

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN SENYAWA TITANIUM DIOKSIDA DAN
SURFAKTAN CTAB TERHADAP KARAKTERISTIK DIELEKTRIK
PADA MINYAK KELAPA MURNI (*VIRGIN COCONUT OIL*)**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

KHOFIFAH

03041181722005

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

“PENGARUH PENAMBAHAN SENYAWA TITANIUM DIOKSIDA DAN SURFAKTAN CTAB TERHADAP KARAKTERISTIK DIELEKTRIK PADA MINYAK KELAPA MURNI (*VIRGIN COCONUT OIL*)”



SKRIPSI

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

KHOFIFAH

03041181722005

Indralaya, Januari 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ansyori".

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 197108141999031005

Ir. H. Ansyori, M.T.

NIP. 195708311987031001

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNYUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademis Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khofifah
NIM : 03041181722005
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti (Non-exlucive Royalty-Free Right)** atas karya Ilmiah saya yang berjudul:

**PENGARUH PENAMBAHAN SENYAWA TITANIUM DIOKSIDA DAN
SURFAKTAN CTAB TERHADAP KARAKTERISTIK DIELEKTRIK
PADA MINYAK KELAPA MURNI (*VIRGIN COCONUT OIL*)**

Dengan Hak Bebas Royalti Nonekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang

Pada tanggal: Januari 2022



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Khofifah
NIM : 03041181722005
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Pengaruh Penambahan Senyawa Titanium Dioksida (TiO_2) Terhadap Karakteristik Dielektrik Pada Minyak Kelapa Murni (*Virgin Coconut Oil*)” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, Januari 2022



HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan : 

Pembimbing Utama : Ir. H. Ansyori, M.T.

Tanggal : 15 / Januari / 2022

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya dalam memberikan penulis kesempatan untuk dapat menyelesaikan augas akhir penulis yang berjudul “Pengaruh Penambahan Senyawa Titanium Dioksida dan Surfaktan CTAB Terhadap Karakteristik Dielektrik Pada Minyak Kelapa Murni (*Virgin Coconut Oil*)”. Shalawat beserta salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Tugas akhir ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan mendapatkan gelas sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas teknik, Universitas Sriwijaya. Penulisan tugas akhir ini dibuat atas dasar studi literatur, studi bimbingan dan diskusi serta pengumpulan data langsung ke lapangan.

Pada kesempatan ini penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini terwujud atas bimbingan, pengarahan dan bantuan. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu sehingga dapat menambah wawasan penulis dengan membandingkan antara teori praktek dan lapangan. Penulis berterimakasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Ansyori, M.T., selaku dosen pembimbing dalam penyusunan tugas akhir yang telah memberikan arahan, saran, nasihat dan bantuan kepada penulis dari awal hingga akhir.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya sekaligus dosen penguji yang telah memberikan arahan, saran dan nasihat selama proses penyelesaian tugas akhir.
3. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.T., selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Djulil Amri, S.T., M.T., Bapak M. Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D., dan Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan ilmu, arahan, saran dan nasihat pada penulisan skripsi ini.

5. Bapak Ir. H. Hairul Alwani, HA., M.T., selaku dosen pembimbing akademik, yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran dan masukan dalam pengambilan mata kuliah.
6. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Sriwijaya, yang telah banyak memberikan ilmu yang inshaa Allah bermanfaat.
7. Staf jurusan Teknik Elektro Unsri Ibu Diah, Kak Rusman, Kak Ryan, Kak Habibi, Kak Slamet dan Kak Ruslan yang telah membantu selama waktu perkuliahan.
8. Kedua orang tua, Ibu Hayati dan Abah Ansyori, yang tiada henti-hentinya mendoakan dan banyak memberikan dukungan penuh selama proses perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir ini.
9. Kakak penulis Eka Pratiwi, Haryanto Arbi dan Hikmah Puji Astuti, serta seluruh keluarga yang selalu mendoakan selama ini.
10. Sahabat-sahabat penulis yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, menghibur dan menemani dikala susah maupun senang Ranti, Wike, Fitri, Sekar, Nesa, Ulan, Endah, Uni Rani, Ari, Priska, Yani, Devi, Rendi, Yuda, Muldian dan Saudara Exo.
11. Rekan-rekan seperjuangan tugas akhir Rizky Batin dan Luthfi Abay yang selalu bersama dari awal hingga akhir penulisan tugas akhir ini.
12. Keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2017 Universitas Sriwijaya.
13. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat ditulis satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan bahkan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk perbaikan Tugas Akhir ini agar lebih baik di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Akhir kata penulis ucapan terima kasih.

