

**PENGARUH PENAMBAHAN  $\text{TiO}_2$  TERHADAP  
PERLINDUNGAN SINAR ULTRA VIOLET PADA SMART  
PACKAGING DENGAN BAHAN PATI BIJI DURIAN**

**SKRIPSI**

Oleh:

**ENDAH SRI PUJI HASTUTI**

**NIM. 16640036**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2020**

**PENGARUH PENAMBAHAN TiO<sub>2</sub> TERHADAP  
PERLINDUNGAN SINAR ULTRA VIOLET PADA SMART  
PACKAGING DENGAN BAHAN PATI BIJI DURIAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada:**

**Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:**

**ENDAH SRI PUJI HASTUTI  
NIM. 16640036**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGARUH PENAMBAHAN TiO<sub>2</sub> TERHADAP  
PERLINDUNGAN SINAR ULTRA VIOLET PADA SMART  
PACKAGING DENGAN BAHAN PATI BIJI DURIAN**

SKRIPSI

Oleh:  
Endah Sri Puji Hastuti  
NIM. 16640036

Telah disetujui untuk diujikan  
Pada tanggal, 18 Desember 2020

Pembimbing I



Erna Hastuti, M.Si  
NIP. 19811119 200801 2 009

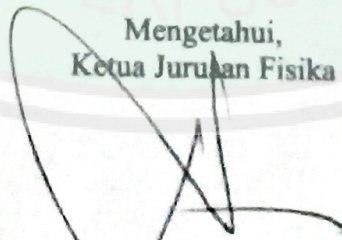
Menyetujui,

Pembimbing II



Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

## HALAMAN PENGESAHAN

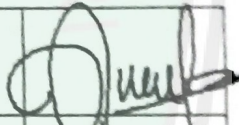
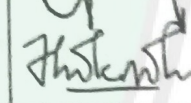


### PENGARUH PENAMBAHAN $TiO_2$ TERHADAP PERLINDUNGAN SINAR ULTRA VIOLET PADA SMART PACKAGING DENGAN BAHAN PATI BIJI DURIAN

SKRIPSI

Oleh:

Endah Sri Puji Hastuti  
NIM. 16640036

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 18 Desember 2020

Penguji Utama :	<u>Dr. H. M. Tirono, M. Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Ketua Penguji :	<u>Utuya Hikmah, M.Si</u> NIDT. 19880605 20180201 2 242	
Sekretaris Penguji :	<u>Erna Hastuti, M. Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	
Anggota Penguji :	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	



Mengesahkan,  
Dekan Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Endah Sri Puji Hastuti  
NIM : 16640036  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Pengaruh Penambahan TiO<sub>2</sub> terhadap Perlindungan Sinar Ultra Violet pada Smart Packaging dengan Bahan Pati Biji Durian

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber kutipan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 18 Desember 2020  
Yang Membuat Pernyataan,



Endah Sri Puji Hastuti  
NIM. 16640036

## MOTTO

*"Gantungkan cita-citamu setinggi langit. Bermimpilah setinggi langit. Jika engkau jatuh, engkau akan jatuh di antara bintang-bintang"*

(Ir. Soekarno)

*"Pikiran adalah apa yang harus dinyalakan, bukan bejana yang harus diisi"*

(Plutarch)

*"Apa pun dirimu, jadilah yang baik"*

(Abraham Lincoln)



## HALAMAN PERSEMBAHAN

### *Bismilahirrahmanirrahim*

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan ridho-Nya kepadaku, sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar.

*Dengan ini akan saya persembahkan skripsi ini kepada:*

### *Kedua orang tuaku (Bapak Juardi dan Ibu Suryani)*

Terima kasih telah menyayangiku, memberikanku ketenangan, kenyamanan, motivasi, doa terbaik dan menyisihkan finansial, sehingga aku bisa menyelesaikan studiku

Aku bangga memiliki orang tua seperti bapak dan ibu

### *Adikku (Bagus Yuda Saputra)*

Terima kasih telah memberikan doa dan semangat sepanjang hari

### *Semua guru-guruku*

Terima kasih telah memberikanku ilmu yang bermanfaat. Semoga apa yang engkau ajarkan kelak bisa menjadi amal jariah bagimu

### *Seluruh teman-temanku*

Terima kasih kepada teman-teman fisika 2016 yang telah banyak membantuku. Terima kasih teman-teman material 2016 yang telah sudi untuk bertukar pikiran kepadaku

### *Untuk semua pihak yang belum kusebutkan*

Terimakasih atas semua bantuan dan motivasi yang diberikan

*Kalian semua sangat berarti bagiku*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, keinginan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang telah penulis susun ini berjudul **“Pengaruh Penambahan TiO<sub>2</sub> terhadap Perlindungan Sinar Ultra Violet pada Smart Packaging dengan Bahan Pati Biji Durian”**. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman islamiah dan penuh dengan ilmu pengetahuan yang luar biasa saat ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Khususnya penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M. Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Erna Hastuti, M.Si selaku Dosen Pembimbing Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

5. Segenap Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah bersedia mengamalkan ilmunya, membimbing, dan memberikan pengarahan selama perkuliahan.
6. Segenap Staf dan Pegawai yang telah banyak membantu dan memberikan pelayanan, pengalaman serta wawasan kepada penulis selama Penelitian Tugas Akhir.
7. Bapak, Ibu, adik dan keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dukungan kepada penulis dalam melaksanakan segala kegiatan khususnya Penelitian Tugas Akhir.
8. Kakak-kakak dan adik-adik Jurusan Fisika yang selalu membantu dan memberikan informasi selama pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir.
9. Keluarga MSC Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu dengan sabar dan tulus dalam penyusunan skripsi ini.
10. Sahabat-sahabat fisika 2016 dan semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda, aamiin. Penulis berharap semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca dalam menambah wawasan ilmiah, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi kebaikan bersama.

