan satu atau lebih ikatan rangkap diantara atom karbonnya dan pada suhu ruang berwujud cair.



Gambar 2.2 Susunan ikatan molekul *triglyceride* minyak jagung

Sumber: Wardhana (2008,p.38)

Gambar 2.2 menunjukkan susunan ikatan molekul *triglyceride* terdiri dari *glycerol* dan tiga molekul asam lemak. Susunan dengan *glycerol* dan tiga asam lemak ini disebut dengan *triglisceride*. Fungsi utama dari *triglyceride* adalah sebagai bahan bakar. Semakin panjang atom C asam lemak, maka titik cair semakin tinggi dan akan sulit untuk terbakar.

Tabel 2.1
Komposisi asam lemak minyak jagung

Asam Lemak	Jumlah (%)
Miristat	0,1
Palmitat	8,1
Stearat	4,9
Oleat	30,1
Linoleat	56,8

Sumber: (Ketaren,1986)

Tabel 2.1 menunjukkan bahwa komposisi utama penyusun minyak jagung adalah asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$). Asam linoleat memiliki 3 ikatan rangkap yang terdapat diantara karbon ke-9 dan ke-10, kemudian diantara karbon ke-12 dan ke-13 dan diantara karbon ke-15 dan ke-16.

Minyak jagung memiliki beberapa keunggulan untuk dijadikan sebagai bahan baku penghasil energi alternatif yang terbarukan, minyak jagung dapat digunakan dalam industri biodiesel. Karena industri biodiesel dapat berfungsi sebagai jalur diversifikasi pemanfaatan apabila pasar sektor pangan mengalami kelebihan pasokan minyak lemak pangan. Dengan minyak jagung *refining* teknologi dapat menjadi sumber biodiesel yang

lebih baik. Selain digunakan dalam industri biodiesel, minyak jagung juga digunakan dalam industri sabun, cat, tinta, tekstil, dan insektisida. (Syaiful. *et al.*, 2009)

2.3 Laju Reaksi

Laju reaksi menyatakan laju perubahan konsentrasi zat-zat komponen reaksi setiap satuan waktu:

$$v = \frac{\Delta [M]}{t} \quad (2-1)$$

dengan :

V = Laju reaksi (mol/detik)

$\Delta [M]$ = penamban konsentrasi hasil reaksi (mol)

t = waktu (detik)

Faktor – faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah

a. Suhu

Kenaikan suhu dapat mempercepat laju reaksi karena dengan naiknya suhu energi kinetik partikel zat-zat meningkat sehingga memungkinkan semakin banyaknya tumbukan efektif yang menghasilkan perubahan.

b. Konsentrasi

Konsentrasi mempengaruhi laju reaksi, karena banyaknya partikel memungkinkan lebih banyak tumbukan, dan itu membuka peluang semakin banyak tumbukan efektif yang menghasilkan perubahan.

c. Luas Permukaan

Luas permukaan mempercepat laju reaksi karena semakin luas permukaan zat, semakin banyak bagian zat yang saling bertumbukan dan semakin besar peluang adanya tumbukan efektif menghasilkan perubahan. Semakin luas permukaan zat, semakin kecil ukuran partikel zat. Jadi semakin kecil ukuran partikel zat, reaksi pun akan semakin cepat.

d. Katalis

Katalis meningkatkan koefisien reaksi dengan menyediakan jalur reaksi alternatif (atau mekanisme) dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Katalis tidak mengubah kesetimbangan hanya mempercepat terjadinya kesetimbangan.

2.4 Energi Disosiasi Ikatan

Energi disosiasi ikatan adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk memutuskan satu mol ikatan kimia suatu spesies dalam fase gas. Sedangkan satuan untuk energi disosiasi ikatan antar atom adalah kilo Joule per mol ikatan (kJ/mol). Ikatan rangkap dan *tripel* lebih pendek jaraknya dan lebih besar energi yang diperlukan untuk memutuskanannya. Menurut Hukum Newton bahwa besar gaya tarik menarik dua buah massa berbanding terbalik dengan jaraknya. Jadi jarak yang semakin pendek secara fisika menunjukkan bahwa gaya ikatan molekul atau gaya tarik menarik antar atom didalam molekul adalah lebih kuat. (Wardhana,2008,p.6)

2.5 Antioksidan

Secara kimia senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron (elektron donor). Secara biologis, pengertian antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkal atau meredam dampak negatif oksidan. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat di hambat (Winarti, 2010). Antioksidan adalah suatu senyawa atau komponen kimia yang dalam kadar atau jumlah tertentu mampu menghambat atau memperlambat kerusakan akibat proses oksidasi.

Proses oksidasi tidak saja terjadi dalam tubuh manusia tetapi juga dapat terjadi dalam makanan. Komponen makanan yang paling mudah mengalami oksidasi adalah lemak. Antioksidan merupakan senyawa yang ditambahkan kedalam lemak atau makanan berlemak untuk mencegah terjadinya proses oksidasi dapat memperpanjang kesegaran dan parabilitas dari makanan tersebut.

Fungsi utama dari antioksidan adalah untuk memperkecil terjadinya proses oksidasi baik dalam makanan maupun dalam tubuh. Dalam makanan, antioksidan diharapkan dapat menghambat oksidasi dari lemak dan minyak, memperkecil terjadinya proses kerusakan dalam makanan, memperpanjang masa pemakaian dalam industri makanan, meningkatkan stabilitas lemak yang terkandung dalam makanan serta mencegah hilangnya kualitas sensori dan nutrisi.

2.6 Kunyit

Kunir atau kunyit (*Curcuma domestica* Val.) termasuk salah satu tanaman rempah dan obat asli dari wilayah Asia Tenggara. Penyebaran tanaman ini sampai ke Malaysia, Indonesia, Asia Selatan, Cina Selatan, Taiwan, Filipina, Australia bahkan

Afrika. Tanaman ini tumbuh dengan baik di Indonesia (Agoes, 2010). Kunyit termasuk salah satu tanaman suku temu – temuan (Zingiberaceae).

Bagian terpenting dalam pemanfaatan kunyit adalah rimpangnya. Meskipun demikian, daun kunyit pun banyak dimanfaatkan untuk berbagai jenis masakan, karena dapat menghilangkan bau anyir serta menambah aroma masakan (Winarto, 2005).



Gambar 2.3 Kunyit

Sumber: (Hapsoh dan Hasanah, 2011)

Klasifikasi tanaman sebagai berikut (Hapsoh dan Hasanah, 2011):

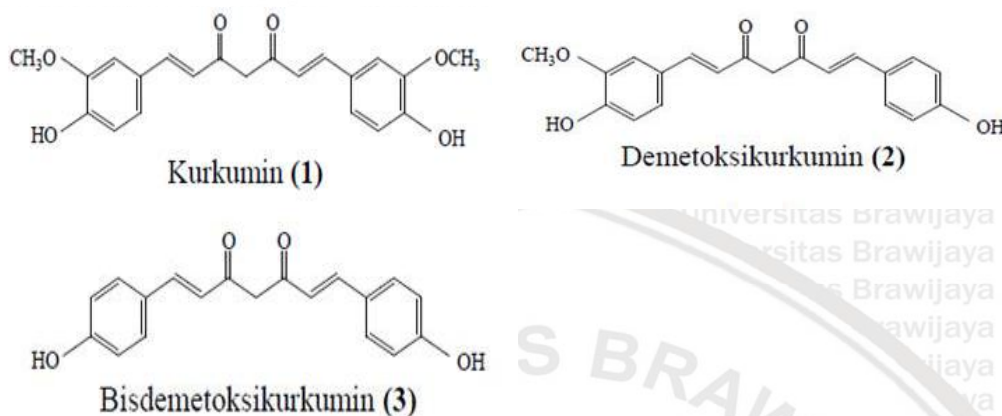
- Divisio* : Spermatophyta
- Sub divisio* : Angiospermae
- Kelas* : Monocotyledoneae
- Ordo* : Zingiberales
- Famili* : Zingiberaceae
- Genus* : Curcuma
- Species* : Curcuma domestica Val.

Kurkumin merupakan pigmen kuning dalam rimpang *Curcuma longa* (kunyit).

Kurkumin dihasilkan secara alami bersamaan dengan dua senyawa analog kurkumin lainnya yaitu demetoksikurkumin dan bis-demetoksikurkumin, yang dikenal dengan nama kurkuminoid. Kurkumin merupakan zat aktif yang memiliki aktivitas biologis salah satunya sebagai antioksidan. Antioksidan sendiri adalah senyawa yang dapat mencegah terjadinya proses oksidasi. Proses oksidasi dapat melemahkan system kekebalan tubuh dan mengakibatkan proses penuaan atau keriput yang lebih cepat pada tubuh.

Kurkumin memiliki rumus molekul $C_{21}H_{20}O_6$ dengan titik lebur 184°C - 185°C (Majeed et al., 1995) dan berat molekul (BM) sebesar 368 g/mol.

Kurkumin berbentuk serbuk dengan rasa sedikit pahit, aroma yang khas, dan tidak toksik. Kurkumin tidak larut dalam air dan dietileter, tetapi larut dalam aseton, asam asetat glasial, dan alkali hidroksida (Kiswanto, 2009).



Gambar 2.4 Struktur Kurkuminoid
Sumber: (Aggarwal et al., 2006)

2.7 Medan Magnet

2.7.1 Pengertian Medan Magnet

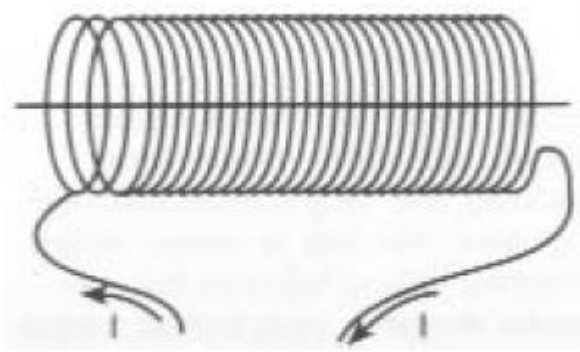
Medan magnet adalah ruang disekitar magnet yang menjadikan benda-benda tertentu mengalami gaya magnet. Sumber medan magnet yang paling awal dikenal adalah magnet permanen. Sekarang ini sumber medan magnet selain dari magnet permanen banyak sekali jenisnya, salah satu sumber medan magnet lainnya adalah dari aliran arus yang mengalir dalam kumparan. Sumber medan magnet dibedakan menjadi dua yaitu sumber medan magnet statik dan sumber medan magnet dinamik. Sumber medan magnet statik disebabkan oleh magnet permanen dan arus DC. Sedangkan sumber medan magnet dinamik (*Dynamic Magnetic Field*) disebabkan arus AC dan medan listrik dinamik. (Kartini Kartikasari, 2015)

2.7.2 Sifat Medan Magnet

Hasil kerja *Maxwell* telah banyak menyatukan listrik statis dengan kemagnetan, yang menghasilkan sekumpulan empat persamaan mengenai kedua medan tersebut. Namun, berdasarkan rumus *Maxwell*, masih terdapat dua medan yang berbeda yang menjelaskan gejala yang berbeda. Kemagnetan, menurut percobaan *Oersted* tentang medan magnet

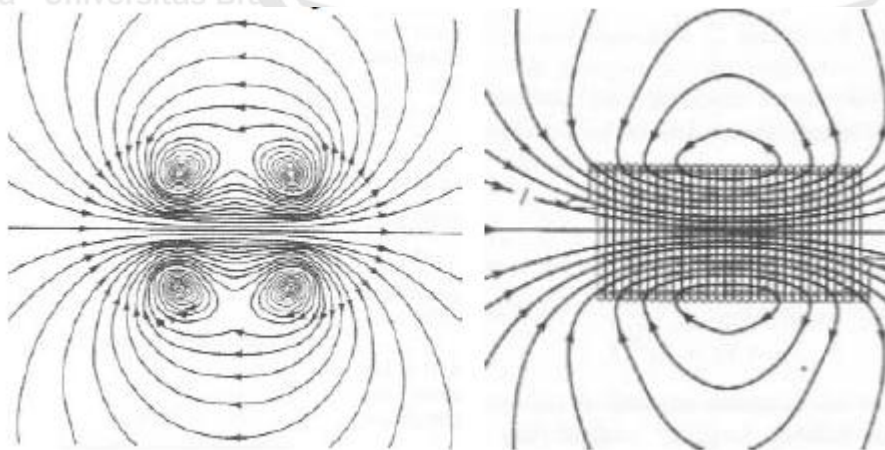
oleh arus listrik bahwa magnet yang berada dekat dengan suatu penghantar yang dialiri arus listrik akan merubah kedudukannya.

- Kaidah tangan kanan Ampere Kalau suatu kompas ditempatkan diatas telapak tangan yang kemudian terdapat arus listrik (I) dari pergelangan menuju ke ujung jari maka ujung kutub utara kompas akan menyimpang serarah dengan ibu jari.
- Kaidah Kotrex Maxwell Jika arah arus listrik menunjukkan arah maju kotrex, maka arah garis gaya magnet yang ditimbulkan menunjukkan arah putar kotrex. Jika arah arus menunjukkan arah putar kotrex, maka arah garis gaya magnet yang ditimbulkan menunjukkan arah maju kotrex.



Gambar 2.5 Arus dalam Selonoid
Sumber: (Surya,2006)

Jika kaidah kotrex Maxwell dengan jumlah kawat beraraskan banyak sekali dikenal dengan selenoida akan terjadi elektromagnet, sebab memiliki sifat-sifat magnet yaitu salah satu ujungnya menyerap garis gaya magnet yang berfungsi sebagai kutub selatan (S) sedang kutub ujung lainnya memancarkan garis gaya yang berfungsi sebagai kutub utara (U).

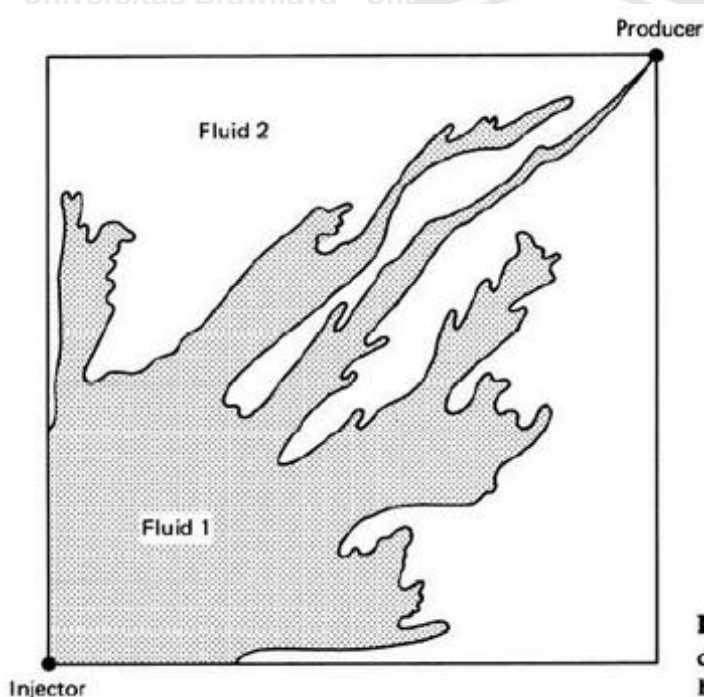


Gambar 2.6 Arah Garis Gaya Medan Magnet
Sumber: (Surya,2006)

2.8 Ketidakstabilan Antarmuka (*Interfacial Instability*)

Ketidakstabilan antarmuka terjadi karena adanya gaya viskos (*viscous force*). Gaya viskos adalah gaya yang dapat menyebabkan perpindahan fluida oleh fluida lain karena perbedaan viskositas antar keduanya. Ketidakstabilan antarmuka yang terjadi dapat berbentuk seperti jari (*finger*), sehingga ketidakstabilan antar muka yang disebabkan oleh viskositas disebut *viscous finger*.

Viscous finger adalah fenomena yang dihasilkan dari proses dimana larutan yang memiliki viskositas yang rendah mendesak larutan yang memiliki viskositas yang lebih tinggi.



Gambar 2.7 Viscous fingering
Sumber: (Muhammad, 2015)

Gambar 2.7 menunjukkan bahwa semakin terbentuk *viscous finger* maka bidang kontak antara fluida 1 dengan fluida 2 akan semakin besar, yang berarti semakin *viscous finger* terbentuk maka campuran antara dua fluida tersebut semakin sempurna. *Viscous fingering* akan meningkat seiring dengan peningkatan perbandingan viskositas. Selain itu *viscous fingering* juga akan semakin membesar gaya dispersi yang disebabkan gradien konsentrasi antara dua fluida yang bisa bercampur. Dimana semakin besar perbedaan viskositas dan gaya dispersi maka *interfacial instability* antara dua fluida tersebut akan semakin terganggu dan akan menimbulkan percabangan.

2.9 Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan adalah kecenderungan permukaan suatu zat untuk berlaku seolah-olah ditutupi selaput tipis. Hal ini disebabkan gaya kohesi molekul-molekul yang terdapat pada atau disekitar permukaan zat cair. Tegangan permukaan terjadi karena permukaan zat cair cenderung untuk menegang yang disebabkan oleh gaya tarik-menarik antar molekul di sekitarnya sehingga permukaannya tampak seperti selaput tipis.

Tegangan permukaan γ didefinisikan sebagai gaya F persatuan panjang L yang bekerja tegak lurus pada setiap garis dipermukaan fluida. Secara matematis ditunjukkan dengan Persamaan (2-1) sebagai berikut :

$$\gamma = \frac{F}{2L} \dots\dots\dots(2-1)$$

dimana:

γ = tegangan permukaan N/m)

F = Gaya (N)

L = Panjang permukaan selaput fluida (m)

2.10 Viskositas

Viskositas adalah sifat fluida dalam menahan laju deformasi dari molekul fluida tersebut. Hukum viskositas Newton menyatakan bahwa untuk laju perubahan bentuk suatu fluida tertentu merupakan fungsi dari tegangan geser dan viskositas. Contoh cairan yang sangat kental adalah larutan gula sedangkan air dan udara mempunyai viskositas yang sangat kecil/tidak kental.

Viskositas terbagi menjadi dua macam

1. Viskositas dinamik (μ) adalah viskositas yang menunjukkan ketahanan suatu fluida terhadap tegangan geser/gaya yang bekerja.
2. Viskositas kinematik (ν) adalah viskositas yang banyak dipengaruhi oleh temperatur tanpa memperhitungkan gaya yang bekerja.