Indralaya, Januari 2022

Khofifah

ABSTRAK

Pengaruh Penambahan Senyawa *Titanium Dioksida* dan Surfaktan CTAB terhadap Karakteristik Dielektrik pada Minyak Kelapa Murni (*Virgin Coconut Oil*)

(Khofifah, 03041181722005, 2021, 66 halaman)

Penggunaan nanopartikel dalam pengolahan minyak isolasi dapat meningkatkan sifat isolasi minyak transformator. Sebelumnya, selain ekspansi nanopartikel, surfaktan CTAB diketahui mampu meningkatkan stabilitas nanofluida berbasis nanopartikel dalam minyak mineral. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian tegangan tembus, viskositas, kadar air, dan titik nyala terhadap minyak nabati berupa VCO dengan penambahan senyawa TiO_2 dan surfaktan CTAB untuk meningkatkan kualitas minyak sebagai persyaratan isolasi cair. Dari hasil yang didapat pada penelitian ini nilai egangan tegangan tembus yang paling tinggi terjadi pada pada minyak kelapa murni dengan penambahan TiO_2 dan surfaktan CTAB 0,025% yaitu 31,3 kV, viskositas terendah pada konsentrasi 0,025% yaitu 29,20 cSt, titik nyala yang dihasilnya $> 190^\circ\text{C}$, dan nilai kadar air yang paling rendah terjadi pada konsentrasi 0,075% yaitu $< 100 \text{ ppm}$. Penambahan surfaktan CTAB dan nanopartikel TiO_2 yang paling optimum terhadap nilai tegangan tembus adalah konsentrasi 0,025% dengan presentasi kenaikan tegangan sebesar 23,71%. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini membuktikan bahwa penambahan surfaktan CTAB dan senyawa TiO_2 seiring meningkatnya konsentrasi dapat menyebabkan meningkatnya angka viskositas dan angka titik nyala, serta menurunkan nilai kandungan air.

Kata kunci: *Virgin Coconut Oil (VCO)*, tegangan tembus, viskositas, titik nyala, dan kadar air.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 197108141999031005

Indralaya, Januari 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Jr. H. Ansyori, M.T.

NIP. 195708311987031001

ABSTRACT

Pengaruh Penambahan Senyawa Titanium Dioksida dan Surfaktan CTAB terhadap Karakteristik Dielektrik pada Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil)

(Khofifah, 03041181722005, 2021, 66 pages)

The use of nanoparticles in insulating oil processing can improve the insulating properties of transformer oil. Previously, in addition to the expansion of nanoparticles, CTAB surfactants were known to be able to increase the stability of nanoparticle-based nanofluids in mineral oil. In this study, the breakdown voltage, viscosity, moisture content, and flash point of vegetable oil in the form of VCO will be tested with the addition of TiO₂ compounds and CTAB surfactants to improve the quality of the oil as a liquid insulation requirement. From the results obtained in this study, the highest breakdown voltage stress value occurred in virgin coconut oil with the addition of TiO₂ and CTAB surfactant 0.025%, namely 31.3 kV, the lowest viscosity at a concentration of 0.025%, namely 29.20 cSt, the resulting flash point >190 °C, and the lowest water content value occurs at a concentration of 0.075%, which is <100 ppm. The most optimum addition of CTAB surfactant and TiO₂ nanoparticles to the value of breakdown voltage is a concentration of 0.025% with a percentage increase in voltage of 23.71%. This shows that this study proves that the addition of CTAB surfactant and TiO₂ compounds with increasing concentration can cause an increase in the viscosity number and flash point number, as well as decrease the water content value.

Keywords: Virgin Coconut Oil (VCO), breakdown voltage, viscosity, flash point, and water content.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 197108141999031005

Indralaya, Januari 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Ir. H. Ansvari, M.T.