Malang, 18 Desember 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Batasan Masalah .....	7
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sinar Ultra Violet .....	8
2.2 Kemasan Makanan Anti UV .....	9
2.3 Polimer .....	10
2.4 Pati Biji Durian .....	12
2.5 <i>Titanium Dioxide</i> (TiO <sub>2</sub> ) .....	14
2.6 Gliserol .....	17
2.7 <i>Carboxyl Methyl Cellulose</i> (CMC) .....	19
2.8 <i>Fourier Transform-Infra Red</i> (FTIR) .....	20
2.9 Spektrofotometer UV-Vis .....	21
2.10 Lux Meter .....	24
2.11 <i>Universal Testing Machine</i> .....	25
2.12 Uji Biodegradabilitas .....	27
2.13 Kajian Integrasi Islam .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian .....	30
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	30
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	30
3.3.1 Alat Penelitian .....	30
3.3.2 Bahan Penelitian .....	31
3.3.3 Alat Karakterisasi .....	32
3.4 Prosedur Penelitian .....	32
3.4.1 Pembuatan Pati Biji Durian .....	32
3.4.2 Pembuatan <i>Smart Packaging</i> dari Pati Biji Durian .....	32
3.4.3 Karakteristik Sampel.....	33
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	34
3.5.1 Diagram Alir Pembuatan Pati Biji Durian .....	34
3.5.2 Diagram Alir Pembuatan <i>Smart Packaging</i> dari Pati Biji Durian ..	35

3.6	Teknik Pengambilan Data .....	36
3.6.1	Uji Gugus Fungsi menggunakan FTIR (Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy) .....	36
3.6.2	Uji Energi Gap menggunakan UV-Vis .....	36
3.6.3	Uji Intensitas Sinar yang Diserap menggunakan Lux Meter .....	38
3.6.4	Uji Sifat Mekanik menggunakan <i>Mechanical Universal Testing Machine</i> .....	39
3.6.5	Uji Biodegradabilitas .....	40
3.7	Analisis Data .....	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Data Hasil Penelitian .....	42
4.2	Pembahasan .....	59
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	67
5.2	Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi Sinar UV .....	8
Gambar 2.2	FTIR dari Pati Biji Durian .....	14
Gambar 2.3	Struktur Kristal TiO <sub>2</sub> .....	15
Gambar 2.4	Mekanisme Anti UV pada Permukaan yang Dilapisi TiO <sub>2</sub> .....	16
Gambar 2.5	Struktur Molekul Gliserol .....	18
Gambar 2.6	Struktur <i>Carboxyl Methyl Cellulose</i> (CMC) .....	19
Gambar 2.7	Cara Kerja FTIR .....	20
Gambar 2.8	Cara Kerja UV-Vis .....	22
Gambar 2.9	Penentuan Energi Gap .....	23
Gambar 3.1	Rancangan Pemaparan Sinar UV .....	38
Gambar 4.1	Spektrum Transmittansi Pati Biji Durian dari Hasil FTIR .....	43
Gambar 4.2	Film Biopolimer .....	44
Gambar 4.3	Spektrum Transmittansi Seluruh Sampel Dari Hasil FTIR .....	45
Gambar 4.4	Spektrum Absorbansi Seluruh Sampel oleh UV-Vis .....	47
Gambar 4.5	Plot Grafik Energi Gap <i>Direct</i> .....	49
Gambar 4.6	Plot Grafik Energi Gap <i>Indirect</i> .....	50
Gambar 4.7	Skema Pengujian Menggunakan Lux Meter .....	51
Gambar 4.8	Persentase Intensitas Sinar yang Diserap dari Seluruh Sampel .....	52
Gambar 4.9	Hasil Uji Mekanik Menggunakan <i>Mechanical Universal Testing Machine</i> a) Tensile Stress; b) Modulus Young; c) Elongasi .....	54
Gambar 4.10	Grafik Pengurangan Massa (%) pada Film Biopolimer Tanpa Penambahan EM4 .....	58
Gambar 4.11	Grafik Pengurangan Massa (%) pada Film Biopolimer Dengan Penambahan EM4 .....	59
Gambar 4.12	Gugus Fungsi Pati .....	60
Gambar 4.13	Daerah UV untuk TiO <sub>2</sub> Anatase dan Rutile .....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik Gliserol .....	18
Tabel 3.1	Contoh Data Hasil Pengujian Gugus Fungsi Menggunakan FTIR .....	36
Tabel 3.2	Contoh Data Hasil Energi Gap Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis .....	38
Tabel 3.3	Contoh Data Hasil Pemaparan Sinar UV Menggunakan Lux Meter .....	39
Tabel 3.4	Contoh Data Hasil Uji Tarik .....	40
Tabel 3.5	Contoh Data Hasil Pengamatan Uji Biodegradabilitas .....	41
Tabel 4.1	Kode Sampel .....	44
Tabel 4.2	Gugus Fungsi dari Masing-masing Film Biopolimer .....	45
Tabel 4.3	Energi Gap Seluruh Sampel .....	50
Tabel 4.4	Hasil Uji Intensitas Sinar UV Menggunakan Lux Meter dari Semua Sampel .....	51
Tabel 4.5	Hasil Uji Sifat Mekanik dari Semua Sampel .....	53
Table 4.6	Hasil Uji Biodegradabilitas Tanpa Penambahan EM4 .....	55
Tabel 4.7	Hasil Uji Biodegradabilitas dengan Penambahan EM4 .....	56
Tabe; 4.8	Pengurangan Massa pada Uji Biodegradabilitas Tanpa Penambahan EM4 .....	57
Tabel 4.9	Pengurangan Berat pada Uji Biodegradabilitas dengan Penambahan EM4 .....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1** Perhitungan  $\text{TiO}_2$
- LAMPIRAN 2** Data Hasil FTIR
- LAMPIRAN 3** Data Hasil UV-VIS
- LAMPIRAN 4** Data Dan Perhitungan Lux Meter
- LAMPIRAN 5** Data Dan Perhitungan Mechanical  
Universal Testing Machine
- LAMPIRAN 6** Data Dan Perhitugn Uji Biodegradable
- LAMPIRAN 7** Gambar Penelitian