Viskositas kinematik (ν) adalah rasio perbandingan antara viskositas dinamik dengan densitas suatu fluida. Secara matematis ditunjukkan pada Persamaan (2-2) berikut ini :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \dots\dots\dots(2-2)$$

dimana:

ν = viskositas kinematik (m^2/s)

μ = viskositas dinamik ($\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$)

ρ = massa jenis/densitas (kg/m^3)

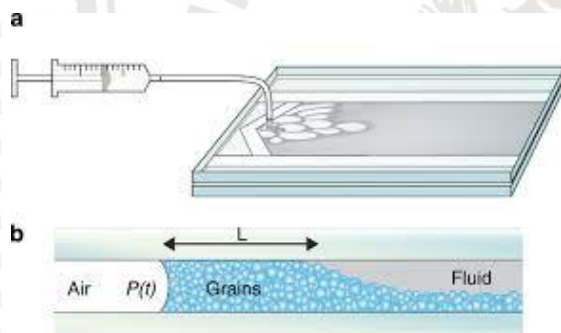
2.11 Hele Shaw Cell

Hele Shaw Cell adalah suatu alat yang terdiri atas dua plat yang terhubung sama lain akan tetapi dipisahkan dengan jarak yang sangat kecil. Salah satu plat harus transparan sebagai media pengamatan. Media ini dapat digunakan untuk mempelajari berbagai macam fenomena pendesakan dua fluida yang memiliki perbedaan viskositas.

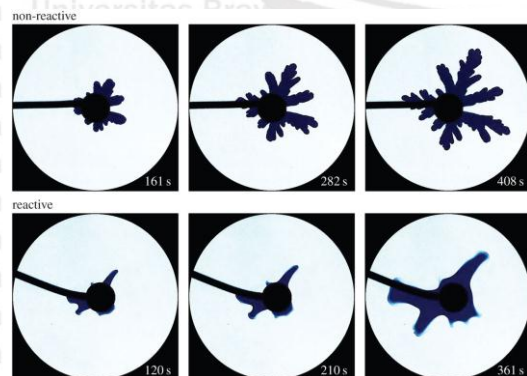
Secara umum *Hele Shaw Cell* dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu :

1. Tipe Lateral
2. Tipe Radial

Tipe lateral memiliki ciri *finger* yang dihasilkan menuju hanya satu arah dan bentuknya persegi panjang, sedangkan tipe radial memiliki ciri *finger* yang dihasilkan menuju ke segala arah dan bentuknya lingkaran.



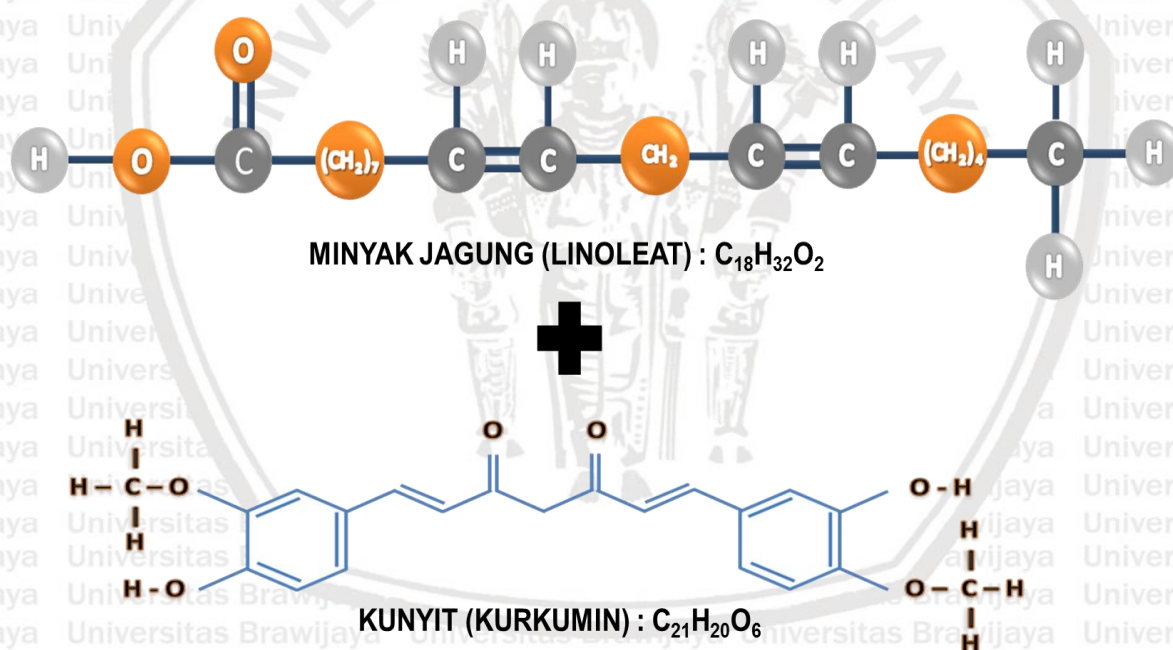
Gambar 2.8 Tipe Lateral
Sumber: (Nature Communications, 2011)



Gamabr 2.9 Tipe Radial
Sumber: (Nature Communications, 2011)

2.12 Kerangka Konsep Penelitian

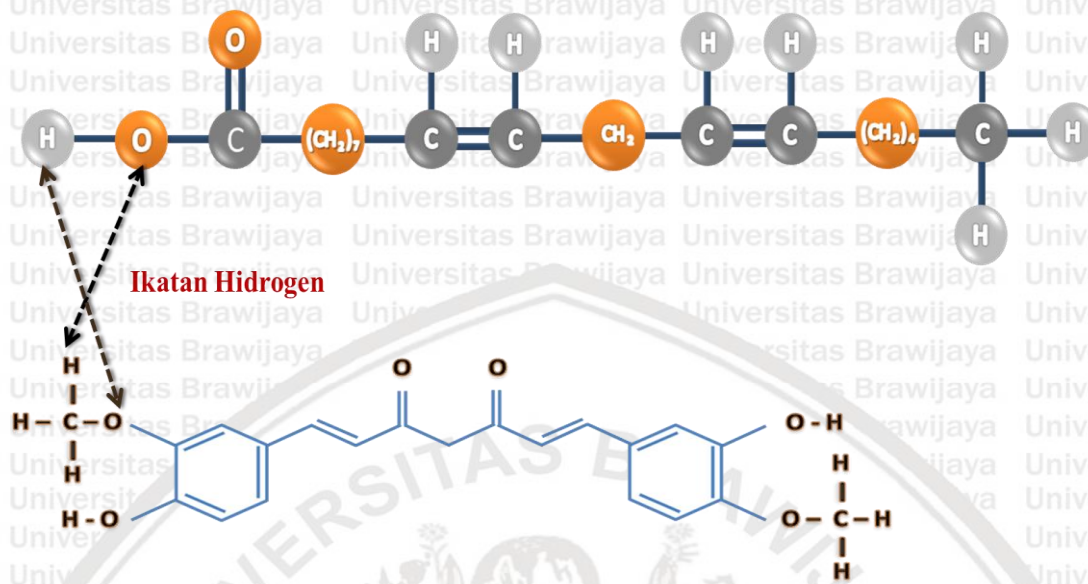
Reaksi antara minyak jagung dan larutan kunyit berlangsung pada suhu ruangan sesuai dengan variabel penelitian. Secara teori reaksi ini akan berlangsung lebih cepat dengan adanya pengaruh medan magnet dan perbedaan nilai viskositas. Penambahan antioksidan (kunyit) dan adanya pengaruh medan magnet dapat mengganggu keseimbangan ikatan molekul awal dari minyak jagung dan antioksidan. Fenomena yang terjadi pada pencampuran ikatan atom molekul (minyak jagung dan kunyit) dalam reaksi dengan pengaruh medan magnet adalah antioksidan (kunyit) memiliki nilai keelektronegatifan yang lebih besar dibandingkan unsur-unsur penyusun minyak jagung. Perbedaan nilai keelektronegatifan pada masing-masing unsur menyebabkan adanya perbedaan energi potensial. Akibat adanya beda potensial tersebut maka elektron pada kurkumin ($C_{21}H_{20}O_6$) dan asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$) saling berpindah sehingga campuran minyak jagung dan kunyit terjadi ikatan hidrogen.



Gambar 2.10 $C_{21}H_{20}O_6$ (Kurkumin) dan $C_{18}H_{32}O_2$ (Asam Linoleat)

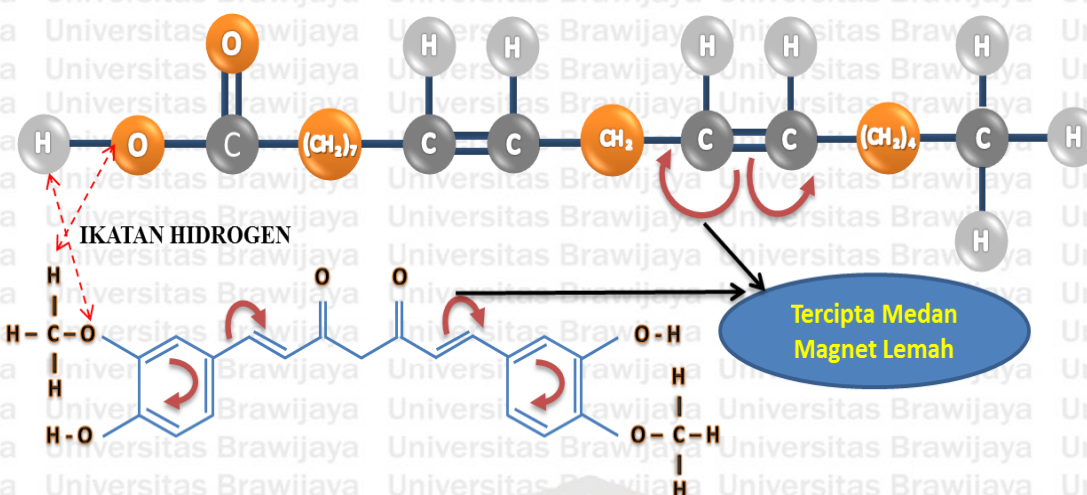
Kurkumin dengan rumus kimia $C_{21}H_{20}O_6$ memiliki ukuran inti atom yang sama dengan unsur-unsur penyusun minyak jagung yaitu asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$). C memiliki nomor atom 6, O memiliki nomor atom 8 dan H memiliki nomor atom 1. Adanya perbedaan jumlah inti atom dari masing-masing molekul menyebabkan adanya perbedaan beda potensial, energi disosiasi, dan keelektronegatifan. Asam linoleat memiliki

keelektronegatifan lebih tinggi dari pada kurkumin sehingga menyebabkan terbentuknya suatu ikatan hidrogen pada atom O dan H terluar yang terdapat pada kurkumin dengan asam linoleat seperti pada gambar 2.11



Gambar 2.11 $C_{18}H_{32}O_2$ menarik elektron yang terdapat pada $C_{21}H_{20}O_6$ terjadi ikatan Hidrogen

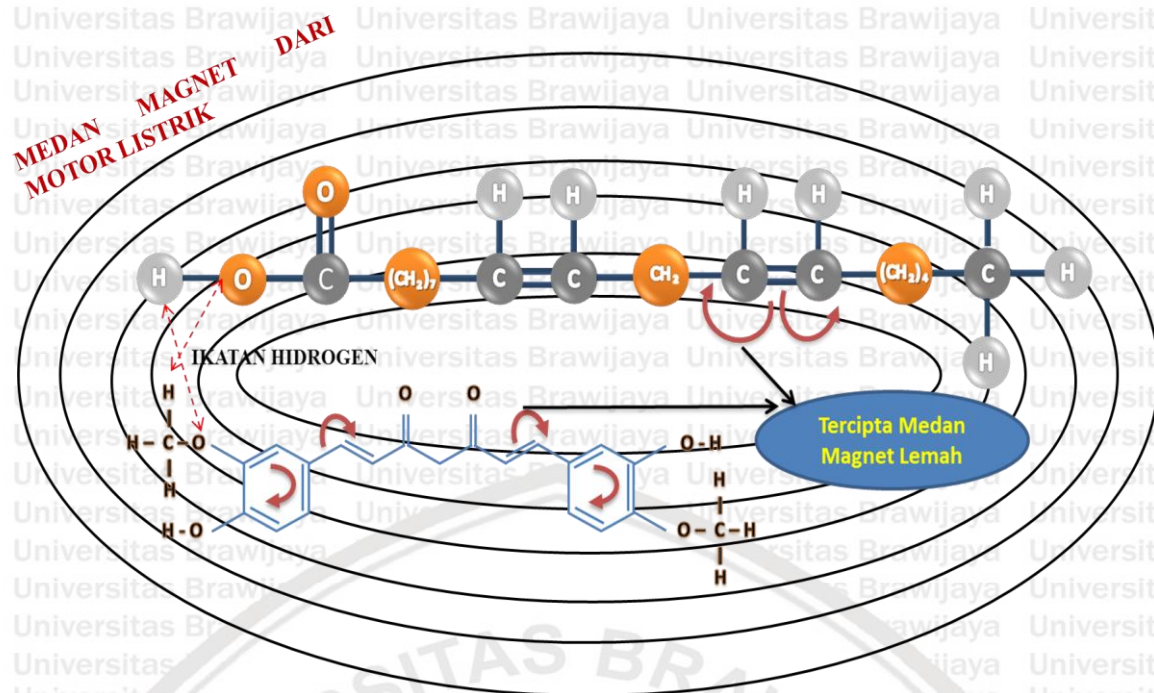
Gambar 2.11 menjelaskan bahwa pembentukan ikatan hidrogen antara asam linoleat dengan kurkumin menyebabkan adanya gaya saling tarik menarik. Ikatan hidrogen ini timbul karena jumlah proton dari atom O yang lebih besar dari pada atom H sehingga elektron yang bermuatan negatif pada atom H yang terdapat pada kurkumin tertarik mendekati atom O yang bermuatan positif dari asam linoleat. Begitu pula sebaliknya, hal ini terjadi pula pada atom O dari kurkumin yang menarik atom H yang terdapat pada asam linoleat.



Gambar 2.12 $C_{18}H_{32}O_2$ menarik elektron yang terdapat pada $C_{21}H_{20}O_6$ dan terjadi Medan Magnet Lemah

Gambar 2.12 menjelaskan bahwa ikatan rangkap memiliki sifat tidak terlokalisasi pada ikatan tertentu sehingga dapat dikatakan dapat berpindah secara terus menerus yang disebut dengan resonansi. Resonansi yang terjadi menimbulkan adanya lompatan elektron pada ikatan rangkap maupun pada atom hexagonal sehingga dapat menimbulkan suatu medan magnet lemah. Medan magnet yang ditimbulkan oleh resonansi ikatan rangkap yang ada pada kurkumin menarik medan magnet yang dihasilkan pula oleh ikatan rangkap yang ada pada asam linoleat dan minyak jagung sehingga timbul pula gaya tarik menarik antar molekul. Gaya tarik menarik yang ditimbulkan oleh dua kondisi tersebut menyebabkan *viscous finger* yang terbentuk menjadi semakin banyak pada media *hele shaw cell* sehingga akan meningkatkan viskositas dari minyak tersebut.

Medan magnet tersebut dapat mengganggu elektron dari minyak jagung dan kunyit untuk mengorbit pada inti semuanya sehingga lebih banyak molekul-molekul dari campuran tersebut yang bebas. Hal ini menyebabkan tumbukan yang terjadi pada reaksi minyak jagung dan kunyit semakin banyak dan ketidakstabilan antarmuka semakin sedikit serta menimbulkan percabangan atau *finger* yang lebih sedikit pula.



Gambar 2.13 Medan magnet mengganggu ikatan yang terjadi pada minyak jagung dan kunyit

Kemudian dengan adanya pengaruh medan magnet kuat dari motor listrik, gaya antar molekul yang saling tarik menarik akibat adanya ikatan hidrogen dan resonansi dari reaksi kurkumin dengan asam linoleat tersebut menjadi melemah. Hal ini disebabkan karena medan magnet kuat dari motor listrik mengganggu pergerakan orbit elektron pada medan magnet dari reaksi antara molekul kurkumin dari kunyit dengan asam linoleat minyak jagung. Sehingga elektron tersebut bergerak secara acak dan dapat berpindah dan mengikuti orbit dari medan magnet yang dihasilkan oleh motor listrik. Melemahnya gaya tarik menarik antar molekul asam linoleat dengan kurkumin ini menyebabkan *viscous finger* yang terbentuk pada media *hele shaw cell* menjadi semakin sedikit sehingga menurunkan viskositas dari minyak tersebut.

Medan magnet tersebut dapat mengganggu elektron dari minyak jagung dan kunyit untuk mengorbit pada inti semuanya sehingga lebih banyak molekul-molekul dari campuran tersebut yang bebas. Hal ini menyebabkan tumbukan yang terjadi pada reaksi minyak jagung dan kunyit semakin banyak dan ketidakstabilan antarmuka semakin sedikit serta menimbulkan percabangan atau *finger* yang lebih sedikit pula.

2.13 Hipotesis

Berdasarkan kerangka konsep penelitian dapat dirumuskan sebuah hipotesis bahwa penambahan antioksidan pada minyak jagung menimbulkan perbedaan viskositas dari

campuran tersebut sehingga dapat membentuk *finger* kemudian pengaruh medan magnet dapat menurunkan viskositas karena elektron dari minyak jagung dan kunyit untuk mengorbit pada inti melemah, serta tegangan permukaan yang terjadi semakin kecil karena gaya kohesi yang terjadi kecil maka percabangan atau *finger* yang terjadi sedikit



BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*). Metode ini digunakan untuk menguji suatu perlakuan dengan membandingkan satu atau lebih kelompok pengujian dengan perlakuan dan tanpa perlakuan.

3.2 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2017 hingga selesai, dan bertempat di Laboratorium Proses Manufaktur 1 Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan 3 macam variabel, yaitu :

a. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya telah ditentukan dan tidak dipengaruhi variabel lain. Dalam penelitian ini, variabel bebasnya adalah persentase penambahan campuran antioksidan berupa kunyit pada minyak jagung yaitu 0,5 %, 1%, dan 3% dari volume minyak jagung.

b. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya bergantung dari variabel bebas dan hasilnya dapat diketahui setelah penelitian selesai dilakukan. Dalam penelitian kali ini variabel terikatnya adalah panjang jari-jari *viscous finger*, keliling bidang kontak, dan luas daerah reaksi *viscous finger*.

c. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang besarnya telah ditentukan sebelum penelitian berlangsung dan bersifat konstan. Dalam penelitian ini variabel terkendalinya adalah:

1. Suhu ruang uji sebesar : 25°C - 30°C
2. Daya motor listrik : 0,25 Watt
4. Volume minyak jarak : 2 ml
5. Tekanan ruangan : 731 mmHg

6. Lebar celah *hele shaw cell* : 0,09 mm
7. Beban yang diberikan : 440 gram

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Motor Listrik

Motor listrik digunakan untuk menciptakan pengaruh medan magnet yang dipancarkan oleh stator.



Gambar 3.1 Motor Listrik

Spesifikasi :	- Tipe	: Motor Class B IP54
	- RPM	: 1400
	- Kapasitas	: 75 μ F / 220 V
	- V / Hz	: 180 – 220 V / 50 Hz
	- Input Arus listrik	: 2,5 A
	- Daya	: 0,25 HP

2. Meja Penyangga

Berfungsi sebagai tempat penyangga motor listrik, kamera dan suntikan.



Gambar 3.2 Meja Penyangga

- Spesifikasi :
- Material : Besi
 - Diameter : 0,5 mm

3. Kamera

Berfungsi untuk merekam proses terjadinya reaksi di dalam plat *hele shaw cell*.