NIP. 195708311987031001

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN KHUSUS	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
NOMENKLATUR.....	xviii
BAB I	2
PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Dielektrik	7
2.2 Karakteristik Dielektrik Cair	7
2.2.1 Fisika.....	7
2.2.2 Kimia.....	9
2.2.3 Kelistrikan	9

2.3	Teori Kegagalan Isolasi Cair	11
2.3.1	Teori Kegagalan Gelembung Gas	11
2.3.2	Teori Kegagalan Elektronik	11
2.3.3	Teori Kegagalan Bola Cair.....	11
2.3.4	Teori Kegagalan Tak Murnian Padat (<i>Void</i>).....	12
2.4	Minyak Isolasi	12
2.4.1	Minyak Isolasi Mineral	12
2.4.2	Minyak Isolasi Sintetis.....	12
2.4.3	Minyak Nabati Sebagai Minyak Isolasi	13
2.5	Syarat-syarat Minyak Isolasi	13
2.6	Minyak Kelapa Murni (<i>Virgin Coconut Oil</i>).....	14
2.7	Titanium Dioxide (<i>TiO₂</i>)	15
2.8	Surfaktan CTAB	16
2.9	Standar Pengujian Minyak Isolasi	16
2.10	Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III	.....	19
METODELOGI PENELITIAN		19
3.1	Tempat Penelitian	19
3.2	Waktu Penelitian	19
3.3	Alat dan Bahan.....	19
3.3.1	Alat.....	19
3.3.2	Bahan.....	23
3.4	Tahapan Penelitian.....	24
3.4.1	Studi Literatur	24
3.4.2	Studi Bimbingan dan Diskusi	25
3.4.3	Persiapan Alat dan Bahan	25
3.4.4	Prosedur Percobaan	25
3.4.4.1	Pembuatan Sampel Uji	25
3.4.4.2	Pengujian Tegangan Tembus	26
3.4.4.3	Pengujian Viskositas	27
3.4.4.4	Pengujian Kadar Air.....	27
3.4.4.5	Pengujian Titik Nyala.....	28

3.4.5	Teknik Pengambilan Data	28
3.4.6	Teknik Pengolahan Data dan Analisa	29
3.5	Dagram Alir Penelitian	30
BAB IV	.....	31
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		31
4.1	Pendahuluan.....	31
4.2	Pengaruh Penambahan Konsentrasi TiO ₂ dan Surfaktan CTAB terhadap Tegangan Tembus Minyak VCO	32
4.3	Pengaruh Penambahan Konsentrasi TiO ₂ dan Surfaktan CTAB terhadap Viskositas Minyak VCO	37
4.4	Pengaruh Penambahan Konsentrasi TiO ₂ dan Surfaktan CTAB terhadap Titik Nyala Minyak VCO	38
4.5	Pengaruh Penambahan Konsentrasi TiO ₂ dan Surfaktan CTAB terhadap Kadar Air Minyak VCO.....	39
BAB V	.....	40
PENUTUP		40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

2.3	Teori Kegagalan Isolasi Cair	11
2.3.1	Teori Kegagalan Gelembung Gas	11
2.3.2	Teori Kegagalan Elektronik	11
2.3.3	Teori Kegagalan Bola Cair.....	11
2.3.4	Teori Kegagalan Tak Murnian Padat (<i>Void</i>).....	12
2.4	Minyak Isolasi	12
2.4.1	Minyak Isolasi Mineral	12
2.4.2	Minyak Isolasi Sintetis.....	12
2.4.3	Minyak Nabati Sebagai Minyak Isolasi	13
2.5	Syarat-syarat Minyak Isolasi	13
2.6	Minyak Kelapa Murni (<i>Virgin Coconut Oil</i>).....	14
2.7	Titanium Dioxide (<i>TiO₂</i>)	15
2.8	Surfaktan CTAB	16
2.9	Standar Pengujian Minyak Isolasi	16
2.10	Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III	.....	19
METODELOGI PENELITIAN		19
3.1	Tempat Penelitian	19
3.2	Waktu Penelitian	19
3.3	Alat dan Bahan.....	19
3.3.1	Alat.....	19
3.3.2	Bahan.....	23
3.4	Tahapan Penelitian.....	24
3.4.1	Studi Literatur	24
3.4.2	Studi Bimbingan dan Diskusi	25
3.4.3	Persiapan Alat dan Bahan	25
3.4.4	Prosedur Percobaan	25
3.4.4.1	Pembuatan Sampel Uji	25
3.4.4.2	Pengujian Tegangan Tembus	26
3.4.4.3	Pengujian Viskositas	27
3.4.4.4	Pengujian Kadar Air.....	27
3.4.4.5	Pengujian Titik Nyala.....	28