## ABSTRAK

Hastuti, Endah Sri Puji. 2020. Pengaruh Penambahan TiO<sub>2</sub> terhadap Perlindungan Sinar Ultra Violet pada Smart Packaging dengan Bahan Pati Biji Durian. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. Pembimbing (I) Erna Hastuti, M.Si. (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

---

Kata Kunci: smart packaging, plasticizer, TiO<sub>2</sub>

Biji durian memiliki kandungan amilum dan amilopektin yang tinggi, sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai pati. Pada penelitian ini pati biji durian dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan *smart packaging* anti UV dengan penambahan *plasticizer* dan TiO<sub>2</sub>. *Smart packaging* anti UV bertujuan untuk melindungi makanan dari paparan sinar UV. Pati, gliserol dan CMC ditambahkan TiO<sub>2</sub> dengan variasi komposisi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Hasil spektrum transmitansi FTIR menunjukkan bahwa terjadi peningkatan intensitas pada bilangan gelombang 3400 cm<sup>-1</sup>, 2900 cm<sup>-1</sup>, 1600 cm<sup>-1</sup>, 1300 cm<sup>-1</sup>, 1000 cm<sup>-1</sup>, 800 cm<sup>-1</sup>, dan 600 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya gugus fungsi O-H *karboksil*, C-H *stretching*, C-H *bending* C=O *karbonil*, C-O-C *stretching*, Ti-O seiring dengan penambahan TiO<sub>2</sub>. Energi gap seluruh sampel dihitung menggunakan metode *Tauc Plot* dari spektrum absorbansi UV-Vis. Didapatkan nilai energi gap *direct* pada rentang 5,466 eV sampai 5,663 eV, sedangkan energi gap *indirect* pada rentang 4,244 eV sampai 4,739 eV. Hasil tersebut menunjukkan bahwa TiO<sub>2</sub> memiliki struktur anatase. Hasil serapan sinar UV pada film biopolimer diukur menggunakan Lux Meter. Didapatkan nilai persentase intensitas sinar yang diserap tertinggi pada sampel PPT-5 sebesar 99,29%. Penambahan TiO<sub>2</sub> dapat mempengaruhi sifat mekanik dari film biopolimer. Kuat tarik serta Modulus Young tertinggi pada PPT-2 sebesar 0,68 MPa dan 53,36 MPa. Sedangkan untuk elongasi tertinggi pada PPT-1 sebesar 2,04%. Penambahan TiO<sub>2</sub> dapat meningkatkan ketahanan film biopolimer terhadap degradasi. Dengan penambahan EM4, pada hari ke-5 film biopolimer PPT-0 mengalami pengurangan massa tercepat yaitu sebesar 40%.

## ABSTRACT

Hastuti, Endah Sri Puji. 2020. The Effect of the Addition of TiO<sub>2</sub> against Ultraviolet Protection on Smart Packaging with Durian Seed Starch. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisor (I) Erna Hastuti, M.Si. (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

---

Key words: smart packaging, plasticizer, TiO<sub>2</sub>

Durian seeds contain high starch and amylopectin, so they have the potential to be used as starch. In this study, durian seed starch was used as the basic material for making anti-UV *smart packaging* with the addition of *plasticizers* and TiO<sub>2</sub>. Anti-UV *smart packaging* aims to protect food from exposure to UV rays. Starch, glycerol and CMC were added with TiO<sub>2</sub> with variations in the composition of 1%, 2%, 3%, 4%, and 5%. The results of the FTIR transmittance spectrum showed that there was an absorption intensity increase at the wave number 3400 cm<sup>-1</sup>, 2900 cm<sup>-1</sup>, 1600 cm<sup>-1</sup>, 1300 cm<sup>-1</sup>, 1000 cm<sup>-1</sup>, 800 cm<sup>-1</sup>, and 600 cm<sup>-1</sup> which indicated the existence of the OH carboxyl functional groups, CH stretching, <sup>-1</sup>CH bending C=O *carbonyl*, COC *stretching*, Ti-O together with the addition of TiO<sub>2</sub>. The energy gap of all samples was calculated using the *Tauc Plot* method of the UV-Vis absorption spectrum. The value of *direct* gap energy is obtained in the range of 5.466 eV to 5.663 eV, while the *indirect* energy gap is in the range of 4.244 eV to 4.739 eV. These results indicate that TiO<sub>2</sub> has an anatase structure. The results of UV light absorption on the biopolymer film were measured using a Lux Meter. The highest percentage value of the absorbed light intensity in the PPT-5 sample was 99.29%. The addition of TiO<sub>2</sub> can affect the mechanical properties of the biopolymer film. The highest tensile strength and Young's Modulus at PPT-2 were 0.68 MPa and 53.36 MPa. Meanwhile, the highest elongation at PPT-1 was 2.04%. The addition of TiO<sub>2</sub> can increase the resistance of the biopolymer film to degradation. With the addition of EM4, on the 5th day the PPT-0 biopolymer film experienced the fastest mass reduction of 40%.