- Spesifikasi :
- Merk : Canon EOS 650 D
 - Resolusi perekam video : 1280 x 720 pixel, 30 fps
 - Resolusi gambar : 3008 x 2000 pixel, 300 dpi

4. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume minyak jarak dan antioksidan.

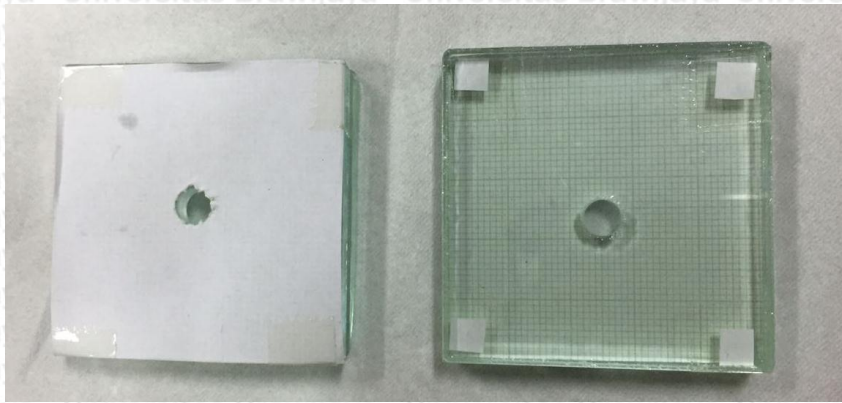
- Spesifikasi :
- Merk : Pyrex
 - Ketelitian : 0,01 ml
 - Volume Maksimum : 5 ml

5. Suntikan

Suntikan ini berfungsi untuk menyalurkan larutan campuran minyak jarak dan antioksidan ke dalam plat *hele shaw cell* dengan volume maksimum 3 ml.

6. Plat *Hele Shaw Cell*

Berfungsi sebagai tempat untuk melihat reaksi dari campuran minyak jarak dan antioksidan.



Gambar 3.3 Plat Hele Shaw Cell

7. Tabung Pencampuran Statis

Berfungsi sebagai tempat untuk mencampurkan minyak jarak dan antioksidan.

8. Besi Penyangga Plat Hele Shaw Cell

Berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan plat *hele shaw cell*.



Gambar 3.4 Besi Penyangga Plat Hele Shaw Cell

9. Minyak Jagung

Minyak jagung digunakan sebagai bahan bakar nabati yang akan diteliti.

10. Kunyit (Antioksidan)

Kunyit digunakan sebagai antioksidan yang tambahkan sebagai campuran bahan bakar minyak jarak yang akan diteliti.

11. Penggaris

Berfungsi sebagai alat untuk mengukur kedalaman plat *hele shaw cell* dan jarak kamera dengan plat *hele shaw cell*.

12. Lampu LED

Berfungsi sebagai penerangan ketika merekam proses reaksi pada plat *hele shaw cell*.

13. Transformator

Berfungsi untuk menurunkan tegangan yang digunakan untuk menyalakan motor listrik.

14. Plat Alas Beban

Berfungsi sebagai tempat alas dari beban yang diberikan kepada suntikan.



Gambar 3.5 Plat Alas Beban

15. Gelas Ukur Beban

Berfungsi sebagai beban yang berisikan air untuk mengatur laju alir dari suntikan.

Spesifikasi :	- Merk	: Herma
	- Ketelitian	: 50 ml
	- Volume Maksimum	: 500 ml

16. Isolasi

Berfungsi sebagai perekat plat *hele shaw cell*.

17. Tisu

Berfungsi untuk membersihkan plat *hele shaw cell* dari kotoran.

18. Stopwatch

Berfungsi untuk mengukur waktu dari tetesan pertama yang keluar dari suntikan.

3.5 Skema Instalasi Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian kemudian disusun sesuai skema instalasi sesuai gambar 3.6 berikut :



Prosedur Pengambilan data meliputi hal-hal berikut :

- Proses pembuatan campuran minyak jagung dengan antioksidan berupa kunyit.
 1. Cuci kunyit dengan air untuk menghilangkan kotoran lalu jemur kunyit di ruang terbuka agar terkena sinar matahari sehingga kadar air dalam kunyit berkurang.
 2. Setelah kunyit sudah mengering, parut kunyit dengan parutan dan peras kunyit menggunakan kain bersih lalu tampung hasil perasan kunyit kedalam sebuah wadah yang bersih.
 3. Masukkan minyak jagung dengan volume 2 ml ke dalam gelas ukur. Lalu tuang ke dalam tabung pencampuran statis.
 4. Tambahkan antioksidan kunyit dengan persentase 0,5% ke dalam tabung pencampuran statis lalu dicampur secara mekanik. Apabila sudah tercampur dengan merata, letakkan tabung pencampur statis pada tempat yang aman dan bersih.
 5. Untuk membuat campuran selanjutnya dengan persentase 1% dan 3%, pastikan bahwa gelas ukur dan tabung pencampur statis dalam keadaan kering dan bersih. Dan ulangi dengan langkah yang sama dimulai dari langkah ketiga.

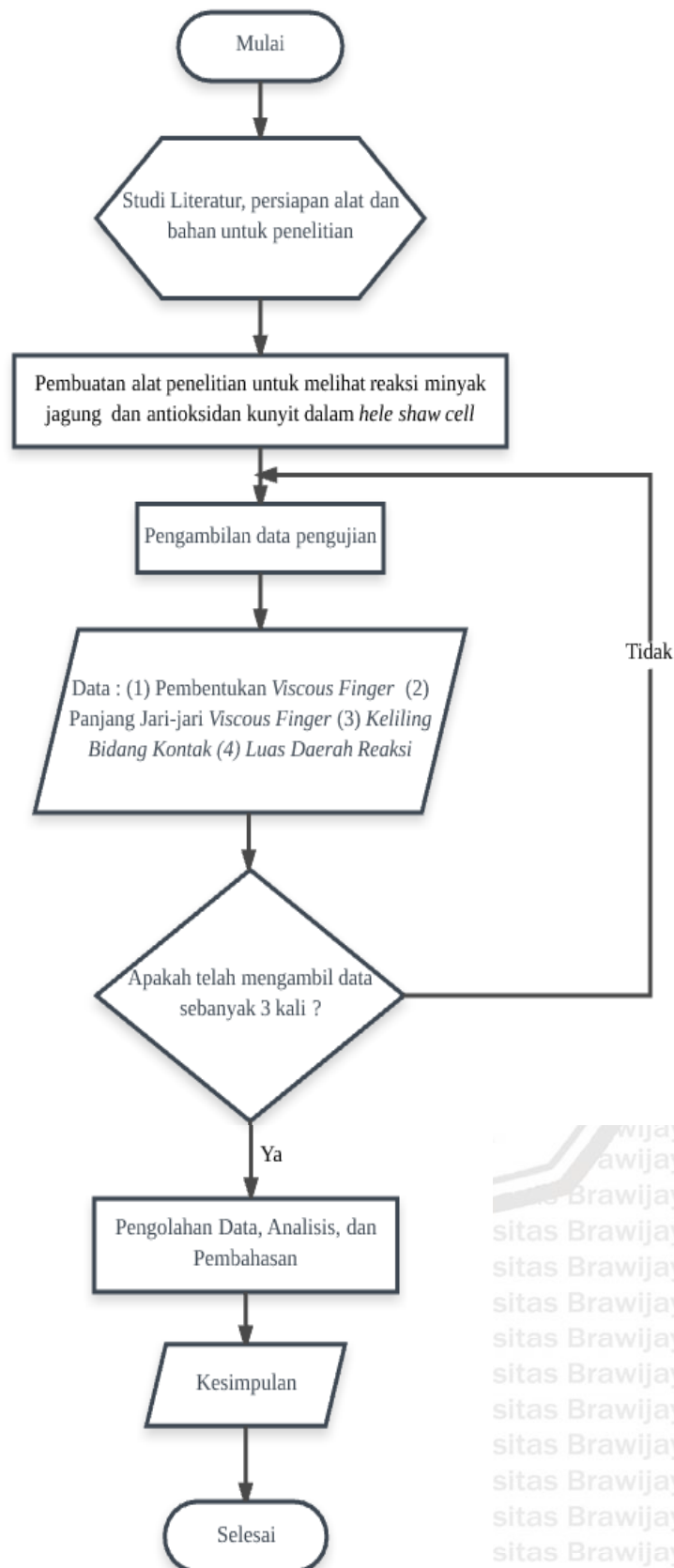
- Prosedur pembuatan plat *hele shaw cell*
 1. Bersihkan kaca dari kotoran ataupun debu menggunakan tisu.
 2. Potong kertas *millimeterblock* dengan ukuran 5 x 5 cm lalu letakkan potongan tersebut dengan permukaan kotak-kotak berada pada posisi menghadap ke dalam permukaan kaca yang memiliki lubang ditengahnya.
 3. Potong kecil-kecil kertas pinggiran putih dari *millimeterblock* dengan ukuran sekitar 0,5 x 0,5 cm lalu letakkan pada permukaan sudut-sudut dari kaca yang tidak memiliki lubang yang digunakan sebagai pembatas dari plat *hele shaw cell*.
 4. Susun kedua kaca dengan kertas kecil disudut-sudut sebagai pembatas plat dan usahakan seluruh susunan kertas yang sudah disusun tidak berubah
 5. Rekatkan kedua kaca tersebut menggunakan isolasi pada sudut-sudut kaca. Usahakan isolasi tidak terlalu besar agar tidak menutupi bagian tengah permukaan kaca.
- Prosedur pengambilan data.
 1. Ambil campuran minyak jagung dengan antioksidan kunyit dari tabung pencampur statis sebanyak 0,2 ml menggunakan suntikan.
 2. Pasang plat *hele shaw cell* (2) di besi penyangga yang sudah ada dalam motor listrik dan usahakan lubang dari plat sudah terletak tepat di tengah-tengah lubang stator motor listrik.
 3. Pasang suntikan (8) pada besi penjepit suntikan dan atur suntikan agar jarum suntikan berada tepat ditengah lubang plat *hele shaw cell*
 4. Letakkan kamera (5) dengan posisi lensa tepat dibawah lubang stator motor listrik. Atur fokus dan perbesaran kamera serta pencahayaannya yang berasal dari lampu LED (4).
 5. Nyalakan motor listrik apabila ingin menggunakan variasi dengan pengaruh medan magnet. Matikan motor listrik jika tidak menggunakan variasi medan magnet.
 6. Letakkan plat alas beban (9) di atas suntikan. Ambil gelas ukur beban yang sudah diisi dengan air sebanyak 300 ml lalu letakkan gelas ukur beban pada plat alas beban bersamaan dengan menekan tombol rekam pada kamera serta menyalakan *stopwatch* untuk mengukur lama waktu yang diperlukan untuk menghasilkan tetesan pertama.
 7. Tekan kembali tombol rekam pada kamera untuk mematikan video ketika cairan pada suntikan telah habis.

8. Data yang terekam pada kamera kemudian disimpan dalam bentuk video untuk kemudian dilakukan proses pengolahan data
9. Gambar yang terekam kamera diolah untuk memperoleh visualisasi gambar reaksi minyak dalam *hele shaw cell* dari tetesa pertama hingga cairan minyak dalam suntikan habis
10. Ulangi prosedur untuk tiap-tiap variasi pengujian



3.7 Diagram Alir Penelitian

29



Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Data

Data yang diambil dari penelitian ini merupakan data gambar dari daerah reaksi campuran minyak jagung dengan berbagai variasi penambahan antioksidan kunyit yaitu sebesar 0.5%, 1% dan 3%. Berikut merupakan data yang diperoleh dari perekaman pada metode helle shaw cell, yaitu;

1. Data luas daerah reaksi campuran minyak jagung dan kunyit terhadap waktu,
2. Data keliling daerah reaksi campuran minyak jagung dan kunyit terhadap waktu,
3. Data panjang radius *viscous finger* yang terbentuk pada daerah reaksi campuran jagung dan kunyit terhadap waktu.

4.1.1 Tabel Pengolahan Data

Tabel 4.1

Data luas daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu. (Terlampir)

Tabel 4.2

Data keliling daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu.
(Terlampir)

Tabel 4.3

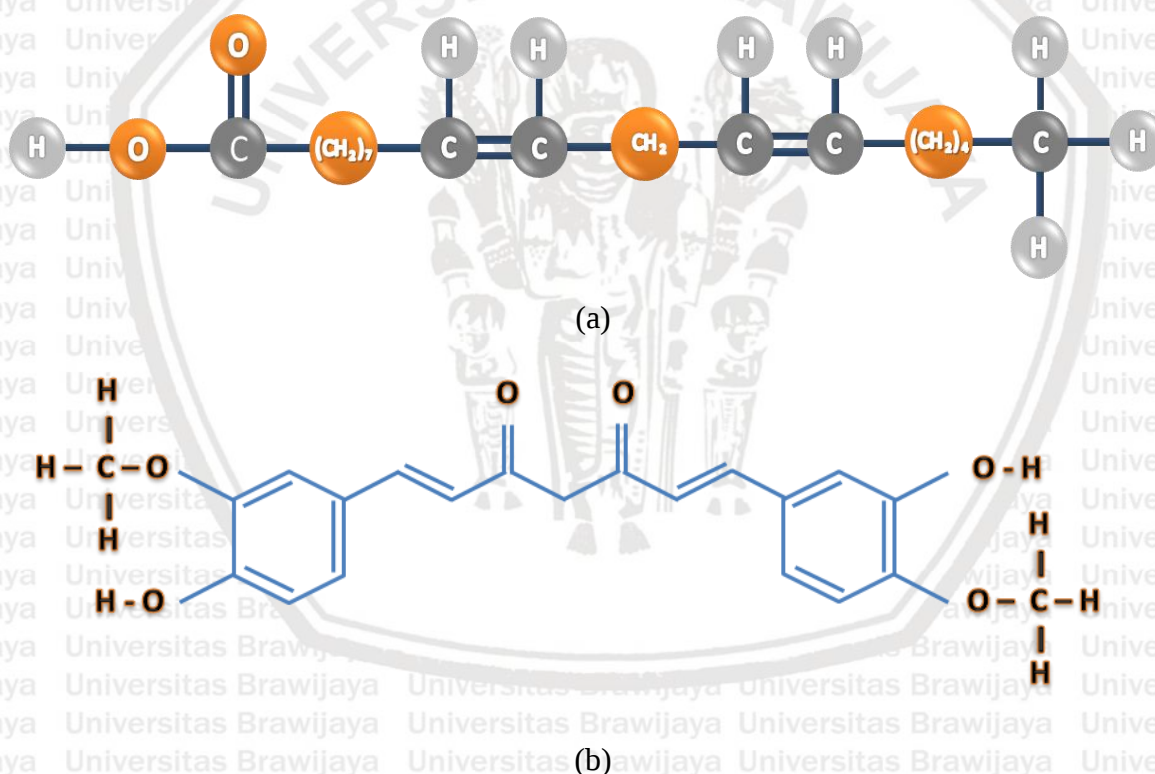
Data panjang radius *viscous finger* yang terbentuk pada daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu.
(Terlampir)

Tabel 4.4

Data gambar reaksi campuran minyak jagung dengan penambahan antioksidan (kunyit) dalam *hele shaw cell*.
(Terlampir)

4.2 Kerangka Konsep Pembahasan

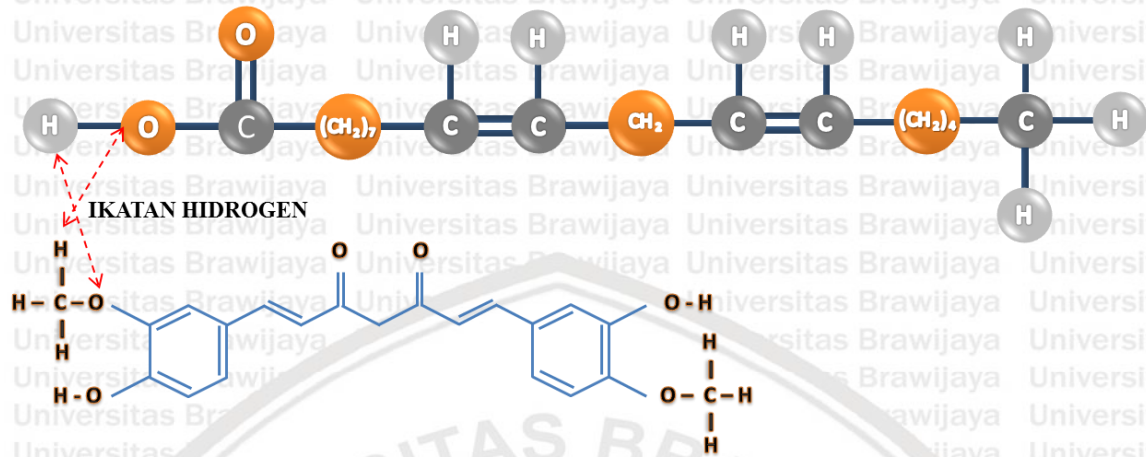
Secara teori reaksi ini akan berlangsung lebih cepat dengan adanya pengaruh medan magnet dan perbedaan nilai viskositas. Penambahan antioksidan (kunyit) dan adanya pengaruh medan magnet dapat mengganggu keseimbangan ikatan antar molekul dari minyak jagung dan antioksidan kunyit. Fenomena yang terjadi pada pencampuran ikatan atom molekul (minyak jagung dan kunyit) dalam reaksi dengan pengaruh medan magnet terjadi perbedaan nilai keelektronegatifan pada masing-masing unsur yang menyebabkan adanya perbedaan energi potensial. Akibat adanya beda potensial tersebut maka elektron pada kurkumin ($C_{21}H_{20}O_6$) dan asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$) saling berpindah sehingga campuran minyak jagung dan kunyit terjadi ikatan hidrogen. Berikut ini penjelasan fenomena yang terjadi pada reaksi antara ikatan atom minyak jagung dengan antioksidan kunyit serta pengaruh adanya penambahan medan magnet.