3.4.5	Teknik Pengambilan Data	28
3.4.6	Teknik Pengolahan Data dan Analisa	29
3.5	Dagram Alir Penelitian	30
BAB IV	.....	31
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		31
4.1	Pendahuluan.....	31
4.2	Pengaruh Penambahan Konsentrasi TiO ₂ dan Surfaktan CTAB terhadap Tegangan Tembus Minyak VCO	32
4.3	Pengaruh Penambahan Konsentrasi TiO ₂ dan Surfaktan CTAB terhadap Viskositas Minyak VCO	37
4.4	Pengaruh Penambahan Konsentrasi TiO ₂ dan Surfaktan CTAB terhadap Titik Nyala Minyak VCO	38
4.5	Pengaruh Penambahan Konsentrasi TiO ₂ dan Surfaktan CTAB terhadap Kadar Air Minyak VCO.....	39
BAB V	.....	40
PENUTUP		40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Molekul surfaktan CTAB	16
Gambar 3.1 Gelas Beker	19
Gambar 3.2 <i>Hot Plate dan Magnetik Stirrer</i>	20
Gambar 3.3 Sonikator (<i>Ultrasonic Bath</i>)	20
Gambar 3.4 Oven	20
Gambar 3.5 Sampel Minyak Kelapa Murni	21
Gambar 3.6 <i>Viscometer Bath</i>	22
Gambar 3.7 <i>Heater Flash Point</i>	23
Gambar 3.8 Alat Uji Kadar Air.....	23
Gambar 3.9 Megger OTS80AF.....	24
Gambar 3.10 Minyak Kelapa Murni (VCO)	24
Gambar 3.11 Senyawa TiO ₂ (Titanium Dioxide).....	24
Gambar 3.12 Surfaktan CTAB.....	24
Gambar 3.13 Diagram proses pencampuran CTAB dan TiO ₂ ke minyak kelapa murni	25
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Tegangan Tembus.....	33
Gambar 4.2 Grafik Tegangan Tembus Pada Minyak VCO	34
Gambar 4.3 Grafik Tegangan Tembus pada Minyak Kelapa Murni (VCO) dengan Penambahan TiO ₂ [27].....	35
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Viskositas pada minyak VCO.....	35
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Titik Nyala pada minyak VCO	36
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Kandungan Air pada minyak VCO	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Minyak Isolasi Baru[14].....	12
Tabel 2.2 Karakteristik VCO[15].....	14
Tabel 2.3 Karakteristik CTAB[19]	16
Tabel 2.4 Standar Minyak Isolasi IEC 60296[14]	17
Tabel 2.5 Referensi Jurnal Berkaitan dengan Penelitian yang akan Dilakukan ...	17
Tabel 3.1 Sampel uji penelitian.....	26
Tabel 3.2 Tabel Data Hasil Penelitian.....	29
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Dielektrik pada Minyak Kelapa Murni.	32
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian (kV) Minyak Kelapa Murni dengan Penambahan TiO ₂ pada Kondisi Suhu 60°C[5]	32
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tegangan Tembus pada Minyak Kelapa Murni (VCO)	33

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Viskositas Dinamis	8
Rumus 2.2 Viskositas Kinematik.....	8
Rumus 2.3 Kuat Medan Listrik.....	10

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan konsentrasi nanopartikel senyawa TiO ₂ dan surfaktan CTAB yang dicampurkan ke dalam sampel Uji	47
Lampiran 2 Proses pencampuran senyawa TiO ₂ dan surfaktan CTAB ke Minyak Kelapa Murni (<i>Virgin Coconut Oil</i>).....	49
Lampiran 3 Data Hasil Pengujian Tegangan Tembus.....	51
Lampiran 4 Data Hasil Pengujian Viskositas, Titik Nyala dan Kadar Air	52
Lampiran 5 Referensi Jurnal Berkaitan dengan Penelitian yang akan Dilakukan	53
Lampiran 6 Perhitungan Kenaikan (%) Tegangan tembus setelah penambahan senyawa TiO ₂ dan Surfaktan CTAB	55

DAFTAR LAMPIRAN KHUSUS

Lampiran 1	Score Suliet (<i>Sriwijaya University Language Institute Test</i>)
Lampiran 2	Surat Persetujuan Mengikuti Seminar Proposal
Lampiran 3	Surat Persetujuan Mengikuti Seminar Tugas Akhir\
Lampiran 4	Berita Acara Seminar Proposal
Lampiran 5	Berita Acara Seminar Tugas Akhir
Lampiran 6	Hasil Pengecekan <i>Software Thenticate/Turnitin</i>