## ملخص البحث

هاستوتي، إنداه سري فوجي. تأثير إضافة  $TiO_2$  نحو حماية فونبنفسجي في التحزيم الذكي بنشاء بذر دوريان. بحث جامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة الأولى: (1) إرنا هاستوتي، الماجستير؛ (1) عبد الباسط، الماجستير

الكلمات المفتاحية: التغليف الذكي، الملدنات،  $TiO_2$

بذر دوريان له محتويات نشاء وأميلوبكتين العالية حتى يحتمل إنتاجه كالنشاء. في هذا البحث، يستفاد بذر دوريان كالمكون الأساسي في إنتاج التحزيم الذكي المضاد فونبنفسجي بزيادة ملدن و  $TiO_2$ . يهدف هذا التحزيم لحماية الأطعمة من الأشعة فوق البنفسجية. أضيف  $TiO_2$  إلى النشاء، جلسرين، و CMC بنثرات المكونات 1%، 2%، 3%، 4%، و 5%. دلت نتيجة نفاذية طيف تحويل فورية الأشعة دون الحمراء ترقية تكثف الامتصاص في عدد موج 3400 سنتيمتر<sup>-1</sup>، 2900 سنتيمتر<sup>-1</sup>، 1600 سنتيمتر<sup>-1</sup>، 1300 سنتيمتر<sup>-1</sup>، 1000 سنتيمتر<sup>-1</sup>، 800 سنتيمتر<sup>-1</sup>، و 600 سنتيمتر<sup>-1</sup> التي تعني على وجود مجموعة وظيفية O-H كربوكسيل، C-H الخدش، C-H انحاء، C=O كربونيل، C-O-C تمطي، Ti-O مقترنا بإضافة  $TiO_2$ . أحصيت فجوة الطاقة من جميع العينات بطريقة *Tauc Plot* من طيف امتصاص UV-Vis. فنتيجة فجوة الطاقة المباشرة تمتد من 5,466—5,663 إلكترون فولت، بينما الفجوة غير المباشرة هي 4,244—4,739 إلكترون فولت. وهذه النتيجة تدل على أن  $TiO_2$  له نظام أناتاز. وتقاس نتيجة امتصاص فونبنفسجي في فيلم بوليمر باستخدام لوكس متر. تكتسب نسبة القيمة من تكثف الإضاءة الممتصة الأعلى تكون في عينة PPT-5 بنسبة 99.29%. إضافة  $TiO_2$  تؤثر السمات المكيئة من فيلم بوليمير. إجهاد الشاد ومعامل يونج الأعلى تكون في PPT-2 بنسبة 0.68 ميغا باسكال و 53.36 ميغا باسكال. بينما التطاول الأعلى تكون في PPT-1 بنسبة 2.4%. إضافة  $TiO_2$  ترفي تصدي فيلم بوليمير ضد التدهور. وبإضافة EM4، انحطت محتويات فيلم بوليمير PPT-0 بشكل أسرع وهي 40%.

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Teknologi kemasan pangan yang semakin maju merupakan respon terhadap perubahan minat konsumen akan produk kemasan. Perubahan minat konsumen akan produk kemasan salah satunya yaitu untuk melindungi makanan dari paparan sinar UV, sehingga memiliki umur simpan yang lama dan terjaga kesegarannya (Widiastuti, 2016). Sinar UV dapat menyebabkan oksidasi yang mampu menghasilkan radikal bebas pada makanan. Radikal bebas tersebut akan menyebabkan perubahan rasa, warna, menurunkan kualitas gizi dan menghasilkan racun pada makanan (Shahabi et al., 2015). Kesegaran makanan dapat dikaitkan dengan warna, tekstur, rasa, dan aroma makanan (Kivela et al., 1999). Kualitas makanan yang dapat ditinjau berdasarkan tingkat kesegaran contohnya adalah buah, sayur, daging, telur dan ikan (Widiastuti, 2016).

Inovasi kemasan untuk melindungi makanan dari paparan sinar UV salah satunya dengan mengembangkan kemasan pintar (*smart packaging*). *Smart packaging* dirancang untuk meningkatkan kemampuan kemasan dalam memperpanjang umur pangan dan mempertahankan atau meningkatkan kondisi serta kualitas pangan yang dikemas. Konsep pada *smart packaging* adalah dengan menambahkan komponen ke dalam sistem kemasan sehingga dapat melepaskan atau menyerap zat-zat tertentu dari atau ke dalam pangan yang dikemas (Widiastuti, 2016).

Kemasan yang digunakan untuk melindungi makanan dari paparan sinar UV terbuat dari bahan polimer komposit. Polimer dapat dibedakan menjadi dua, yaitu polimer sintesis dan polimer alami (biopolimer) (Saloko et al., 2015). Contoh

polimer sintesis yang digunakan yaitu *Poly Propylene* (PP) (Ambrogi, 2011), *Poly Vinyl Chlorine* (PVC) (Greco et al., 2017), *Low Density Polyethylene* (LDPE) (Sen and Basfar, 1998). Untuk meningkatkan kemampuan dalam menahan sinar UV, maka polimer ditambah dengan bahan aditif. Bahan aditif yang sering digunakan yaitu Ambrogi (2011) menggunakan fenol irganox, Greco et al (2017) menggunakan cardanol, sedangkan Sen dan Basfar (1998) menggunakan chimmasorb dan irganox.

Penggunaan polimer sintesis sebagai bahan untuk pembuatan kemasan dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, karena sulit diuraikan oleh mikroorganisme. Pembakaran limbah plastik menghasilkan gas beracun seperti hydrogen sianida (HCN) dan karbon monoksida (CO) yang dapat menyebabkan pemanasan global, selain itu juga akan berdampak pada kesehatan misalnya mengalami gangguan pernapasan, lesi kulit, bahkan dapat menyebabkan perubahan fungsi hati (Rohman, 2015). Berdasarkan dampak negatif polimer sintesis tersebut maka perlu dikembangkan polimer alami (biopolimer) yang ramah lingkungan, murah, dan dapat diperbaharui. Contoh biopolimer yaitu *Poly Lactic Acid* (PLA), hewan (kitosan, kasein, kitin), tanaman (selulosa, lignin, pati) (Kamsiati et al., 2017).