Gambar 4.1 Struktur molekul asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$) (a) dan molekul Kurkumin ($C_{21}H_{20}O_6$) (b)

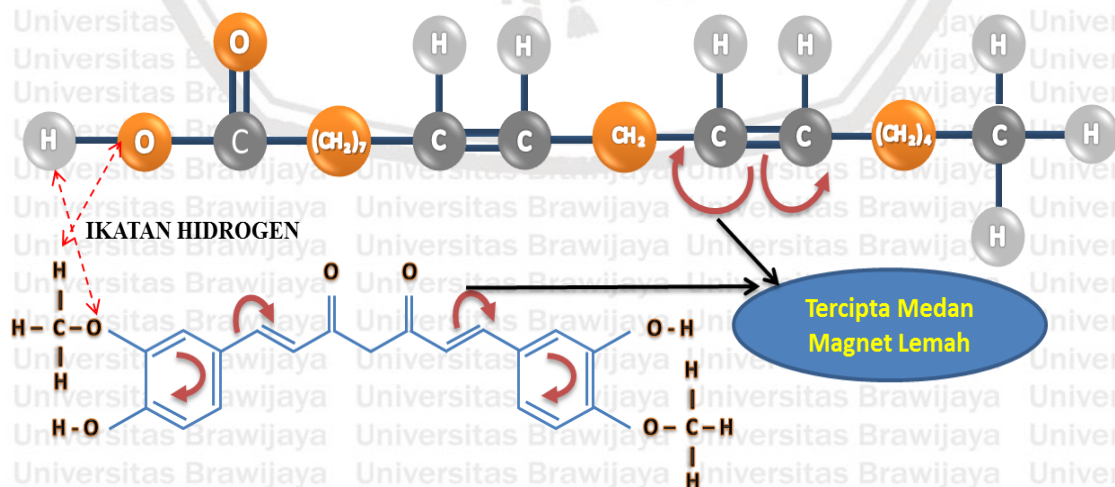
Kurkumin dengan rumus kimia $C_{21}H_{20}O_6$ memiliki ukuran inti atom yang sama dengan unsur-unsur penyusun minyak jagung yaitu asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$). C memiliki nomor atom 6, O memiliki nomor atom 8 dan H memiliki nomor atom 1. Adanya perbedaan jumlah inti atom dari masing-masing molekul menyebabkan adanya perbedaan beda potensial, energi disosiasi, dan keelektronegatifan. Asam linoleat memiliki

keelektronegatifan lebih tinggi dari pada kurkumin sehingga menyebabkan terbentuknya suatu ikatan hidrogen pada atom O dan H terluar yang terdapat pada kurkumin dengan asam linoleat seperti pada gambar 4.2.



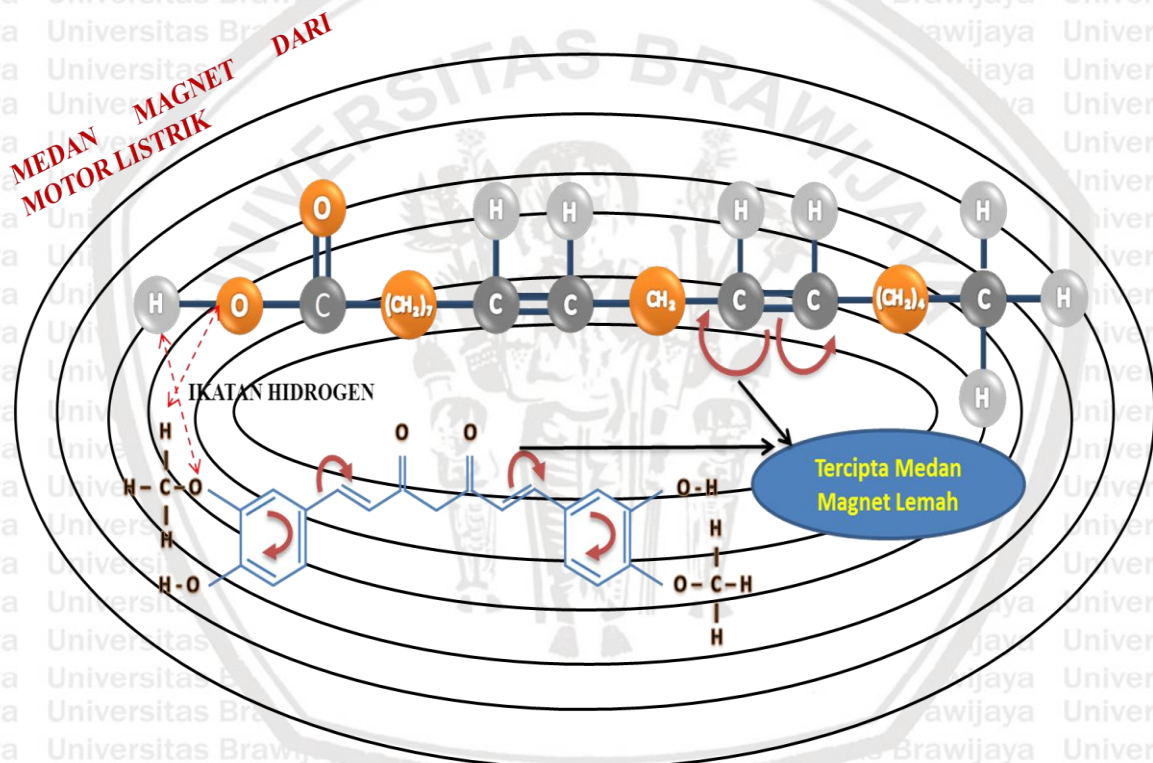
Gambar 4.2 Terbentuknya ikatan hidrogen antara kurkumin dengan asam linoleat minyak jagung

Gambar 4.2 menjelaskan bahwa pembentukan ikatan hidrogen antara asam linoleat dengan kurkumin menyebabkan adanya gaya saling tarik menarik. Ikatan hidrogen ini timbul karena jumlah proton dari atom O yang lebih besar dari pada atom H sehingga elektron yang bermuatan negatif pada atom H yang terdapat pada kurkumin tertarik mendekati atom O yang bermuatan positif dari asam linoleat. Begitu pula sebaliknya, hal ini terjadi pula pada atom O dari kurkumin yang menarik atom H yang terdapat pada asam linoleat.



Gambar 4.3 Terjadi Resonansi dan Medan Magnet Lemah dari Campuran Minyak Jagung dan Kunyit.

Gambar 4.3 menjelaskan bahwa ikatan rangkap memiliki sifat tidak terlokalisasi pada an tertentu sehingga dapat dikatakan dapat berpindah secara terus menerus yang bbut dengan resonansi. Resonansi yang terjadi menimbulkan adanya lompatan elektron a ikatan rangkap maupun pada atom hexagonal sehingga dapat menimbulkan suatu dan magnet lemah. Medan magnet yang ditimbulkan oleh resonansi ikatan rangkap g ada pada kurkumin menarik medan magnet yang dihasilkan pula oleh ikatan rangkap g ada pada asam linoleat dan minyak jagung sehingga timbul pula gaya tarik menarik r molekul. Gaya tarik menarik yang ditimbulkan oleh dua kondisi tersebut yebabkan *viscous finger* yang terbentuk menjadi semakin banyak pada media *hele w cell* sehingga akan meningkatkan viskositas dari minyak tersebut.



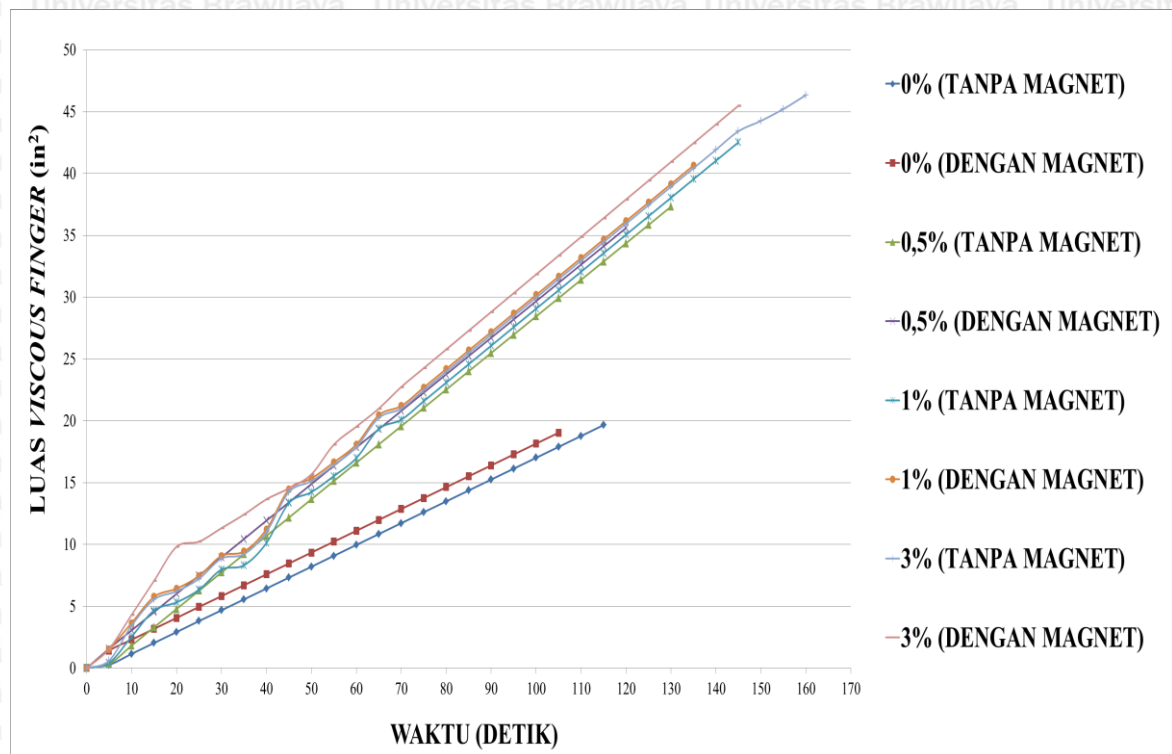
Gambar 4.4 Reaksi campuran minyak jarak dan antioksidan kunyit terhadap medan magnet

Kemudian dengan adanya pengaruh medan magnet kuat dari motor listrik, gaya antar molekul yang saling tarik menarik akibat adanya ikatan hidrogen dan resonansi dari reaksi kurkumin dengan asam linoleat tersebut menjadi melemah. Hal ini disebabkan karena medan magnet kuat dari motor listrik mengganggu pergerakan orbit elektron pada medan magnet dari reaksi antara molekul kurkumin dari kunyit dengan asam linoleat minyak jagung. Sehingga elektron tersebut bergerak secara acak dan dapat berpindah dan mengikuti orbit dari medan magnet yang dihasilkan oleh motor listrik. Melemahnya gaya

tarik menarik antar molekul asam linoleat dengan kurkumin ini menyebabkan *viscous finger* yang terbentuk pada media *hele shaw cell* menjadi semakin sedikit sehingga menurunkan viskositas dari minyak tersebut.

4.3 Pembahasan dan Analisa Grafik

4.3.1 Analisa Grafik Hubungan Waktu terhadap Luas Reaksi *Viscous Finger*

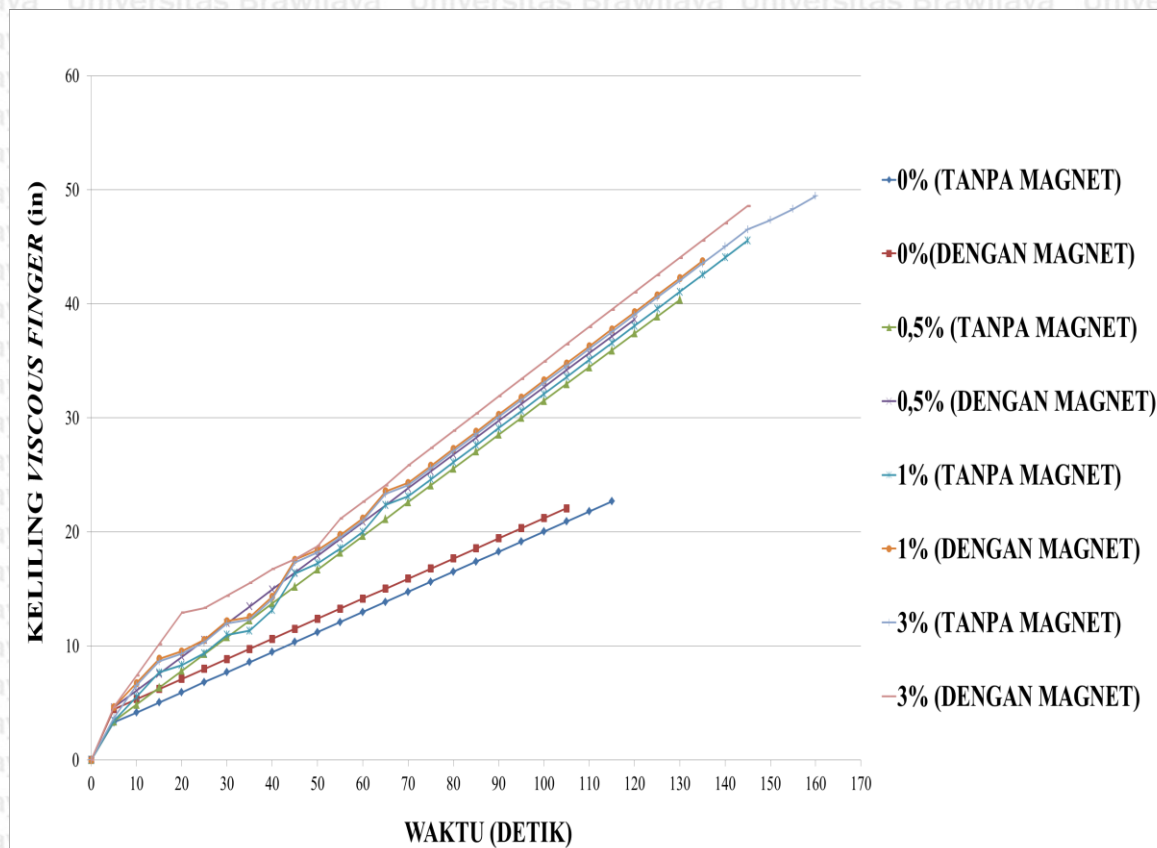


Gambar 4.5 Hubungan luas bidang *viscous finger* terhadap waktu dengan campuran minyak jagung dan antioksidan dengan medan magnet tanpa medan magnet.

Peningkatan nilai luas *viscous finger* yang tertinggi terjadi pada minyak jagung dengan 3% antioksidan dengan pengaruh medan magnet. Dengan bertambahnya prosentase penambahan antioksidan dapat membuat viskositas semakin meningkat tetapi karena ada pengaruh medan magnet, maka gaya tarik menarik antara minyak jagung dan kunyit semakin melemah ditambah dengan pengaruh medan magnet yang ditimbulkan dari elektron yang bergerak antara campuran tersebut. Kemudian dengan pengaruh medan magnet tegangan permukaan yang terjadi semakin kecil sebab gaya tarik menarik untuk membentuk ikatan hidrogen yang terjadi pada minyak tersebut kecil sehingga menyebabkan luas *viscous finger* semakin besar. Kemudian nilai peningkatan luas *viscous finger* yang terendah terjadi pada minyak jagung tanpa antioksidan (kunyit) dengan tanpa medan magnet. Hal tersebut menggambarkan bahwa tanpa penambahan antioksidan pada minyak jagung dan tidak dipengaruhi medan magnet dari motor lisrik membuat tegangan

permukaan yang terjadi besar karena gaya kohesi yang terjadi juga besar sehingga menyebabkan luas *viscous finger* semakin kecil.

4.3.2 Analisa Grafik Hubungan Waktu terhadap Keliling Reaksi *Viscous Finger*

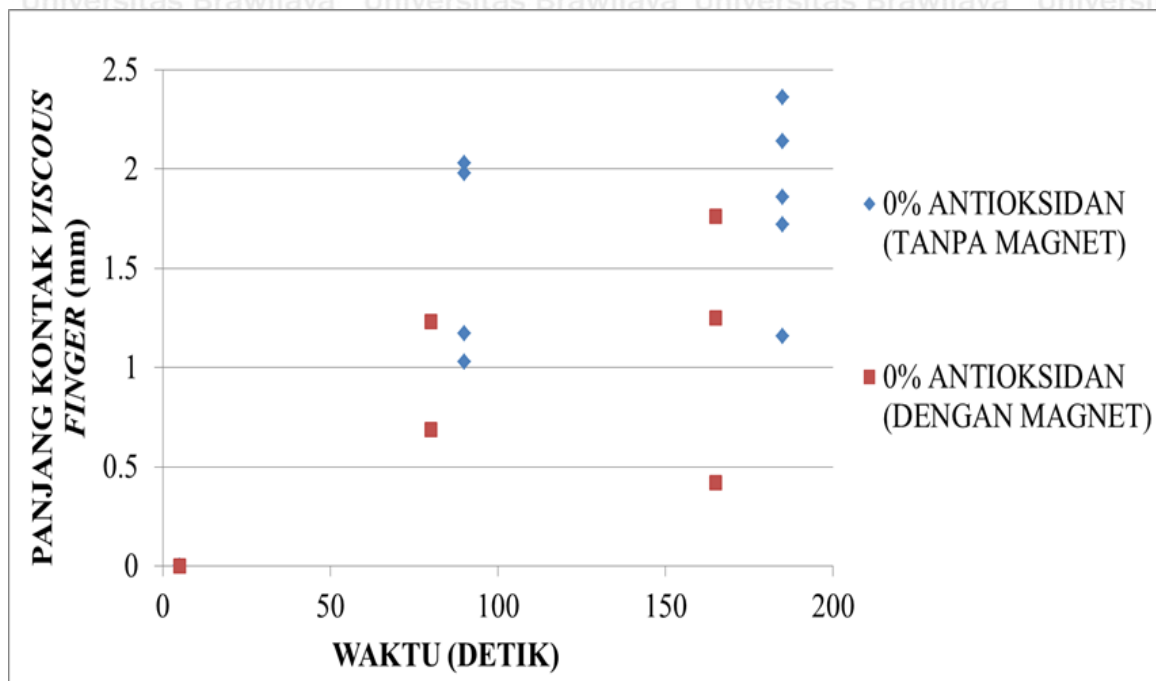


Gambar 4.6 Hubungan keliling bidang *viscous finger* terhadap waktu dengan campuran minyak jagung dan antioksidan dengan medan magnet tanpa medan magnet.