DAFTAR ISTILAH

<i>Breakdown Voltage</i>	: Tegangan Tembus dalam kV (kilo Volt)
<i>CB</i>	: Pemutus kabel (<i>Circuit Breaker</i>)
<i>CTAB</i>	: surfaktan (<i>cetyl trimethyl ammonium bromide</i>)
<i>Dielectric Dissipation Factor</i>	: Faktor Kebocoran Dielektrik
<i>Electron Avalanche</i>	: Banjir Elektron
<i>Flash Point</i>	: Titik Nyala
<i>Heater Flash Point</i>	: Alat Uji Titik Nyala
<i>IEC</i>	: <i>International Electrotechnical Commission</i>
<i>Lattice</i>	: Regangan
<i>Magnetic Stirrer</i>	: Alat pengaduk yang terbuat dari batang magnet
<i>Megger OTS100AF</i>	: Alat Uji Tegangan Tembus kapasitas 100 kv
<i>Pour Point</i>	: Titik Tuang
<i>Resistivity</i>	: Tahanan Jenis
<i>Sediment</i>	: Sedimen
<i>Sonikator</i>	: Alat untuk menghomogenkan partikel kecil
<i>Spescific Mass</i>	: Massa Jenis
<i>Stress</i>	: Tekanan/Tegangan
<i>Viscosity</i>	: Viskositas
<i>Viscometer Bath</i>	: Alat Uji Viskositas
<i>Titanium Dioxide</i>	: Titanium Dioksida
<i>Virgin Coconut Oil</i>	: Minyak Kelapa Murni
<i>Water Content</i>	: Kadar Air (Kandungan Air)

NOMENKLATUR

μ	: Viskositas (<i>poise</i>)
r	: Jari-jari bola ukur (cm)
g	: Gaya gravitasi (cm/s ²)
v	: Kecepatan bola ukur (cm/s)
ρ	: Massa jenis bola ukur (g/cm ³)
ρ_I	: Massa jenis isolasi cair (g/cm ³)
C	: Konstanta (cSt/s)
t	: Waktu alir (s)
E	: Kuat medan listrik yang dapat ditahan oleh dielektrik (kV/cm)
V_{bd}	: Tegangan maksimum yang dibaca alat ukur (kV)
d	: Tebal isolasi (cm)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator merupakan komponen penting dari sistem tenaga listrik karena mereka selalu hidup dan selalu berjalan. Isolator merupakan komponen penting dari transformator. Minyak isolasi trafo bertindak sebagai pemisah antara dua atau lebih saluran hidup, mencegah loncatan dan percikan listrik, dan juga bertindak sebagai media pendingin untuk trafo[1]. Insulasi cair yang umum digunakan pada trafo adalah minyak bumi olahan, seperti minyak dari merek ternama seperti Shell Diala, Esso, Mictrans, dan Nynas[2].

Minyak yang diisolasi dari minyak bumi sering digunakan dalam transformator[3]. Minyak bumi kurang ramah lingkungan karena sangat sulit terurai. Produk BBM bisa habis sewaktu-waktu dan butuh waktu lama untuk top up. Minyak nabati sekarang ramah lingkungan, biodegradable, berlimpah dan mudah diakses[4].

Minyak yang dibuat dari ekstrak tumbuhan disebut minyak tumbuhan. Karena Indonesia merupakan salah satu produsen minyak sawit terbesar di dunia, salah satu minyak nabati adalah minyak yang diekstraksi dari inti sawit. Minyak kelapa murni, juga dikenal sebagai VCO, adalah salah satu produk kelapa paling populer saat ini. Minyak VCO memiliki kadar air rendah 0,02-0,03%, kadar asam lemak bebas 0,02%, jernih dan aromatik serta memiliki umur simpan 6 sampai 8 bulan.[5].

Penggunaan nanopartikel dalam pengolahan minyak isolasi dapat meningkatkan sifat isolasi minyak transformator. Salah satu metode yang berhasil adalah dengan mendispersikan partikel nano yang terdispersi halus dalam minyak transformator untuk menghasilkan nanofluida. [6].

Sebelumnya, selain ekspansi nanopartikel, surfaktan yang dikenal sebagai cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) diketahui mampu meningkatkan stabilitas nanofluida berbasis Al_2O_3 dan SiO_2 dalam air mineral. Oleh karena itu,

penelitian ini dilakukan dengan menambahkan senyawa TiO_2 dan surfaktan CTAB ke dalam minyak nabati ditinjau dari sifat dielektriknya. Fluktuasi suhu atau pemanasan dalam pengujian ini membantu meningkatkan kualitas minyak[7]. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan menambahkan senyawa TiO_2 dan surfaktan CTAB pada minyak nabati terhadap karakteristik dielektrika.