Pati banyak dimanfaatkan sebagai bahan kemasan karena harganya murah, suka dengan air (hidrofilik), berasal dari tumbuhan sehingga tidak berbahaya bagi kesehatan dan mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Pati tersusun dari senyawa *amilopektin* dan amilosa (Hidayah and Damajanti, 2015). Pati didapatkan dari akar (singkong, ubi jalar, dan ganyong), bagian dalam dari batang tanaman (sagu), umbi (kentang) dan biji-bijian sereal (jagung, gandum, sorgum,

beras, biji durian, dan biji nangka) (Samsuri, 2008). Masing-masing tanaman memiliki kandungan pati yang berbeda, misalnya singkong sebesar 34,7%, ubi jalar 27,9% (Hidayani et al., 2017), ganyong 93,30% (Harmayani and Murdiati, 2011), sagu 87,09% (Lestari, 2011), jagung 80,3% (Aini et al., 2016), beras 71,36% (Welya Refdi and Yaumil Fajri, 2017), biji nangka 39,23% (Hidayah and Damajanti, 2015), dan biji durian 42,1% (Hidayani et al., 2017).

Dalam pemanfaatannya sebagai kemasan untuk menahan dari paparan sinar UV, maka polimer ditambah dengan bahan aditif yang dapat memberikan UV-*protection* sehingga dapat mencegah kerusakan makanan lebih awal. Bahan aditif yang sering digunakan yaitu ZnO<sub>2</sub> dan TiO<sub>2</sub>. TiO<sub>2</sub> digunakan sebagai UV *stabilizer* yang dapat mengurangi degradasi polimer akibat radiasi UV dari sinar matahari, sehingga plastik dapat digunakan untuk melindungi makanan dalam jangka waktu yang lama (Bakar, 2002). TiO<sub>2</sub> memiliki energi gap 3,2 eV, sehingga dapat menghamburkan sebagian besar UV atau menyerap sebagian lainnya dan sedikit sekali yang diteruskan. Dari segi toksitasnya, TiO<sub>2</sub> tergolong aman atau tidak beracun dengan ikatan yang cukup stabil terhadap sinar UV (Sari, 2013).

Beberapa peneliti yang menambahkan bahan aditif kedalam biopolimer antara lain Goudarzi dkk memvariasikan komposisi TiO<sub>2</sub> sebesar 1%, 3% dan 5% dengan pati pada plastik anti UV. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa semakin TiO<sub>2</sub> meningkat maka penyerapan biopolimer juga akan meningkat, puncak serapan ditemukan pada panjang gelombang 340 nm. Kuat tarik menurun dari 5,74 MPa menjadi 5,27 MPa dan Modulus Young juga menurun dari 120,22 MPa menjadi 86,91 MPa, sedangkan elongasinya bertambah dari 35,84% menjadi 50,94% (Goudarzi et al., 2017). Lopez Calero dkk menambahkan bahan aditif TiO<sub>2</sub>

pada kitosan, hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa penambahan  $TiO_2$  mampu menahan sinar UV dan mengurangi kerapuhan pada film biopolimer (López Calero et al., 2019).

Film plastik biopolimer memiliki sifat mudah patah (rapuh), tidak elastis, dan kaku. Oleh karena itu, perlu ditambahkan *plasticizer* yang bertujuan untuk meningkatkan sifat elastis biopolimer dimana ikatan hidrogen dapat dikurangi serta dapat menaikkan jarak molekul dari polimer (Permadi, 2019). *Plasticizer* yang dapat digunakan yaitu gliserol dan CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*). Senyawa gliserol efektif dalam menaikkan sifat elastisitas film biopolimer karena memiliki berat molekul yang kecil sehingga mampu menurunkan gaya intermolekuler sepanjang rantai polimernya (Saokani, 2017). Sedangkan CMC merupakan bahan yang tidak beracun dan secara umum tidak menyebabkan alergi jika dikonsumsi serta bersifat inert (Rohman, 2015).

Beberapa peneliti yang menggunakan *plasticizer* pada biopolimer antara lain Haryati dkk menambahkan gliserol pada pati biji durian dengan variasi komposisi 25%, 35%, 45% dan 55%. Hasilnya dapat diperoleh bahwa kuat tarik terbaik pada gliserol 25% dengan nilai 0,71 MPa sedangkan elongasi terbaik pada sampel gliserol 55% sebesar 16,3% (Haryati et al., 2017). Gembili menambahkan CMC pada pati dengan variasi komposisi pati dan CMC sebesar 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4. Hasilnya yaitu kuat tarik plastik terbaik pada variasi pati dan CMC 7:3 sebesar 12,37 MPa (Gembili, 2013).

Pembuatan *smart packaging* dengan memanfaatkan bahan dasar dari alam dijelaskan dalam Quran Surat An-Nahl ayat 11. Sebagaimana berbunyi :

يُنْبِثُ لَكُمْ بِهِ الرَّزْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَلْيَنْفَكِرُوا (١١)

“Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; Zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan” (QS An-Nahl : 11).