Peningkatan nilai keliling *viscous finger* yang tertinggi terjadi pada minyak jagung dengan 3% antioksidan tanpa pengaruh medan magnet. Dengan bertambahnya prosentase penambahan antioksidan dapat membuat viskositas semakin meningkat tetapi karena ada pengaruh medan magnet, maka gaya tarik menarik antara minyak jagung dan kunyit semakin melemah ditambah dengan pengaruh medan magnet yang ditimbulkan dari elektron yang bergerak antara campuran tersebut. Kemudian dengan pengaruh medan magnet tegangan permukaan yang terjadi semakin kecil sebab gaya tarik menarik untuk membentuk ikatan hidrogen yang terjadi pada minyak tersebut kecil sehingga menyebabkan luas *viscous finger* semakin besar. Kemudian nilai peningkatan luas *viscous finger* yang terendah terjadi pada minyak jagung tanpa antioksidan (kunyit) dengan tanpa medan magnet. Hal tersebut menggambarkan bahwa tanpa penambahan antioksidan pada minyak jagung dan tidak dipengaruhi medan magnet dari motor lisrik membuat tegangan

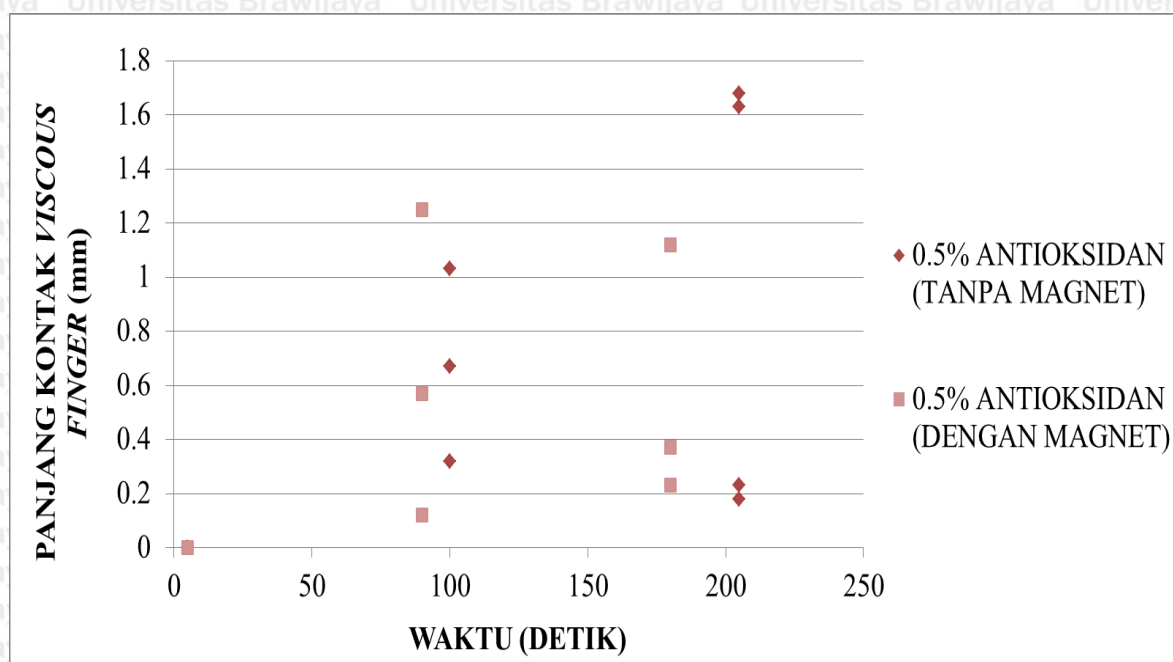
permukaan yang terjadi besar karena gaya kohesi yang terjadi juga besar sehingga menyebabkan luas *viscous finger* semakin kecil.

4.3.3 Analisa Grafik Hubungan Waktu terhadap Panjang Radius *Viscous Finger*



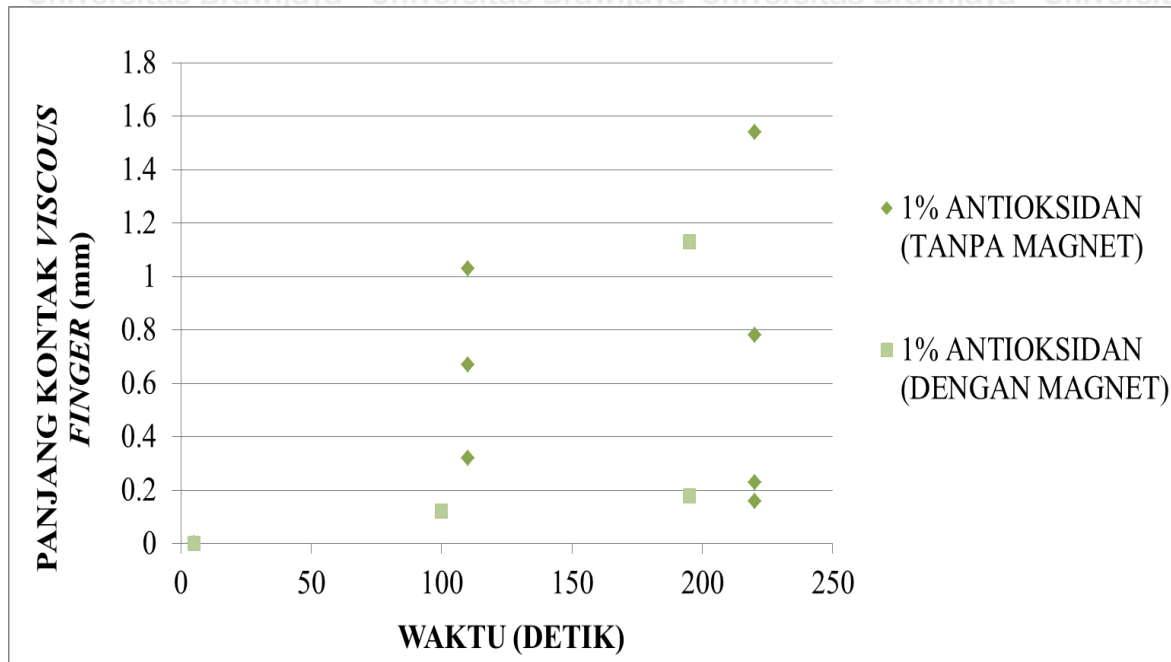
Gambar 4.7 387

Terlihat bahwa panjang kontak *viscous finger* minyak jagung tanpa antioksidan dan tanpa pengaruh medan magnet memiliki nilai yang lebih besar dan lebih banyak. Hal ini menjelaskan bahwa nilai viskositas pada minyak jagung masih tinggi sehingga gaya kohesi yang terjadi dalam minyak tersebut meningkat karena tegangan permukaan juga tinggi dan menyebabkan *viscous finger* yang terbentuk semakin tinggi dan lebih banyak. Begitu sebaliknya, yang terjadi pada minyak jagung tanpa antioksidan dengan pengaruh medan magnet. Adanya medan magnet dapat membuat nilai viskositas minyak tersebut semakin rendah karena gaya tarik menarik antara elektron yang terdapat dalam minyak jagung semakin stabil sehingga tegangan permukaan semakin kecil pula dan menyebabkan nilai panjang kontak *viscous finger* yang terbentuk semakin kecil.



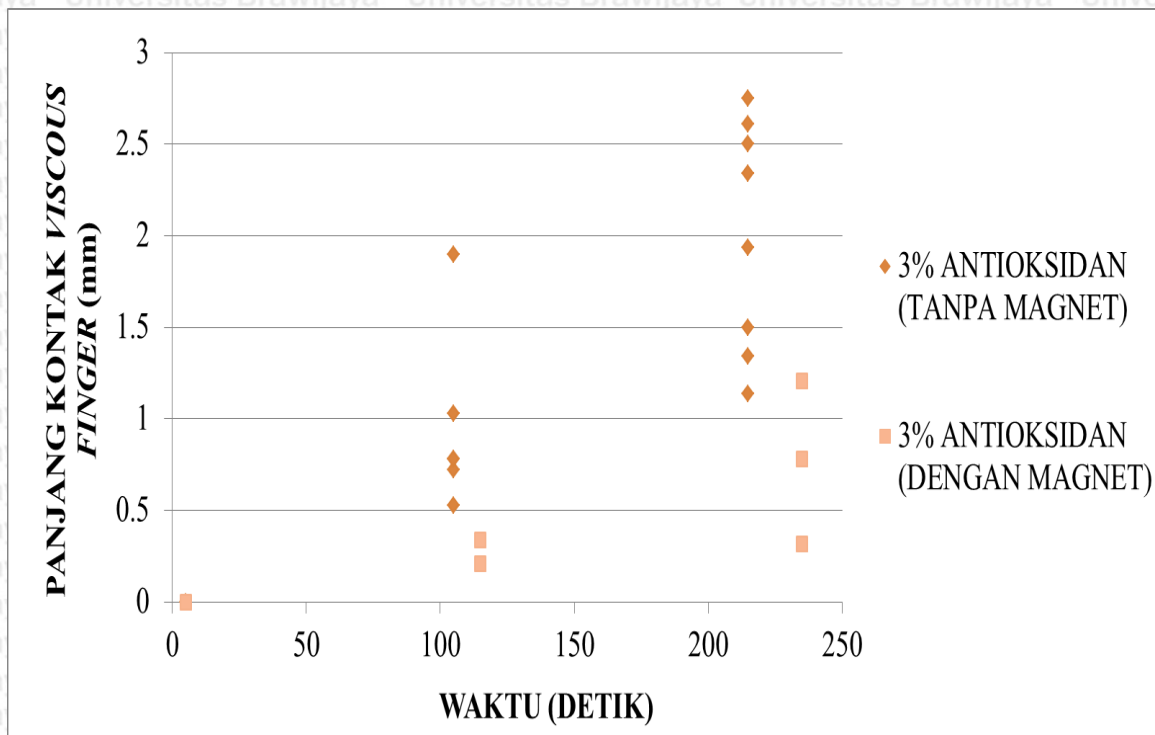
Gambar 4.8 Grafik hubungan waktu dengan panjang kontak *viscous finger* dengan tanpa medan magnet dan medan magnet pada (minyak jagung + 0,5% antioksidan)

Panjang kontak *viscous finger* (minyak jagung + 0,5 % antioksidan) dan tanpa pengaruh medan magnet memiliki nilai yang lebih besar dan lebih banyak. Hal ini menjelaskan bahwa nilai viskositas pada (minyak jagung + 0,5 % antioksidan) semakin tinggi sehingga gaya kohesi yang terjadi juga tinggi karena tegangan permukaan yang tinggi, serta dalam kondisi seperti ini antioksidan (kunyit) mulai menginduksi elektron yang terdapat pada minyak dan menyebabkan *viscous finger* yang terbentuk semakin tinggi dan lebih banyak. Begitu sebaliknya, yang terjadi pada (minyak jagung + 0,5 % antioksidan) dengan pengaruh medan magnet. Adanya medan magnet dapat membuat nilai viskositas (minyak jagung + 0,5 % antioksidan) semakin rendah menyebabkan gaya tarik menarik antara elektron yang terdapat dalam (minyak jagung + 0,5 % antioksidan) semakin stabil sehingga tegangan permukaan semakin kecil dan menyebabkan nilai panjang kontak *viscous finger* yang terbentuk semakin kecil.



Gambar 4.9 Grafik hubungan waktu dengan panjang kontak *viscous finger* dengan tanpa medan magnet dan medan magnet pada (minyak jagung + 1% antioksidan)

Panjang kontak *viscous finger* (minyak jagung + 1% antioksidan) dan tanpa pengaruh medan magnet memiliki nilai yang lebih besar dan lebih banyak. Hal ini menjelaskan bahwa nilai viskositas pada (minyak jagung + 1% antioksidan) semakin tinggi sehingga gaya kohesi yang terjadi juga tinggi karena tegangan permukaan yang tinggi, serta dalam kondisi seperti ini antioksidan (kunyit) mulai menginduksi elektron yang terdapat pada minyak dan menyebabkan *viscous finger* yang terbentuk semakin tinggi dan lebih banyak. Begitu sebaliknya, yang terjadi pada (minyak jagung + 1% antioksidan) dengan pengaruh medan magnet. Adanya medan magnet dapat membuat nilai viskositas (minyak jagung + 1% antioksidan) semakin rendah menyebabkan gaya tarik menarik antara elektron yang terdapat dalam (minyak jagung + 1% antioksidan) semakin stabil sehingga tegangan permukaan semakin kecil dan menyebabkan nilai panjang kontak *viscous finger* yang terbentuk semakin kecil.



Gambar 4.10 Grafik hubungan waktu dengan panjang kontak *viscous finger* dengan tanpa medan magnet dan medan magnet (minyak jagung + 3% antioksidan).

Panjang kontak *viscous finger* (minyak jagung + 3% antioksidan) dan tanpa pengaruh medan magnet memiliki nilai yang lebih besar dan lebih banyak dibandingkan dengan pengaruh medan magnet. Hal ini menjelaskan bahwa nilai viskositas pada (minyak jagung + 3% antioksidan) semakin tinggi sehingga gaya kohesi yang terjadi juga tinggi karena tegangan permukaan yang tinggi, serta dalam kondisi seperti ini antioksidan (kunyit) mulai menginduksi elektron yang terdapat pada minyak dan menyebabkan *viscous finger* yang terbentuk semakin tinggi dan lebih banyak. Begitu juga yang terjadi pada (minyak jagung + 3% antioksidan) dengan pengaruh medan magnet. Adanya medan magnet dapat membuat nilai viskositas (minyak jagung + 3% antioksidan) semakin rendah sehingga gaya tarik menarik antara elektron yang terdapat dalam (minyak jagung + 3% antioksidan) semakin lemah dikarenakan elektron yang terdapat pada (minyak jagung + 3% antioksidan) semakin tidak stabil dan menimbulkan medan magnet karena elektron yang bergerak pada (minyak jagung + 3% antioksidan) dan ditambah pengaruh medan magnet dari motor listrik yang diberikan sehingga tegangan permukaan semakin rendah dan menyebabkan nilai panjang kontak *viscous finger* yang terbentuk semakin rendah dan sedikit.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisa pembahasan pengaruh medan magnet dan penambahan antioksidan terhadap *interfacial instability* minyak jagung dalam *hele shaw cell* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Medan magnet dapat menurunkan viskositas dari larutan sehingga menimbulkan tegangan permukaan yang semakin kecil dan menghasilkan luas dan keliling *viscous finger* yang tinggi daripada dengan pengaruh tanpa medan magnet.
2. Panjang kontak *viscous finger* yang semakin besar dan semakin banyak disebabkan oleh tegangan permukaan yang meningkat akibat gaya kohesi dari larutan tersebut.
3. Dengan meningkatnya penambahan prosentase antioksidan pada minyak jagung dapat meningkatkan perbedaan viskositas dan menghasilkan panjang kontak *viscous finger* semakin banyak dan semakin tinggi dengan pengaruh tanpa medan magnet.

5.2 Saran

Adapun saran yang penulis harapkan dari penelitian tentang pengaruh medan magnet dan penambahan antioksidan terhadap *interfacial instability* minyak jagung dalam *hele shaw cell* adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya memperhatikan beban yang berpengaruh terhadap kecepatan injeksi pada larutan tersebut.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang jenis antioksidan selain kunyit terhadap karakteristik minyak jagung.
3. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai hasil campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) dengan melakukan uji coba pembakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, B. B., Sundaram, C., and Malani, N. (2006) Curcumin: The Indian Solid Gold, tersedia online di www.charakinternational.com/pdfs/Aggarwal-Curcumin-Ch-1.pdf, (diakses 11 Februari 2017.)
- Agoes, A. (2010). Tanaman Obat Indonesia. Salemba Medica. Palembang.
- Hapsoh & Hasanah, Y., (2011). Budidaya Tanaman Obat dan Rempah. USU Press. Medan.
- Harinaldi. (2009). Dinamika Instabilitas Antarmuka pada Proses “Fingering” dalam Aliran Fluida Viskos Melalui Celah Sempit. *Jurnal Teknik Mesin*. Universitas Indonesia.
- Herdiansyah, T. (2015). Minyak Jagung Turunkan Kolesterol Dan Tingkatkan Kesehatan-Jantung. <http://medansatu.com/berita/2671/ternyata-minyak-jagung-paling-ampuh-turunkan-kolesterol-dan-tingkatkan-kesehatan-jantung/>. (diakses 12 Januari 2017).
- Kartini, K. (2015). Rancang Bangun Sumber Medan Magnet Dinamik Untuk Identifikasi Anomali Magnetik Lapisan Tanah. Skripsi. Tidak dipublikasi. Jakarta: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Ketaren, S., (1986). “Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan”, Universitas Indonesia Press, Jakarta, pp. 120-126. 1986.
- Majeed, M., Badmaev, V., Shirakumar U., and Rajendran, R. (1995), Curcuminoids antioxidant phytonutrients, 3-80, NutriScience Publisher Inc., Piscataway, New Jersey.
- Muhammad, I. (2015). Water alternating gas (WAG) Injection : An Enhanced Oil recovery Technique. <https://www.linkedin.com/pulse/water-alternating-gas-wag-injection-enhanced-oil-ibrahim-muhammad>, (diakses 22 Januari 2017).
- Nature, C. (2011). “Patterns and flow in frictional fluid dynamics” <http://www.nature.com/articles/ncomms1289>, (diakses 3 Februari 2017).
- Nurfina, A. (1996). Turunan Kurkumin sebagai Penangkap Radikal Hidroksi, Laporan Penelitian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Yogyakarta, 14-15.
- Outlook Energi Indonesia, (2016) <http://biomasspower.gov.in/document/Reports/bp-energy-outlook-2016.pdf>. (diakses 12 Januari 2017).
- Reza, H. P. (2015). Pengaruh Gradien Medan Magnet Terhadap Kecepatan Pembakaran Api Premixed Minyak Jagung, *Jurnal Teknik Mesin*, Universitas Brawijaya.
- Surya, D. (2006). “Medan Magnetik” <http://staff.ui.ac.id/system/files/users/suryadarma/material/medansumbermedanmagnetik.pdf>, (diakses 20 Januari 2017).
- Syaiful, Amelia, S. & Zulkarnain, A. (2009). Hidrolisa Minyak Jagung (Corn Oil) Secara Enzimatis, Penentuan Kondisi Operasi Optimum, Permodelan Matematika Dan Penentuan Konstanta Kapasitas, *Jurnal Teknik Kimia*, No.3, Vol.16: 21-31.

Wardhana, I.N.G. (2008). Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran. Malang: PT. Danar Wijaya-Brawijaya University Press.

Winarti, Sri. (2010). Makanan Fungsional. Yogyakarta.

Winarto, W.P., (2005). Khasiat dan Manfaat Kunyit. Agromedia Pustaka, Jakarta.



Lampiran 1.

Data luas daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu.

NO	WAKTU	0%		0.50%		1%		3%	
		TM	M	TM	M	TM	M	TM	M
0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
1	5	0.276	1.421	0.346	1.578	0.428	1.537	0.612	1.562
2	10	1.157	2.302	1.825	3.057	2.545	3.654	3.437	4.312
3	15	2.038	3.183	3.304	4.536	4.663	5.772	5.555	7.062
4	20	2.919	4.064	4.783	6.015	5.324	6.433	6.216	9.812
5	25	3.812	4.957	6.262	7.494	6.342	7.451	7.234	10.231
6	30	4.681	5.826	7.741	8.973	7.976	9.085	8.868	11.325
7	35	5.562	6.707	9.212	10.444	8.325	9.434	9.217	12.422
8	40	6.443	7.588	10.699	11.931	10.123	11.232	11.015	13.657
9	45	7.324	8.469	12.178	13.41	13.353	14.462	14.245	14.543
10	50	8.205	9.35	13.657	14.889	14.234	15.343	15.126	15.675
11	55	9.086	10.231	15.136	16.368	15.537	16.646	16.429	18.078
12	60	9.967	11.112	16.615	17.847	16.986	18.095	17.878	19.536
13	65	10.848	11.993	18.094	19.326	19.353	20.462	20.245	20.993
14	70	11.729	12.874	19.573	20.805	20.097	21.206	20.989	22.743
15	75	12.61	13.755	21.052	22.284	21.593	22.702	22.485	24.259
16	80	13.491	14.636	22.531	23.763	23.088	24.197	23.980	25.775
17	85	14.372	15.517	24.01	25.242	24.583	25.692	25.475	27.291
18	90	15.253	16.398	25.489	26.721	26.079	27.188	26.971	28.807
19	95	16.134	17.279	26.968	28.2	27.574	28.683	28.466	30.324
20	100	17.015	18.16	28.447	29.679	29.069	30.178	29.961	31.840
21	105	17.896	19.041	29.926	31.158	30.565	31.674	31.457	33.356
22	110	18.777		31.405	32.637	32.060	33.169	32.952	34.872
23	115	19.658		32.884	34.116	33.555	34.664	34.447	36.388
24	120			34.363	35.595	35.051	36.160	35.943	37.904
25	125			35.842		36.546	37.655	37.438	39.420
26	130			37.321		38.041	39.150	38.933	40.936
27	135					39.536	40.645	40.428	42.453
28	140					41.032		41.924	43.969
29	145					42.527		43.419	45.485
30	150							44.253	
31	155							45.212	
32	160							46.342	

Lampiran 2.