1.2 Perumusan Masalah

Banyak penelitian tentang pengujian tegangan tembus minyak nabati telah dilakukan. MF Baharuddin, dkk. melakukan percobaan tegangan tembus dalam minyak mineral menggunakan tiga persentase yang berbeda dari silika (SiO_2) dan nanofiller alumina (Al_2O_3) serta dengan CTAB sebagai surfaktan[7].

Pada penelitian lainnya [5], Penambahan TiO_2 (*Titanium Dioxide*) pada minyak kelapa murni *Virgin Coconut Oil (VCO)* dengan mengaplikasikan tiga persentase nanopartikel juga berpengaruh pada penurunan nilai kadar air, titik nyala serta meningkatnya nilai viskositas.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian tegangan tembus terhadap minyak nabati berupa *Virgin Coconut Oil* dengan penambahan senyawa *Titanium Dioksida* dan surfaktan *cetyl trimethyl ammonium bromide* (CTAB) untuk meningkatkan kualitas minyak sebagai persyaratan isolasi cair. Standar yang digunakan dalam penelitian ini adalah IEC (*International Electrotechnical Commission*). kotak uji dan elektroda yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan berdasarkan standar IEC 60156. Parameter lain yang diuji pada penelitian ini adalah viskositas (*Viscosity*), kadar air (*Water Content*), dan titik nyala (*Flash Point*) pada tiap sampel minyak kelapa murni (*virgin coconut oil*).

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh penambahan senyawa *Titanium Dioksida* dan surfaktan CTAB terhadap tegangan tembus pada minyak kelapa murni (*virgin coconut oil*).
2. Mengetahui kadar penambahan konsentrasi yang paling optimum untuk penambahan surfaktan CTAB (*Cetyltrimethylammonium Bromide*) dan nanopartikel TiO₂ (*Titanium Dioxide*) terhadap minyak kelapa murni.
3. Mengetahui pengaruh penambahan senyawa *Titanium Dioksida* dan surfaktan CTAB pada minyak kelapa murni (*virgin coconut oil*) terhadap viskositas, titik nyala dan kadar air.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian yang dilakukan antara lain :

1. Minyak uji yang digunakan adalah minyak kelapa murni (*virgin coconut oil*).
2. Minyak kelapa murni (*virgin coconut oil*) dilakukan penambahan senyawa *Titanium Dioksida* dengan konsentrasi 0%; 0,025%; 0,05%; dan 0,075%.
3. Minyak kelapa murni (*virgin coconut oil*) dilakukan pengujian pada sampel suhu 60°C pada tiap konsentrasi senyawa *Titanium Dioksida* dan penambahan surfaktan CTAB.
4. Pengujian tegangan tembus dilakukan menggunakan elektroda jamur (*mushroom*) yang mengacu pada standar IEC 60156.
5. Jarak sela antara elektroda yang diterapkan adalah 2,5 mm.
6. Tegangan yang digunakan adalah tegangan AC (50 Hz).
7. Membahas pengaruh penambahan surfaktan dan *Titanium Dioksida* terhadap pengujian tegangan tembus.
8. Pengujian titik nyala menggunakan standar ASTM D-93.
9. Pengujian viskositas menggunakan ASTM D-445.
10. Pengujian kadar air menggunakan standar ASTM D-95.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pendahuluan ini akan mencakup permasalahan yang akan dibahas secara umum pada Bab I. Bab ini membahas tentang latar belakang subjek tugas akhir, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, batasan masalah, hipotesis, dan proses penulisan tugas akhir.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka pada Bab II membahas kajian-kajian untuk mendukung teori serta bahan-bahan yang akan digunakan sebagai acuan dalam pembahasan setelah kajian. Dalam skenario ini, Bab II mencakup pengetahuan umum transformator, isolasi cairan umum, dielektrik, sifat dielektrik, jenis minyak isolasi cair, nanopartikel, dan surfaktan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab iii Metodologi penelitian meliputi lokasi, waktu, peralatan yang digunakan selama penelitian, dan proses penelitian dalam pembuatan tesis, serta gambaran umum proses penelitian.