Menurut Quraish M. Shihab dalam tafsir Al-Mishbah, menyatakan bahwa Dia, yakni Allah SWT, “menumbuhkan bagi kamu dengannya”, yakni dengan air hujan itu “tanaman-tanaman” dari yang cepat layu sampai dengan yang paling panjang usianya dan paling banyak manfaatnya. Dia menumbuhkan “zaitun” salah satu pohon yang paling panjang usianya, demikian juga “kurma” yang dapat dimakan mentah atau matang, mudah dipetik dan sangat bergizi lagi berkalori tinggi, juga “anggur” yang dapat dijadikan makanan yang halal atau minuman yang haram atau sebagian “buah-buahan” selain yang disebutkan itu “sesungguhnya pada yang demikian” yakni pada curahan hujan dan akibat-akibatnya itu “ada benar-benar tanda” yang sangat jelas bahwa yang mengaturnya seperti itu adalah Maha Esa lagi maha Kuasa. Tanda itu berguna “bagi kaum yang memikirkan” betapa tidak sumber air sama, tanah tempat tumbuhnya berdempet, tetapi ragam dan rasanya berbeda-beda (Shihab, 2002). Keterkaitan ayat tersebut dengan penelitian yaitu menggunakan biji durian yang berasal dari tanaman durian. Dimana dengan Maha Esa lagi maha Kuasa-Nya menciptakan tumbuhan dari curahan hujan menjadi bermacam-macam jenis tumbuhan.

Berdasarkan uraian diatas pada penelitian ini dibuat *smart packaging* dari biji durian dengan penambahan TiO<sub>2</sub> sebagai bahan aditif serta *plasticizer* gliserol dan CMC. Biji durian merupakan bagian dari buah durian yang tidak dikonsumsi oleh manusia karena berlendir dan gatal dilidah. Selain itu, biji durian memiliki pati relatif lebih banyak dibandingkan dengan pati ubi jalar, pati singkong,

pati biji nangka (Hidayani et al., 2017). Untuk mengetahui senyawa yang terbentuk antara pati,  $\text{TiO}_2$ , dan *plasticizer* diuji menggunakan FTIR, untuk mengetahui intensitas serapan film biopolimer diuji menggunakan UV-Vis dan Lux Meter, untuk mengetahui sifat mekaniknya diuji menggunakan *Tensile Test* (Uji Tarik), dan dilakukan uji biodegradabilitas untuk mengetahui ketahanan plastik dalam menahan penguraian di tanah.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana gugus fungsi yang terbentuk terhadap pengaruh penambahan  $\text{TiO}_2$  pada *smart packaging* berbahan pati biji durian?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi  $\text{TiO}_2$  terhadap energi gap dan intensitas serapan sinar UV pada *smart packaging* berbahan pati biji durian?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi  $\text{TiO}_2$  terhadap kuat tarik dan waktu penguraian oleh mikroorganisme pada *smart packaging* berbahan pati biji durian?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk terhadap pengaruh penambahan  $\text{TiO}_2$  pada *smart packaging* berbahan pati biji durian.
2. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi  $\text{TiO}_2$  terhadap energi gap dan intensitas serapan sinar UV pada *smart packaging* berbahan pati biji durian.

3. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi  $\text{TiO}_2$  terhadap kuat tarik dan waktu penguraian oleh mikroorganisme pada *smart packaging* berbahan pati biji durian.

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Pemilihan biji durian tidak mempertimbangkan jenis.
2. UV stabilizer yang digunakan berupa  $\text{TiO}_2$  jenis anatase.
3. *Plasticizer* yang digunakan yaitu gliserol dan CMC.
4. Lampu Ultra Violet menggunakan daya 10 watt.

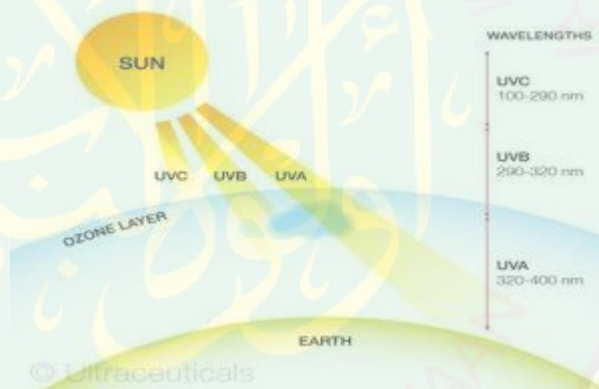
#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu memberikan pengetahuan bahwa limbah biji durian dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan plastik anti UV. Selain itu, untuk memberikan informasi bahwa plastik konvensional memiliki dampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan sekitar, maka inovasi kemasan dari biopolimer perlu dikembangkan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sinar Ultra Violet (UV)

Sinar UV merupakan gelombang elektromagnetik berasal dari radiasi cahaya matahari yang menembus atmosfer dan statosfer sampai ke permukaan bumi. Selain berasal dari radiasi sinar matahari, sinar UV juga dapat dihasilkan oleh sumber-sumber cahaya hasil buatan atau pekerjaan manusia (*artifisial*) dalam kehidupan sehari-hari, seperti: tabung lampu TL (*fluorosensi*), pengelasan (*welding*), penempaan, pelelehan logam (*metal forming*), dan lain-lain. Sinar UV merupakan bagian dari spektrum cahaya tampak. Semakin pendek gelombang cahayanya maka akan semakin kuat daya radiasinya (Bismo, 2006).



Gambar 2.1 Klasifikasi Sinar UV (Afifaturrahmah, 2017)

Menurut panjang gelombangnya sinar UV dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu UV-A, UV-B, dan UV-C. UV-A memiliki panjang gelombang antara 320 - 400 nm yang sering disebut sebagai Gelombang Panjang atau *blacklight*. Sinar UV A memiliki panjang gelombang yang lebih tinggi, tetapi tingkat energinya lebih rendah dari pada sinar UV lainnya. UV-B memiliki panjang gelombang antara 290 – 320 nm yang sering disebut Gelombang Menengah atau *Medium Wave*. Sinar UV

B memiliki panjang gelombang lebih pendek dan tingkat energinya lebih tinggi dibanding sinar UV A. Sinar UV B sebagian diserap oleh lapisan ozon, tetapi sebagian lainnya masih bisa menembus atmosfer. Sekitar 5% dari sinar UV yang dapat mencapai bumi adalah sinar UV B. Sedangkan UV-C memiliki panjang gelombang antara 100 - 280 nm yang sering disebut Gelombang Pendek atau Short Wave, namun memiliki tingkat energi tertinggi diantara ketiga jenis sinar UV. Radiasi sinar UV C sepenuhnya disaring oleh lapisan ozon, maka seluruh sinar UV C matahari tidak dapat mencapai bumi (Afifaturrahmah, 2017).