Data keliling daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu.

NO	WAKTU	0%		0.50%		1%		3%	
		TM	M	TM	M	TM	M	TM	M
1	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	5	3.299	4.464	3.391	4.606	3.449	4.639	3.714	4.664
3	10	4.180	5.345	4.870	6.085	5.567	6.756	6.539	7.414
4	15	5.061	6.226	6.349	7.564	7.685	8.874	8.657	10.164
5	20	5.942	7.107	7.828	9.043	8.345	9.535	9.318	12.914
6	25	6.835	8.000	9.307	10.522	9.363	10.553	10.336	13.333
7	30	7.704	8.869	10.786	12.001	10.997	12.187	11.970	14.427
8	35	8.585	9.750	12.257	13.472	11.346	12.536	12.319	15.524
9	40	9.466	10.631	13.744	14.959	13.144	14.334	14.117	16.759
10	45	10.347	11.512	15.223	16.438	16.374	17.564	17.347	17.645
11	50	11.228	12.393	16.702	17.917	17.255	18.445	18.228	18.777
12	55	12.109	13.274	18.181	19.396	18.558	19.748	19.531	21.180
13	60	12.990	14.155	19.660	20.875	20.007	21.197	20.980	22.638
14	65	13.871	15.036	21.139	22.354	22.374	23.564	23.347	24.095
15	70	14.752	15.917	22.618	23.833	23.119	24.308	24.091	25.845
16	75	15.633	16.798	24.097	25.312	24.614	25.804	25.587	27.361
17	80	16.514	17.679	25.576	26.791	26.109	27.299	27.082	28.877
18	85	17.395	18.560	27.055	28.270	27.605	28.794	28.577	30.393
19	90	18.276	19.441	28.534	29.749	29.100	30.290	30.073	31.909
20	95	19.157	20.322	30.013	31.228	30.595	31.785	31.568	33.426
21	100	20.038	21.203	31.492	32.707	32.090	33.280	33.063	34.942
22	105	20.919	22.084	32.971	34.186	33.586	34.776	34.559	36.458
23	110	21.800		34.450	35.665	35.081	36.271	36.054	37.974
24	115	22.681		35.929	37.144	36.576	37.766	37.549	39.490
25	120			37.408	38.623	38.072	39.262	39.045	41.006
26	125			38.887		39.567	40.757	40.540	42.522
27	130			40.366		41.062	42.252	42.035	44.038
28	135					42.558	43.747	43.530	45.555
29	140					44.053		45.026	47.071
30	145					45.548		46.521	48.587
31	150							47.355	
32	155							48.314	
33	160							49.444	

Keterangan :

TM = Tanpa Magnet

M = Dengan Magnet

0%,0.5%,1% dan 3% = Prosentase antioksidan kunyit

Lampiran 3.

Data panjang radius *viscous finger* yang terbentuk pada daerah reaksi campuran minyak jagung dan antioksidan (kunyit) terhadap waktu.

Tanpa MAGNET	
minyak + kunyit 0%	
DETIK KE	panjang viscous
5	0
55	1.03
55	1.17
55	1.98
55	2.03
115	1.16
115	1.72
115	1.86
115	2.14
115	2.36

MAGNET	
minyak + kunyit 0%	
detik ke	panjang viscous
5	0
50	0.69
50	1.23
105	0.42
105	1.25
105	1.76

TANPA MAGNET	
minyak +kunyit 0.5%	
detik ke	panjang viscous
5	0
65	0.32
65	0.67
65	1.03
130	1.63
130	0.23
130	0.18
130	1.68

MAGNET	
minyak +kunyit 0.5%	
detik ke	panjang viscous
5	0
60	0.57
60	0.12
60	1.25
120	0.37
120	0.23
120	1.12

TANPA MAGNET	
minyak +kunyit 1%	
detik ke	panjang viscous
5	0
75	0.32
75	0.67
75	1.03
145	0.16
145	0.23
145	0.78
145	1.54

MAGNET	
minyak +kunyit 1%	
detik ke	panjang viscous
5	0
60	0.12
120	0.18
120	1.13

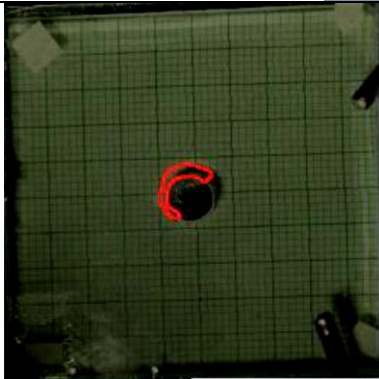
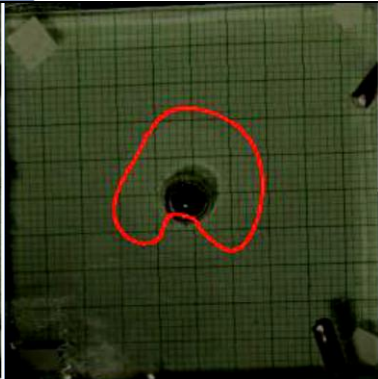
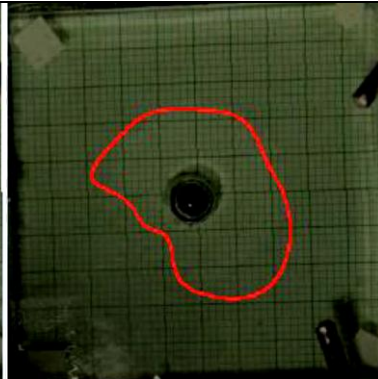
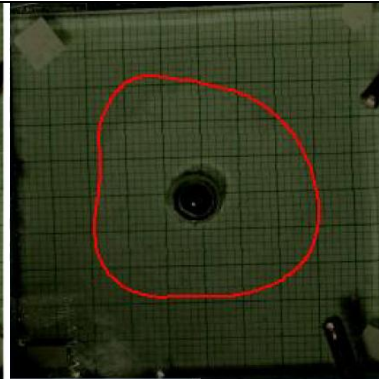
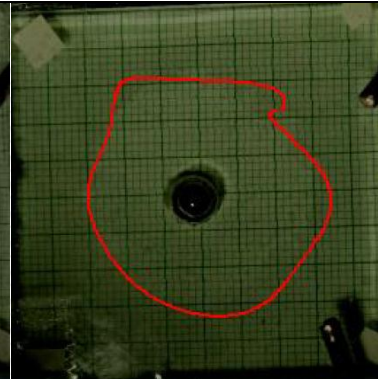
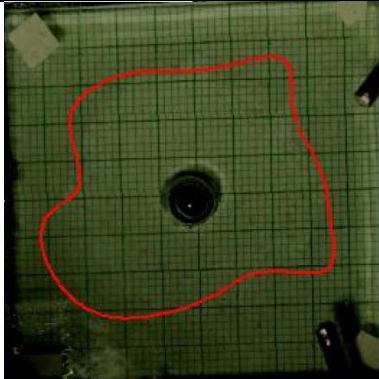
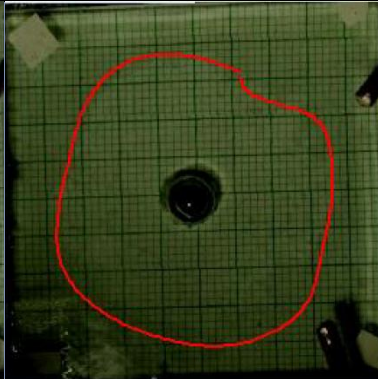
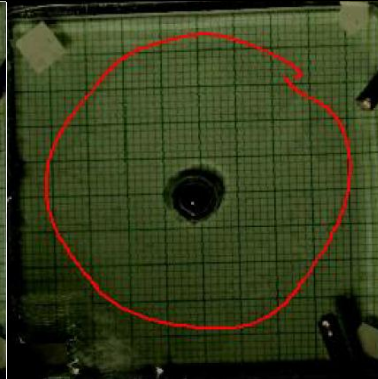
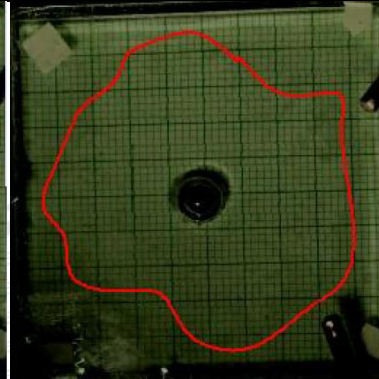
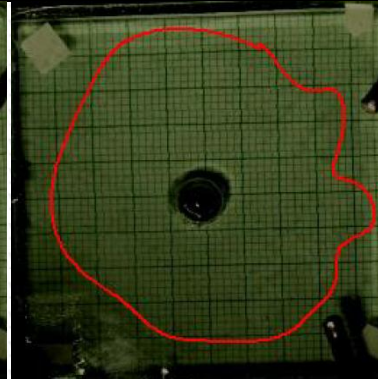
TANPA MAGNET	
minyak + kunyit 3%	
detik ke	panjang viscous
5	0
80	0.53
80	0.72
80	0.78
80	1.9
80	0.78
80	1.03
160	1.14
160	1.34
160	1.5
160	2.5
160	1.934
160	2.61
160	2.34
160	2.75

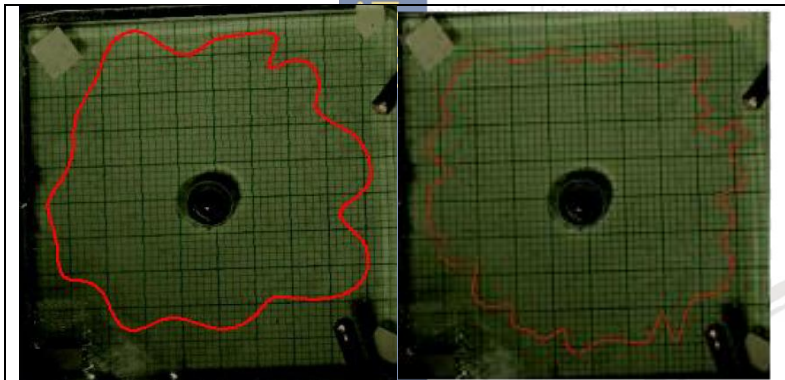
MAGNET	
minyak + kunyit 3%	
detik ke	panjang viscous
5	0
75	0.21
75	0.34
145	0.32
145	0.78
145	1.21

Lampiran 4.

Data gambar reaksi campuran minyak jagung dengan penambahan antioksidan (kunyit) dalam *hele shaw cell*

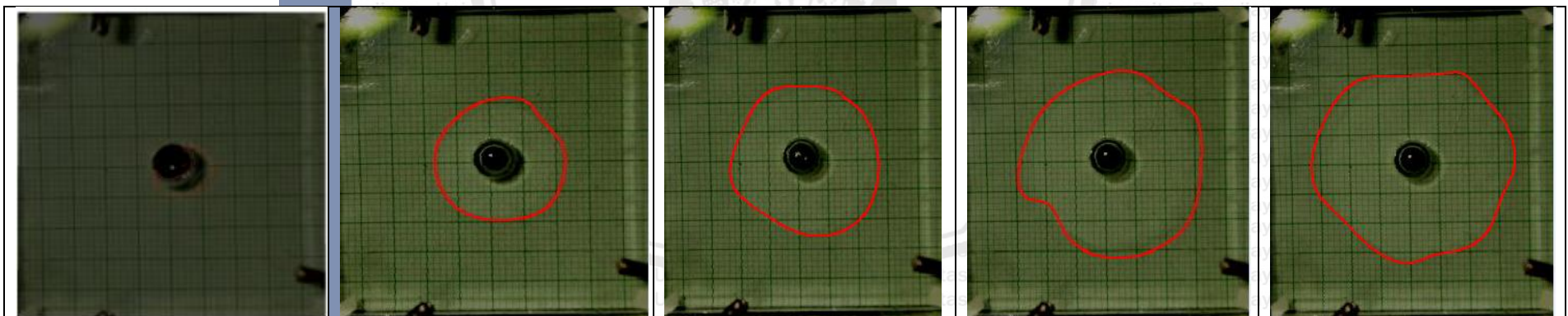
0% TANPA MAGNET

				
5 s : A = 0.276 in K = 3.299 in	10 s : A = 1.157 in K = 4.180 in	20 s : A = 2.919 in K = 5.942 in	30 s : A = 4.681 in K = 7.704 in	40 s : A = 6.443 in K = 9.466 in
				
50s : A = 8.205 in K = 11.228 in	60s : A = 9.967 in K = 12.990 in	70s : A = 11.729 in K = 14.752 in	80s : A = 13.491 in K = 16.514 in	90s : A = 15.253 in K = 18.276 in

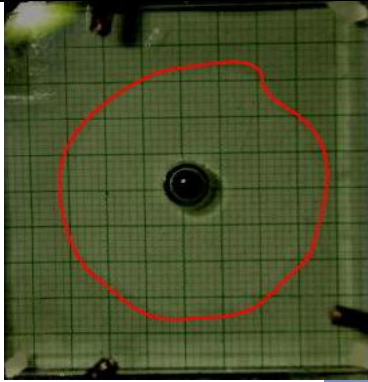
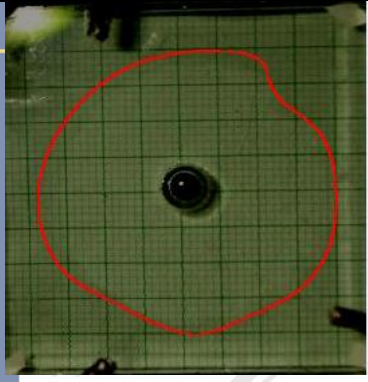
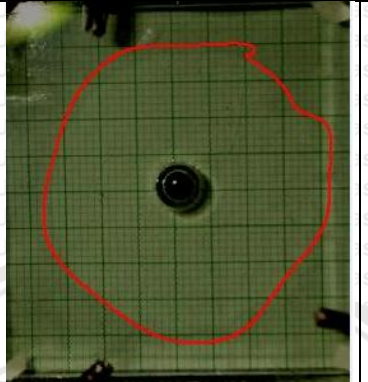
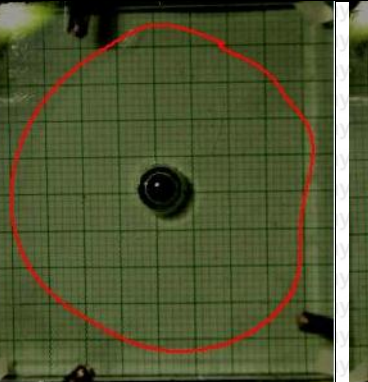
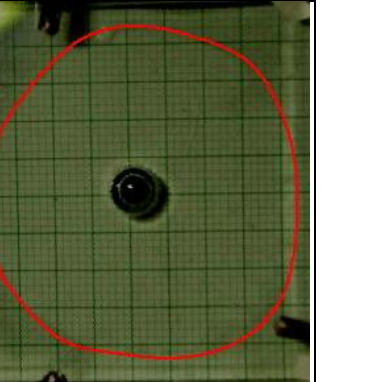


100s : A = 17.015 in K = 20.038 in	115s : A = 19.658 in K = 22.681 in
---------------------------------------	---------------------------------------

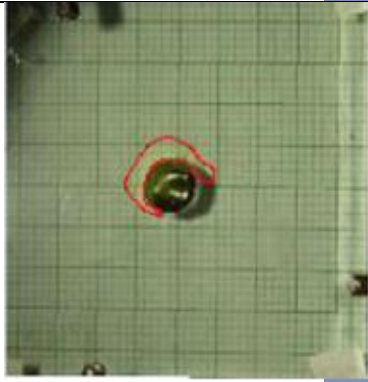
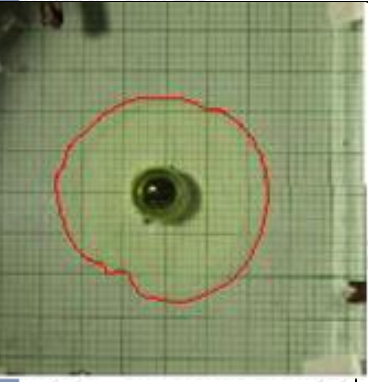
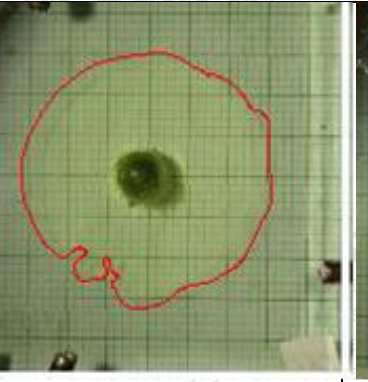
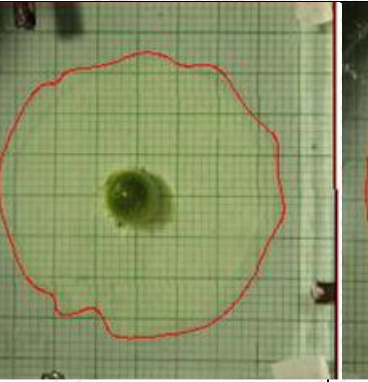
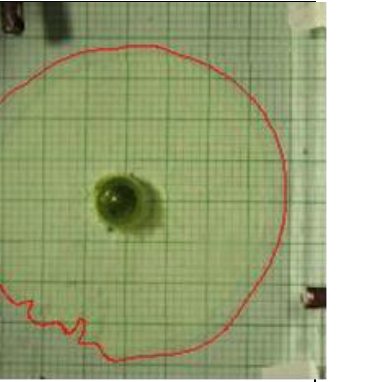
0% Magnet