BAB IV : PEMBAHASAN

Bab IV membahas tentang data yang diperoleh selama penelitian, bagaimana data diolah, dan bagaimana hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk grafik dan gambar.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V memberikan kesimpulan berdasarkan penelitian yang dilakukan, serta rekomendasi untuk penelitian dan studi lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. N. O. Winanta, A. Agung, N. Amrita, and W. G. Ariastina, “Studi Tegangan Tembus Minyak Transformator,” vol. 6, no. 3, p. 6, 2019.
- [2] M. Latif, “Pengaruh Temperatur Terhadap Kekuatan Dielektrik Minyak Nabati Sebagai Bahan Isolasi Transformator Daya,” *TeknikA*, vol. 1, no. 30, 2008.
- [3] A. Suherman *et al.*, “Pengaruh Kontaminan Air Terhadap Terhadap Tegangan Tembus Pada Minyak Transformator dan Minyak Kelapa Murni,” *Gravity*, vol. 2, no. 2, pp. 99–111, 2016.
- [4] E. Budiyantoro, A. Syakur, and M. Facta, “Analisis Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Sebagai Isolasi Cair Dengan Variasi Elektroda Uji,” *Dipenogoro Univ.*, vol. 6, no. II, pp. 1–9, 2011.
- [5] T. Elektro, “PENGARUH PEMANASAN DAN PENAMBAHAN SENYAWA TITANIUM DIOXIDE TERHADAP PENGUJIAN TEGANGAN TEMBUS VIRGIN COCONUT OIL MENGGUNAKAN ELEKTRODA BOLA-BOLA,” vol. 8, no. 5, p. 55, 2019.
- [6] B. Du, J. Li, B. M. Wang, and Z. T. Zhang, “Preparation and breakdown strength of Fe₃O₄ nanofluid based on transformer oil,” *ICHVE 2012 - 2012 Int. Conf. High Volt. Eng. Appl.*, pp. 311–313, 2012, doi: 10.1109/ICHVE.2012.6357115.
- [7] M. Faris, B. Izzah, H. Zakaria, M. Hafizi, A. Aulia, and Z. Nawawi, “Effect of Surfactant on Breakdown Strength Performance of Transformer Oil - Based Nanofluids,” *J. Electr. Eng. Technol.*, vol. 14, no. 1, pp. 395–405, 2019, doi: 10.1007/s42835-018-00028-2.
- [8] R. Sanny, “PENGARUH PENAMBAHAN NANOPARTIKEL TiO₂ TERHADAP NILAI TEGANGAN TEMBUS MINYAK RBDPO OLEIN MENGGUNAKAN ELEKTRODA BOLA-BOLA SKRIPSI Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada,” Universitas Sriwijaya, 2019.
- [9] W. Surya, B. Hasan, and I. Munandar, “Studi pengaruh perubahan temperatur terhadap karakteristik tegangan tembus minyak isolasi nynas,”

- J. Fortei*, vol. v, no. ii, pp. 5–9, 2014, [Online]. Available: http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND._TEKNIK_ELEKTRO/197008081997021-WASIMUDIN_SURYA_SAPUTRA/Fortei2014_Wasimudin.pdf.
- [10] Anonim, “transformator,” *transformator*, vol. V, no. 4, pp. 1–5, 2006.
 - [11] E. co. Tadjajudin, “Analisis Kegagalan Minyak Transformator,” *Edisi ke Dua Belas, Maret 1998*, 2012. <http://elektroindonesia.com/elektro/energi12.html>.
 - [12] S. A. G. and I. S. C. M.S. Mohamad, H. Zainuddin, “Dielektrik,” Melaka, p. 317, 2016.
 - [13] R. K. Putra and F. Murdiya, “Karakteristik Tegangan Tembus Arus Bolak Balik Pada Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) Sebagai Alternatif Isolasi Cair,” *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, pp. 1–11, 2017.
 - [14] M. S. Mohamad, H. Zainuddin, S. A. Ghani, and I. S. Chairul, “AC breakdown voltage and viscosity of palm fatty acid ester (PFAE) oil-based nanofluids,” *J. Electr. Eng. Technol.*, vol. 12, no. 6, pp. 2333–2341, 2017, doi: 10.5370/JEET.2017.12.6.2333.
 - [15] N. A. K. Umiati, “Pengujian Kekuatan Dielektrik Minyak Sawit dan Minyak Castrol Menggunakan Elektrode Bola-Bola Dengan Variasi Jarak Antar Elektrode dan Temperatur,” *Transmisi*, vol. 11, no. 1, 2009.
 - [16] D. Nugroho, “150595-ID-kegagalan-isolasi-minyak-trafo.pdf.” Semarang, 2010.
 - [17] S. T. M. T. Wahyu Kunto Wibowo, Ir. Yuningtyastuti, Abdul Syakur, “Analisis Karakteristik Breakdown Voltage Pada Dielektrik Minyak,” *Jurnal. Jur. Tek. Elektro. Fak. Tek. Univ. Diponegoro.*, 2008.
 - [18] F. Teknik and U. Andalas, “MINYAK ISOLASI TRANSFORMATOR ALTERNATIF Abdul Rajab,” vol. 1, no. 29, pp. 34–37, 2008.
 - [19] A. Syakur, M. Facta, J. T. Elektro, U. Diponegoro, and J. P. Sudharto, “MEDIA ISOLASI UDARA DAN MEDIA ISOLASI MINYAK TRAFO MENGGUNAKAN ELEKTRODA BIDANG-BIDANG,” vol. 10, no. 2, pp. 26–29, 2005.
 - [20] H. S. H. Sabari1, “Fungsi Minyak Isolasi Pada Transformator Yang