## 2.2 Kemasan Makanan Anti UV

Pengemasan merupakan aspek terpenting dalam industri global. Tujuan utama dari produk pangan yaitu kemasan menyediakan sifat-sifat perlindungan yang optimal untuk melindungi produk dari penyebab kerusakan luar salah satunya yaitu radiasi sinar UV, dan juga mampu mempertahankan kualitas gizi serta memperpanjang umur simpan. Saat ini telah dikembangkan inovasi kemasan yang mampu melindungi makanan dari paparan sinar UV. Inovasi tersebut yaitu dengan mengembangkan kemasan pintar (*Smart Packaging*) (Saloko et al., 2015).

*Smart packaging* merupakan kemasan yang memiliki indikator baik diletakkan secara internal maupun secara eksternal dan mampu memberikan informasi tentang keadaan serta kualitas produk di dalamnya. Kemasan pintar memiliki kemampuan untuk memerangkap atau menahan masuk oksigen, menyerap karbondioksida, uap air, etilen, bau, noda, mengeluarkan karbondioksida, etanol, antioksidan, serta memelihara kontrol suhu (Day, 2008).

Kemasan makanan yang sering digunakan baik di dalam maupun di luar ruangan terbuka dan berhubungan langsung dengan sinar matahari dalam jangka

waktu yang lama, dapat memberikan efek yang merugikan bagi produk kemasan tersebut. Perubahan yang terjadi akibat sinar ultra violet yaitu warna memudar seperti pada daging dan saus tomat, ketengikan pada mentega, browning pada anggur, jus buah-buahan, perubahan bau dan menurunnya vitamin A, D, E, K, dan C. Radiasi *Ultra Violet* (UV) dapat memutuskan ikatan kimia dalam polimer. Proses ini disebut fotodegradasi yang pada akhirnya menyebabkan keretakan, pengapuran, perubahan warna, dan menurunnya sifat-sifat fisik tertentu, sehingga perlu ditambahkan suatu aditif penstabil UV untuk mencegah kerusakan lebih awal. Contoh zat aditif penstabil UV yaitu chimassorb, tinuvin, TiO<sub>2</sub>, dan ZnO (Bakar, 2002).

### 2.3 Polimer

Polimer adalah rantai berulang dari atom yang panjang, terbentuk dari pengikat yang berupa molekul identik atau biasa disebut monomer. Contoh terkenal dari polimer yaitu plastik (Setyaningsih, 2010). Polimer dapat dibedakan menjadi dua yaitu polimer sintetis dan polimer alami (biopolimer). Polimer sintetis pada umumnya terbuat dari minyak bumi dan bersifat nonbiodegradable. Plastik konvensional (sintetik) mempunyai kelebihan antara lain, kuat tarik dan perpanjangan putus tinggi, tahan terhadap air, harganya murah, efektivitas energi tinggi (Psomiadou, et al., 1997), serta mempunyai kestabilan fisio-kimia yang sangat kuat sehingga plastik sangat sukar terdegradasi secara alami di tanah (Arvanitoyannis et al., 1998). Plastik konvensional jika dihancurkan dengan cara dibakar maka menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang akan meningkatkan pemanasan global dan menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia misalnya pernapasan, lesi kulit, dan dapat menyebabkan perubahan fungsi hati (Rohman, 2015).

Biopolimer merupakan polimer yang dihasilkan dari monomer organik seperti pati, karet, kitosan, selulosa, protein, dan lignin. Biopolimer banyak diminati oleh industri karena berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui, dapat diuraikan (*biodegradable*), mempunyai sifat mekanis yang baik dan ekonomis. Saat ini, biopolimer banyak diteliti untuk menghasilkan film (plastik) yang dapat menggantikan keberadaan plastik sintetis (Corniwati et al., 2014).

Polimer-polimer yang mampu terdegradasi memenuhi beberapa kriteria, yaitu mengandung salah satu dari jenis ikatan asetal, amida atau ester, memiliki berat molekul dan kristanilitas rendah, serta memiliki hidrofilitas yang tinggi (Smith, 2005). Biopolimer dapat dihasilkan melalui tiga cara yaitu biosintetis, seperti pada pati dan selulosa; bioteknologi, seperti pada *polyhydroxyl fatty acid*; proses sintesis kimia seperti pada pembuatan poliamida, polyester dan polivinil alkohol (Budiman, 2003). Karakteristik film biopolimer ditentukan oleh (Skurtys et al., 2009):

1. Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah film. Parameter ini menggunakan gaya maksimum yang terjadi pada film. Hasil pengukura ini berhubungan erat dengan jumlah *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan film. Penambahan *plasticizer* lebih dari jumlah tertentu akan menghasilkan film dengan kuat tarik yang lebih rendah. Nilai kuat tarik minimal film berdasarkan standar industri pengemas makanan adalah 0,39 MPa atau 4 kgf/cm<sup>2</sup> .
2. Nilai persen pemanjangan dapat mengindikasikan bahwa film biopolimer yang dihasilkan mudah atau tidak mudah putus karena menahan beban dan gaya tarik yang diberikan. Hal ini didukung dengan pendapat

Theresia (2003), menyatakan bahwa semakin tinggi nilai persen pemanjangan maka akan semakin elastis, sebaliknya semakin rendah akan bersifat rapuh. Nilai persen pemanjangan minimum film berdasarkan standar industri pengemas makanan adalah 10-20%.