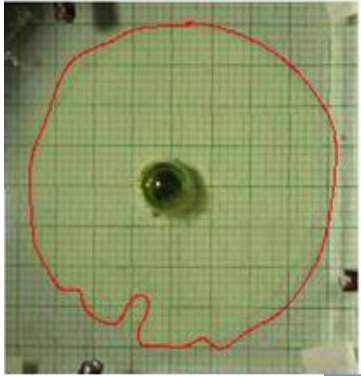
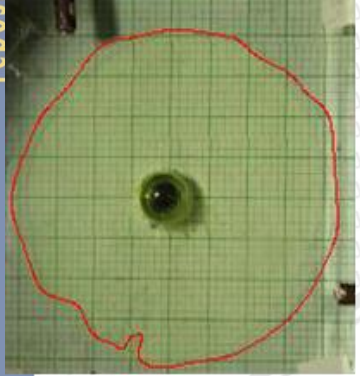
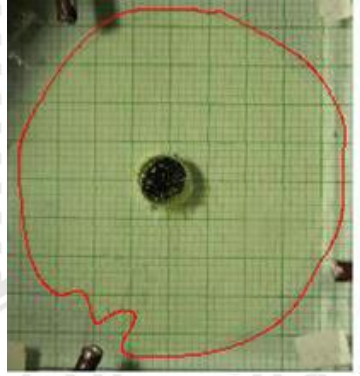
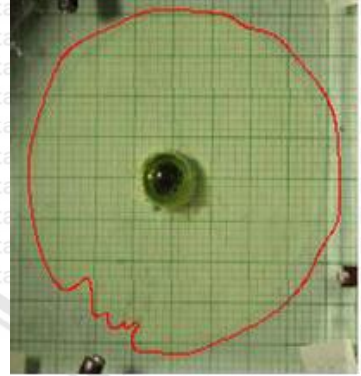
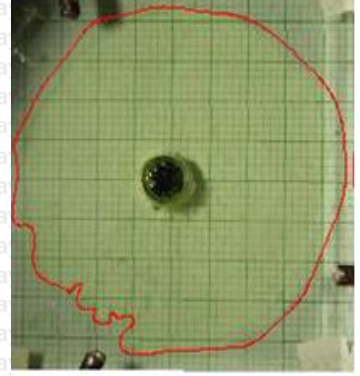
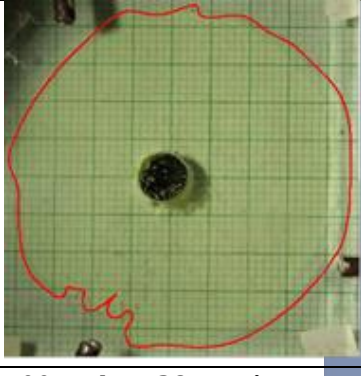
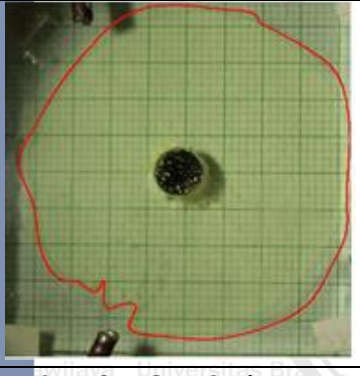


5 s : A = 1.421 in K = 4.464 in	10 s : A = 2.302 in K = 5.345 in	20 s : A = 4.064 in K = 5.942 in	30 s : A = 5.826 in K = 8.869 in	40 s : A = 7.588 in K = 10.631 in
------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

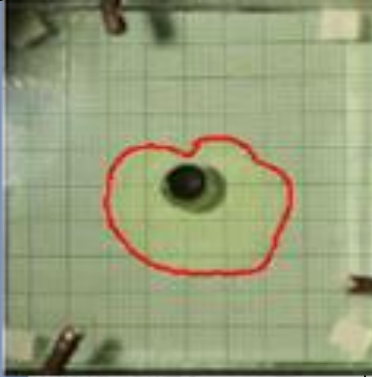
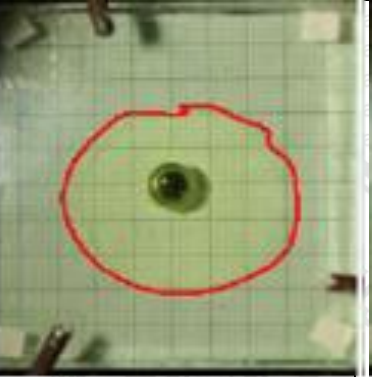
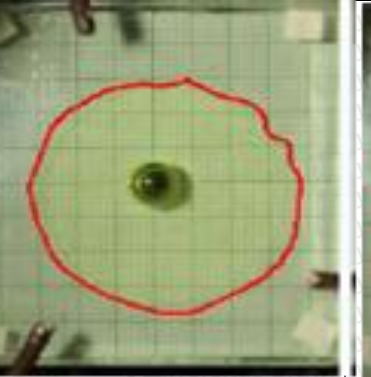
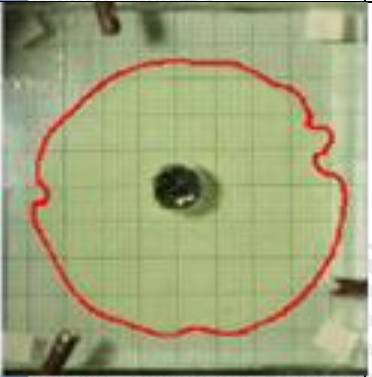
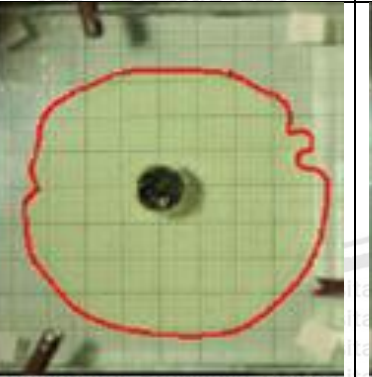
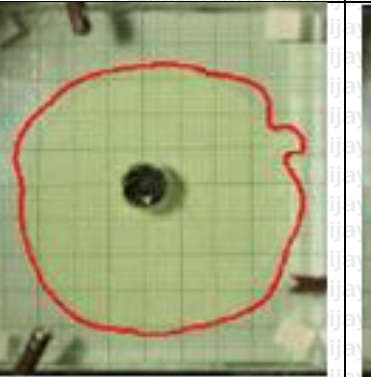
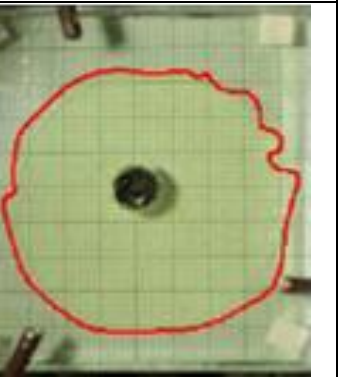
				
50 s : A = 9.350 in K = 11.228 in	60 s : A = 11.112 in K = 14.155 in	70 s : A = 12.874 in K = 15.917 in	80 s : A = 14.636 in K = 17.679 in	90 s : A = 16.398 in K = 19.441 in

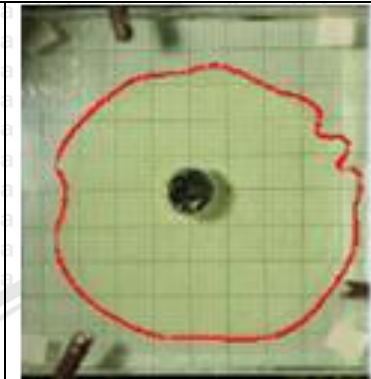
0.5% tanpa magnet

				
5 s : A = 0.346 in K = 3.391 in	10s : A = 1.825 in K = 4.870 in	20s : A = 4.783 in K = 7.828 in	30s : A = 7.741 in K = 10.786 in	40s : A = 10.699 in K = 13.744 in

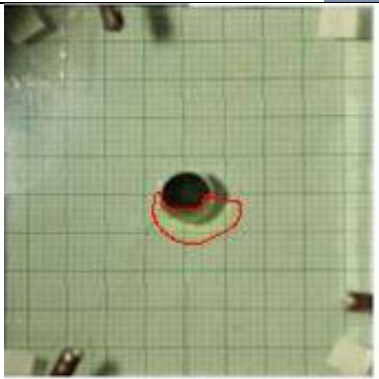
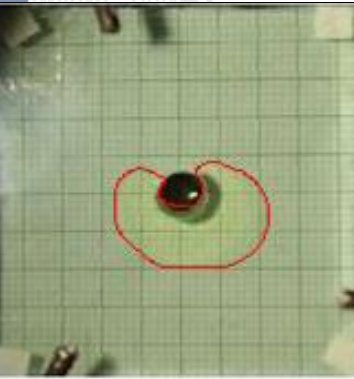
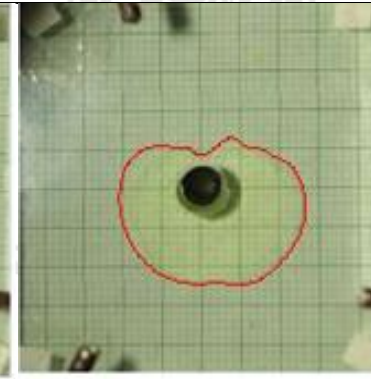
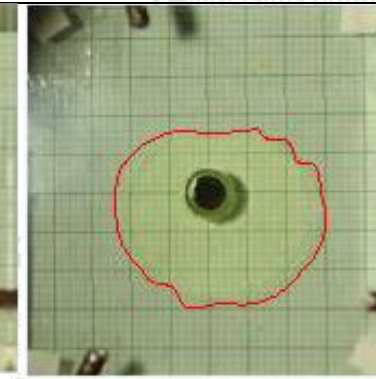
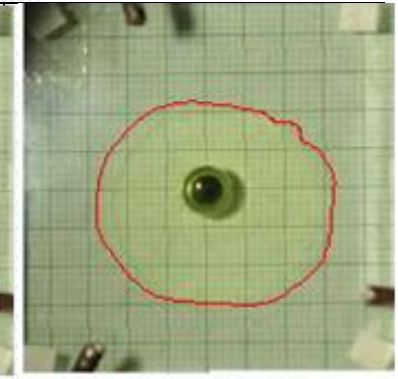
				
50s : A = 13.657in K = 16.702 in	60s : A = 16.615 in K = 19.660 in	70s : A = 19.573 in K = 22.618 in	80s : A = 22.531 in K = 25.576 in	90s : A = 25.489 in K = 28.534 in
				
100s : A = 28.447 in K = 31.492 in	110s : A = 31.405 in K = 34.450 in			

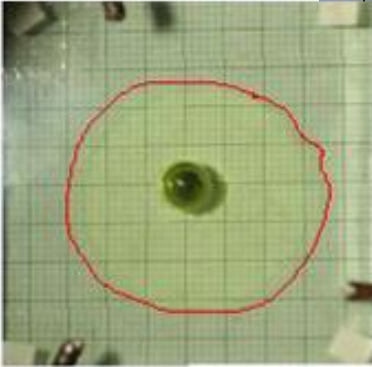
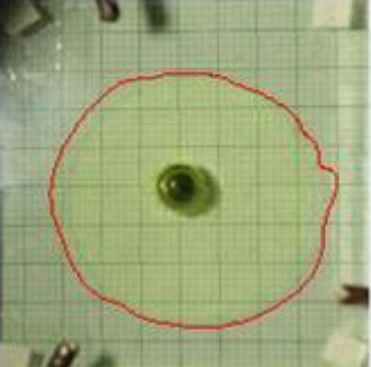
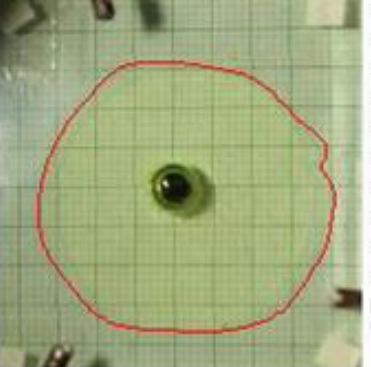
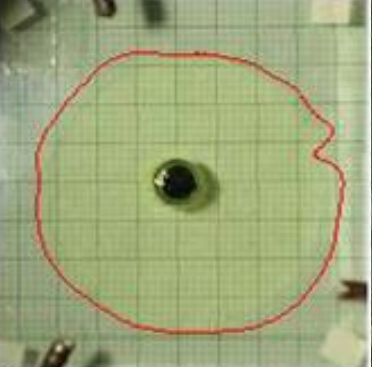
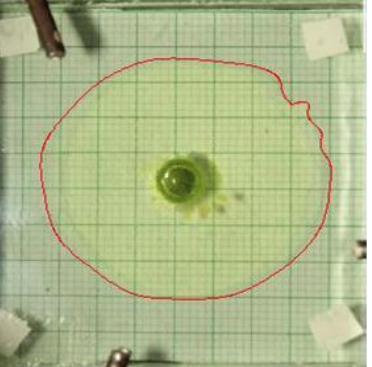
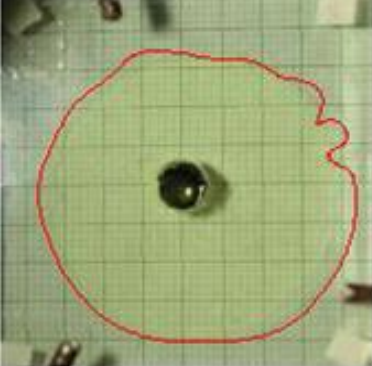
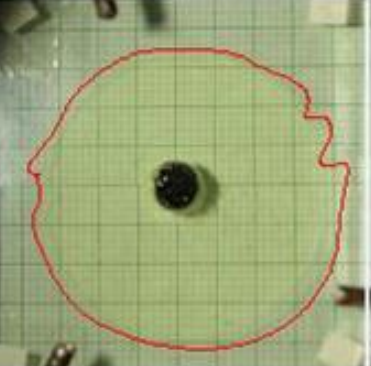
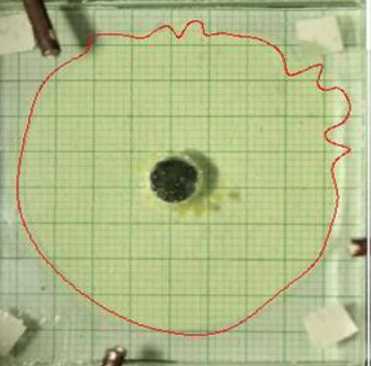
0,5 % Magnet

				
5 s : A = 1.576 in K = 4.606 in	10 s : A = 3.057 in K = 6.085 in	20 s : A = 4.783 in K = 9.043 in	30 s : A = 8.973 in K = 12.001 in	40 s : A = 11.931 in K = 14.959 in
				
50 s : A = 14.889 in K = 17.917 in	60 s : A = 17.847 in K = 20.875 in	70 s : A = 20.805 in K = 23.833 in	80 s : A = 23.736 in K = 26.791 in	90 s : A = 26.721 in K = 29.749 in

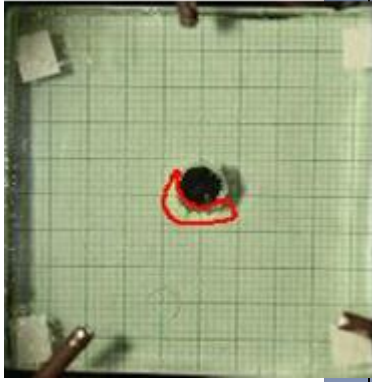
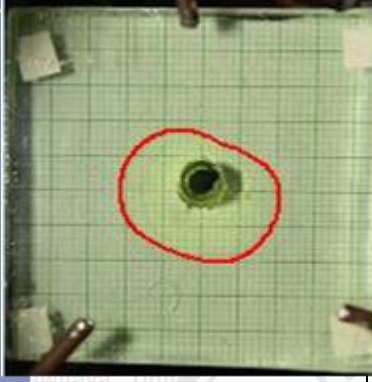
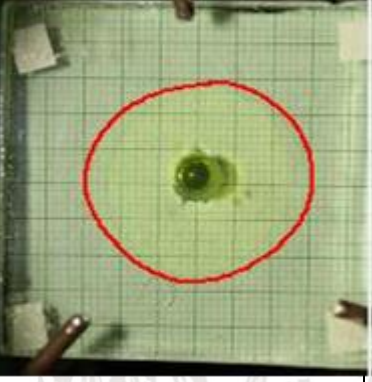
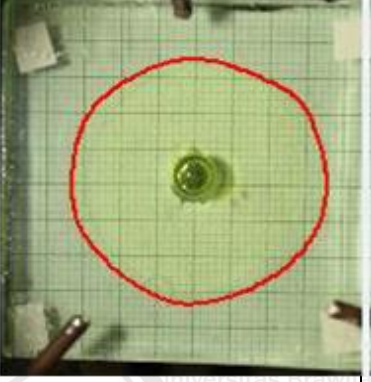
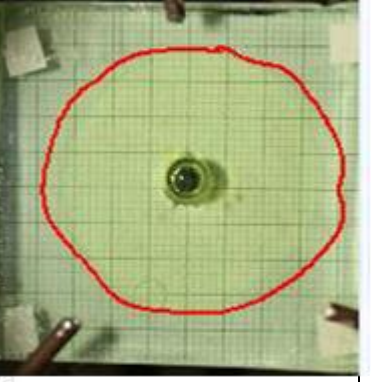
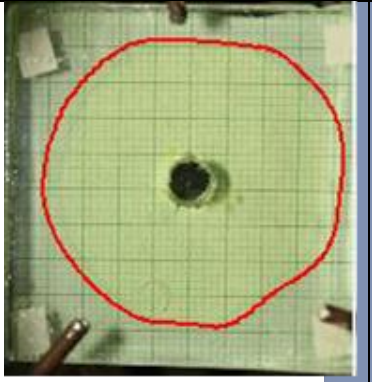
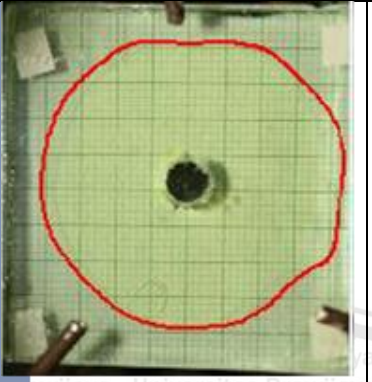
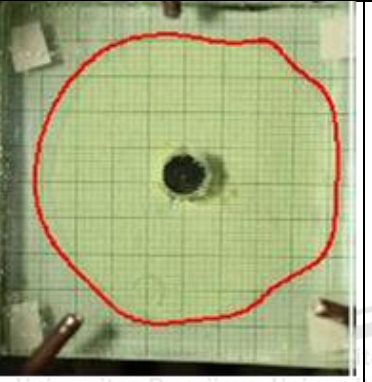
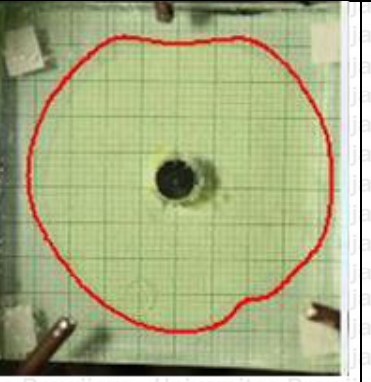
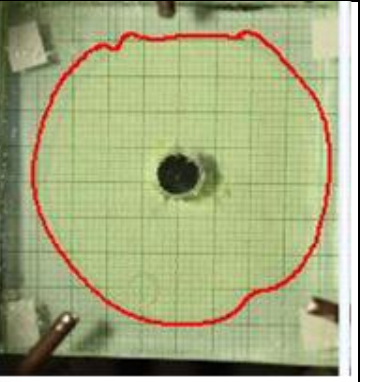
		
100 s : A = 29.679 in K = 32.707 in	110 s : A = 32.637 in K = 35.665 in	120 s : A = 35.595 in K = 38.623 in