- Berkapasitas Besar,” *Semin. Nas. Apl. Sains Teknol.*, no. November, pp. 1–6, 2014.
- [21] B. Basuki, M. Suyanto, and S. Hani, “Pengujian Minyak Nabati Sebagai Bahan Untuk Isolasi Trafo 20 Kv,” *J. Elektr.*, vol. 2, no. 2, pp. 36–42, 2015.
 - [22] J. F. Simamora, F. Teknik, P. Studi, and T. Elektro, “UNIVERSITAS INDONESIA ANALISIS PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR DAN UNIVERSITAS INDONESIA,” 2011.
 - [23] I. N. Anggraini and M. K. A. Rosa, “Analisa Tegangan Tembus Minyak Nabati Dengan Perlakuan Pemanasan Berulang,” *Amplifier*, vol. 5, pp. 62–69, 2015.
 - [24] N. A. Mohamad, N. Azis, J. Jasni, R. Yunus, M. Z. A. Ab Kadir, and Z. Yaakub, “Effects of different types of surfactants on AC breakdown voltage of refined, bleached and deodorized palm oil based CuO nanofluids,” *Asia-Pacific Power Energy Eng. Conf. APPEEC*, vol. 2018-Octob, pp. 768–771, 2018, doi: 10.1109/APPEEC.2018.8566559.
 - [25] H. D. Fahyuan, D. Dahlan, and A. -, “Pengaruh Konsentrasi Ctab Dalam Sintesis Nanopartikel Tio2 Untuk Aplikasi Sel Surya Menggunakan Metode Sol Gel,” *J. Ilmu Fis. / Univ. Andalas*, vol. 5, no. 1, pp. 16–23, 2013, doi: 10.25077/jif.5.1.16-23.2013.
 - [26] N. A. Mohamad, N. Azis, and J. Jasni, “Impact of Fe₃O₄, CuO and Al₂O₃ on the AC Breakdown Voltage of Palm Oil and Coconut Oil in the Presence of CTAB,” *Energies*, vol. 12, 2019.
 - [27] S. F. M. Nor, N. Azis, J. Jasni, M. Z. A. Ab Kadir, R. Yunus, and Z. Yaakub, “Investigation on the electrical properties of palm oil and coconut oil based TiO₂ nanofluids,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 24, no. 6, pp. 3432–3442, 2017, doi: 10.1109/TDEI.2017.006295.
 - [28] E. S. Han and A. goleman, daniel; boyatzis, Richard; McKee, “No Title No Title,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
 - [29] Y. Damayanti, A. D. Lesmono, and T. Prihandono, “Kajian Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas Minyak Goreng Sebagai Rancangan Bahan,” *J. Pembelajaran Fis.*, vol. 7, no. 3, pp. 307–314, 2018.

- [30] D. T. Yuliana, “PARTIAL DISCHARGE INCEPTION VOLTAGE (PDIV) MINYAK KELAPA MURNI (VIRGIN COCONUT OIL) TERHADAP PENGARUH PENAMBAHAN NANOPARTIKEL TiO₂,” pp. 1–37, 2021.
- [31] K. Riset, T. Dan, and P. Tinggi, “Kementerian riset, teknologi dan pendidikan tinggi universitas sriwijaya upt perpustakaan surat keterangan bebas pustaka,” vol. 6, p. 580067, 2020.