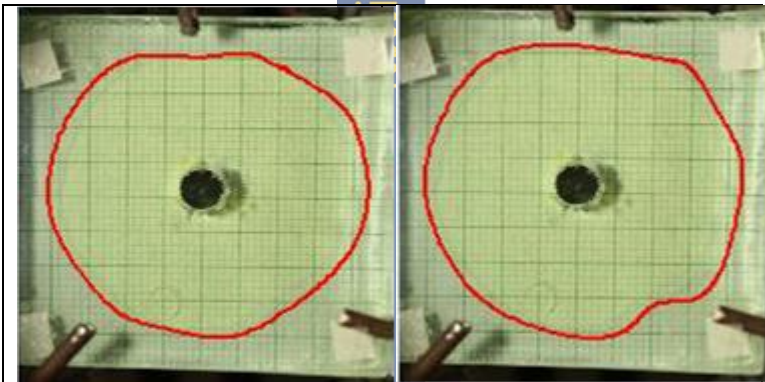
1% Tanpa Magnet

				
5 s : A = 0.428 in K = 3.449 in	10s : A = 2.545 in K = 5.567 in	20 s: A = 5.324 in K = 8.345 in	30s : A = 7.976 in K = 10.997 in	40s : A = 10.123 in K = 14.959 in

				
50s : A = 14.234 in K = 17.255 in	60s : A = 16.986 in K = 20.007 in	70s : A = 20.097 in K = 23.119 in	80s : A = 23.088 in K = 26.109 in	90s : A = 26.079 in K = 29.100 in
				
100s : A = 30.178 in K = 32.090 in	110s : A = 32.060 in K = 35.081 in	120s : A = 35.051 in K = 38.072 in		

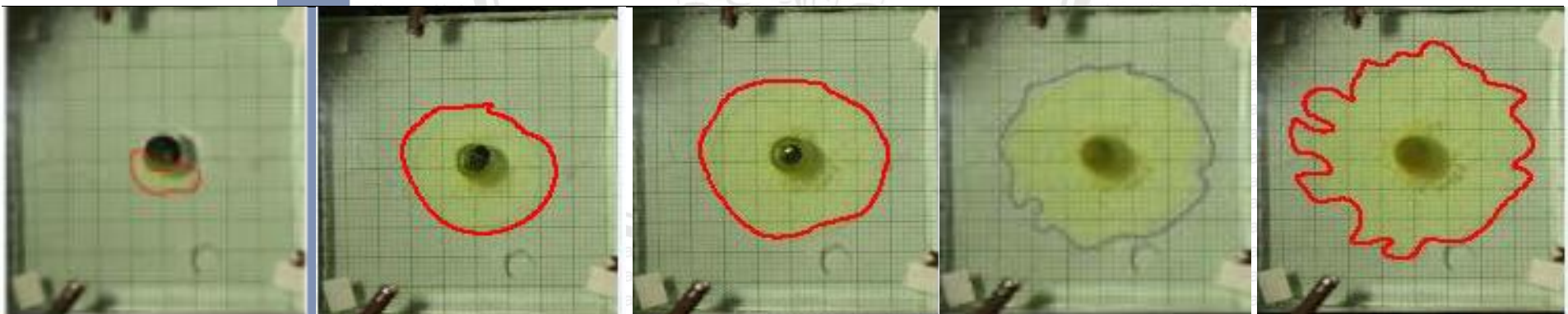
1% Magnet

				
5 s : A = 1.537 in K = 4.639 in	10s : A = 3.654 in K = 6.756 in	20s : A = 6.533 in K = 9.535 in	30s : A = 9.085 in K = 12.187 in	40s : A = 11.232 in K = 14.334 in
				
50s : A = 15.343 in K = 18.445 in	60s : A = 18.095 in K = 21.197 in	70s : A = 21.026 in K = 24.308 in	80s : A = 24.197 in K = 27.299 in	90s : A = 27.188 in K = 30.290 in

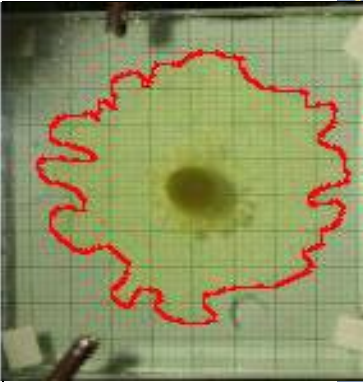
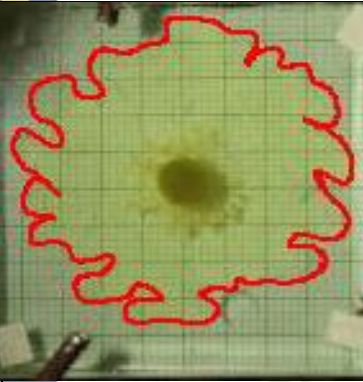
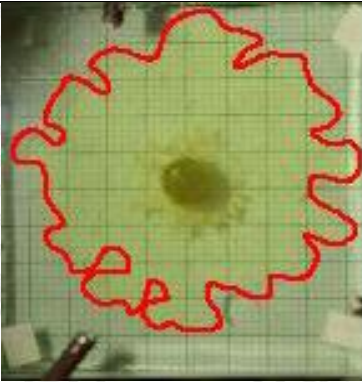
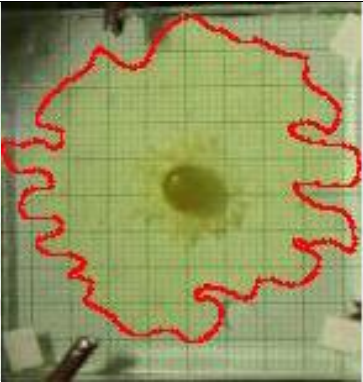
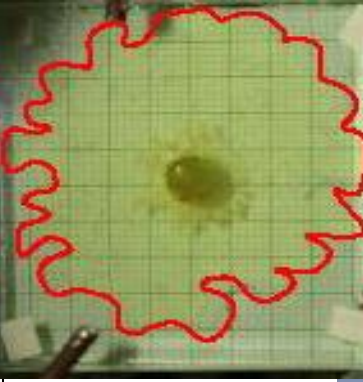
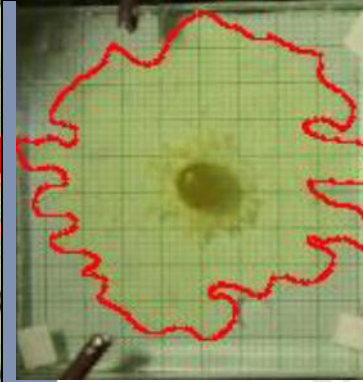
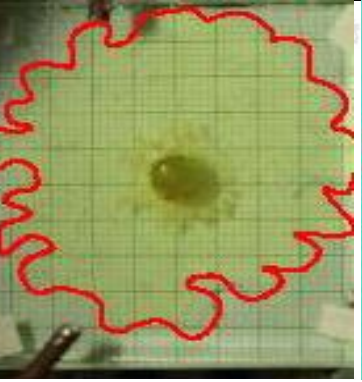
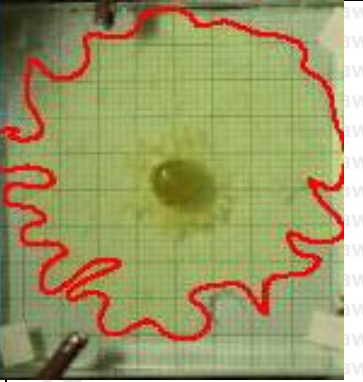
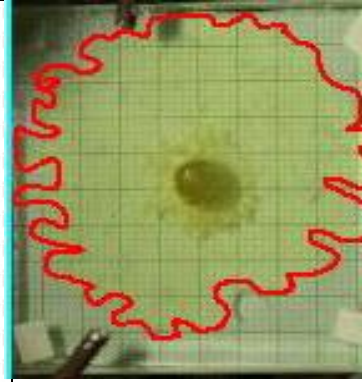


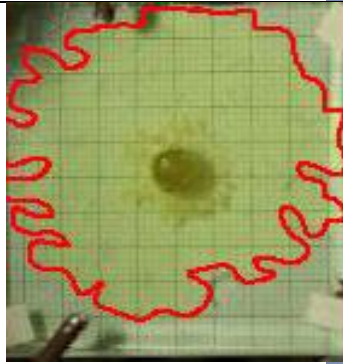
100s : A = 30.178 in K = 33.280 in	110s : A = 33.169 in K = 36.271 in
---------------------------------------	---------------------------------------

3% Tanpa Magnet



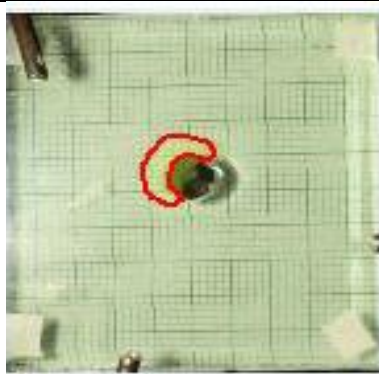
5s : A = 0.612 in K = 3.714 in	10s : A = 3.437 in K = 6.539 in	20s : A = 6.216 in K = 9.318 in	30s : A = 8.868 in K = 11.970 in	40s : A = 11.015 in K = 14.117 in
-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

				
50s : A = 15.126 in K = 18.228 in	60s : A = 17.878 in K = 20.980 in	70s : A = 20.989 in K = 24.091 in	80s : A = 23.980 in K = 27.082 in	90s : A = 26.971 in K = 30.073 in
				
100s : A = 29.961 in K = 33.063 in	110s : A = 32.952 in K = 36.054 in	120s : A = 35.943 in K = 39.045 in	130s : A = 38.933 in K = 42.035 in	140s : A = 41.924 in K = 45.026 in

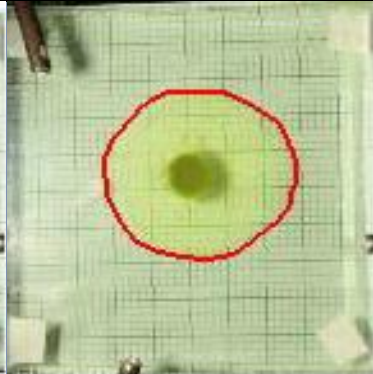


150s : A = 44.253 in
K = 47.355 in

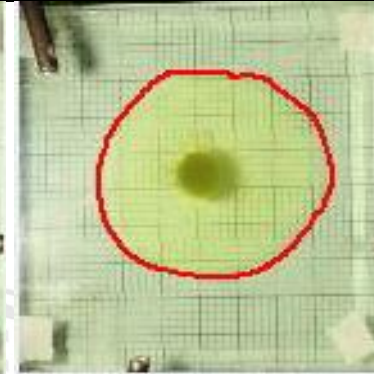
3% Magnet



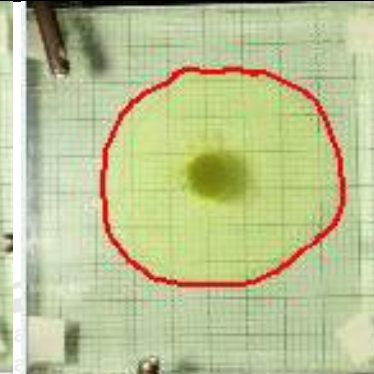
5s : A = 1.562 in
K = 4.664 in



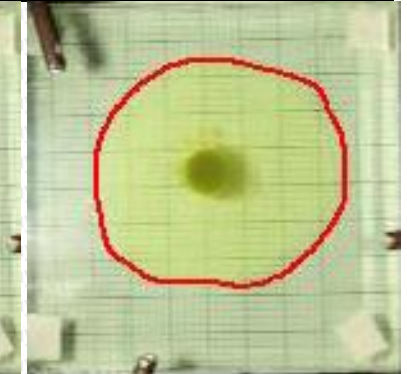
10s : A = 4.312 in
K = 7.414 in



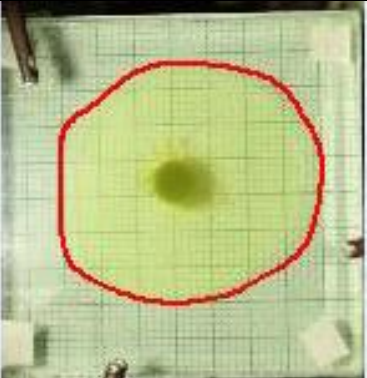
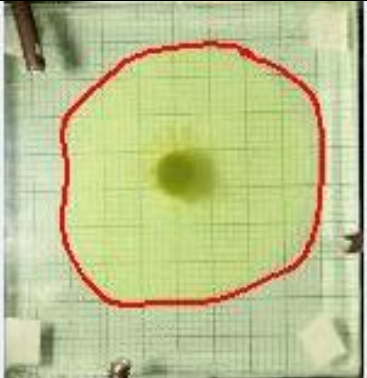
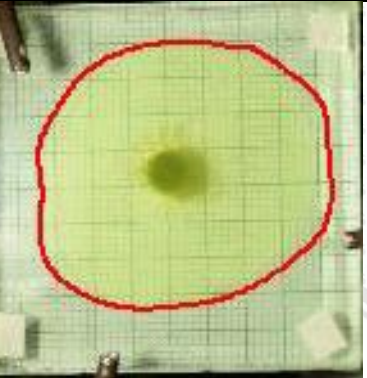
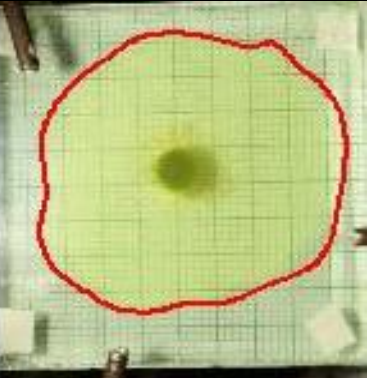
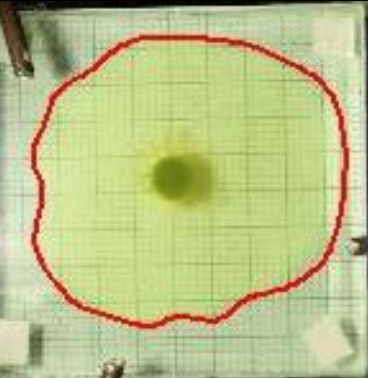
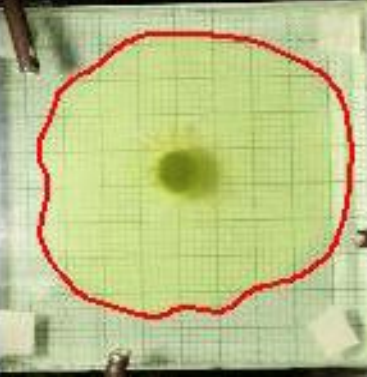
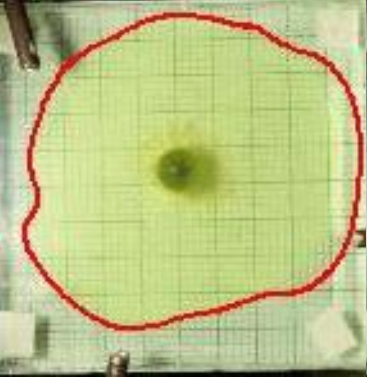
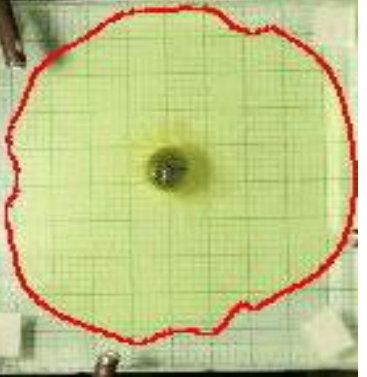
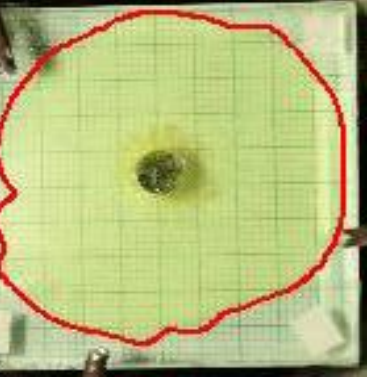
20s : A = 9.812 in
K = 12.914 in



30s : A = 11.325 in
K = 14.427 in



40s : A = 13.657 in
K = 16.759 in

				
50s : A = 15.675 in K = 18.777 in	60s : A = 19.536 in K = 22.638 in	70s : A = 22.743 in K = 25.845 in	80s : A = 25.775 in K = 28.877 in	90s : A = 28.807 in K = 31.909 in
				
100s : A = 31.840 in K = 34.942 in	110s : A = 34.872 in K = 37.974 in	120s : A = 37.904 in K = 41.006 in	130s : A = 40.936 in K = 44.038 in	

Lampiran 5.

Uji Komposisi Minyak Jagung.

NO: F-04

LAPORAN HASIL UJI

No. 027 / LHU / VIII / 2017

1. Tanggal / No. Surat Perintah Uji : 11.07.17 / 016 / SPU / VII / 17
2. Tanggal Selesai Uji : 02.08.17
3. Nama Sampel : Minyak Jagung
4. Kode Sampel : GC-MSD 07 – 363
5. Hasil Pemeriksaan : **Persen normalisasi asam lemak dalam komponen lemak dari kode sampel GC-MSD 07 – 363:**

No.	Parameter	Metode + BD	Hasil		Syarat	Ket
			Nama Senyawa	Persentase normalisasi		
1.	Profil GC-MSD	GC-MSD	Asam Palmitat	14,630%	-	
			Asam Linoleat	43,742%		
			Asam Oleat	36,463%		
			Asam Elaidat	1,049%		
			Asam Stearat	2,682%		
			Asam Eikosenoat	0,384%		
			Asam Arakat	0,534%		
			Asam Behenat	0,248%		
			Asam Lignoserat	0,269%		

Surabaya, 02.08.17
 Manajer Teknis,

[Signature]
 Drs. Hariana, M.Sc., Apt.

Lampiran 6.

Data medan magnet dan motor listrik tipe Motor Class B IP54



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Jl. Veteran, Malang, 65145, Jawa Timur, Indonesia

Telp : +62-341-554403, 551611; Fax: +62-341-554403

<http://mipa.ub.ac.id>

E-mail: mipa@ub.ac.id

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa :

Nama : Fitriyani Agustini

NIM : 135060201111088

Instansi : Universitas Brawijaya

Program Studi : Teknik Mesin

Benar – benar telah melakukan penelitian dan pengambilan data Pengujian Kekuatan Medan Magnet menggunakan alat Tesla Meter di Laboratorium Fisika Lanjut Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang pada tanggal 9 Mei 2017, guna keperluan penyusunan skripsi dengan judul :

“Pengaruh Medan Magnet dan Penambahan Antioksidan Terhadap *Interfacial Instability* Minyak Jagung Dalam *Hele Shaw Cell*”

Hasil pengujian :

No	Nama Alat Yang Diuji	Kekuatan (mT)
1	Stator Motor Listrik Merk Lakoni Tipe Motor Class B IP54	1

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Fisika Lanjutan

Drs. Unggul Pundjung Juyono, M.Sc.
NIP. 19650111 199902 1 002