3. Ketebalan merupakan salah satu karakteristik film bioplastik yang sangat penting. Ketebalan yang melebihi standar akan berpengaruh pada organoleptic produk dan jika ketebalan dibawah standar mengindikasikan bahwa film bioplastik tersebut mudah sobek. Nilai ketebalan maksimum film berdasarkan standar industri pengemas makanan adalah 0,25 mm.
4. Waktu degradasi sempurna merupakan waktu yang diperlukan untuk terurai di dalam tanah secara keseluruhan (100%). Perhitungan waktu degradasi sempurna film biopolimer merupakan hal yang penting untuk mengetahui sifat *biodegradable* yang dimiliki film biopolimer. Berdasarkan standar ASTM D-6002 untuk biodegradasi film bioplastik membutuhkan 60 hari untuk terurai secara keseluruhan (100%) .

#### 2.4 Pati Biji Durian

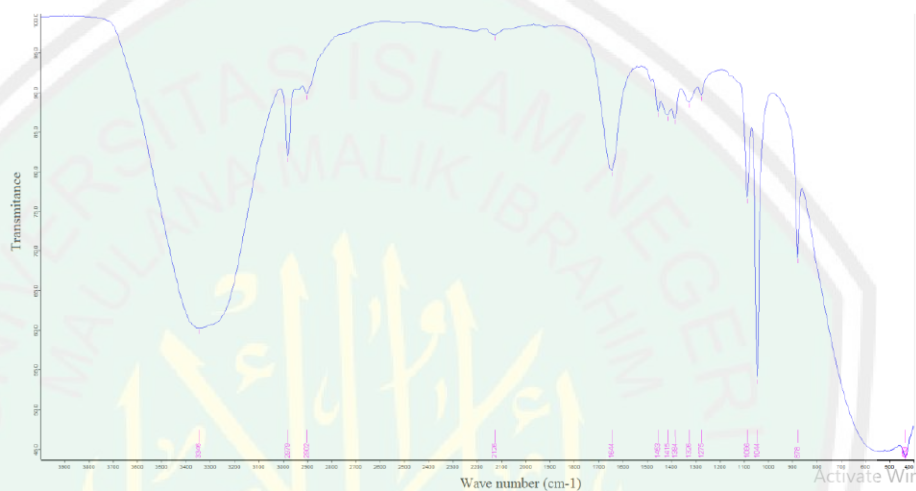
Pati merupakan karbohidrat yang berasal dari tanaman sebagai hasil fotosintesis, kemudian disimpan dalam bagian tertentu tanaman sebagai cadangan makanan (Hartati, 2003). Pati memiliki struktur berupa kristal dan terdiri dari dua buah rantai yang berbeda yaitu amilase dan amilopektin. Struktur kristal butir pati akan mengalami kerusakan ketika dipanaskan di dalam air. Pati mulai dikenakan perlakuan termal pada temperature 20° C, pemanasan yang kontinyu sampai temperature 60° - 80° C terjadi pemisahan antara amilase dan amilopektin.

Amilopektin mengalami perubahan fasa menjadi amorf, dimana pati berada pada fasa peralihan antara padatan dan cairan. Pemanasan setelah temperature 80° C menyebabkan kandungan air pada pati semakin kecil, mengindikasikan bahwa pati mulai menjadi fasa padatan yang kemudian pati menjadi benar-benar mengering dan rusak seiring dengan meningkatnya (Merisiyanto et al., 2013).

Sumber utama penghasil pati adalah biji-bijian *serealia* (jagung, gandum, sorgum, beras, biji durian, biji nangka), umbi (kentang), akar (singkong, ubi jalar, ganyong), dan bagian dalam dari batang tanaman sagu. Pemberian pati dibawah mikroskop menunjukkan butiran pati berwarna putih, dengan ukuran 2-100  $\mu\text{m}$  (Samsuri, 2008). Pemanfaatan pati dalam pembuatan plastik dikarenakan keunggulan-keunggulan yang dimiliki pati, yakni sifatnya yang dapat diperbaharui, penahan yang baik untuk oksigen, ketersediaan yang melimpah, harga murah dan mampu terdegradasi (Zhang et al., 2007).

Salah satu sumber pati yaitu biji durian. Pemanfaatan biji durian masih terbatas, karena hanya sepertiga dari buah durian yang bisa dimakan, sedangkan biji (20% sampai 25%) dan kulit biasanya dibuang. Biji durian memiliki kandungan pati yang cukup tinggi sehingga berpotensi sebagai alternatif pengganti bahan yang memerlukan sifat-sifat pati (Cornelia et al., 2013). Setiap 100 gram biji durian mengandung 51 gram air, 46,2 gram karbohidrat, 2,5 gram protein, dan 0,2 gram lemak. Kadar karbohidrat biji durian lebih tinggi yaitu sebesar 42.1% dibandingkan dengan singkong 34,7% maupun ubi jalar 27,9%. Kandungan karbohidrat yang tinggi memungkinkan pemanfaatan biji durian sebagai bahan pengganti sumber karbohidrat yang ada dalam bentuk tepung (Hidayani et al., 2017).

Jika ditinjau dari segi komposisi kimianya biji durian mengandung protein 9,79%, karbohidrat 30%, kalsium 0,27% dan fosfor 0,9% (Djaeni dkk, 2010). Menurut Afif (2007), komposisi kimia biji durian hampir sama dengan biji-biji yang termasuk famili *Bombacaceae* yang lain, komposisi kandungan yang terdapat pada biji durian yang dimasak kadar airnya 51,1 gram, kadar lemak 0,2 gram, kadar protein 1,5 gram, dan kadar karbohidrat 46,2 gram.



Gambar 2.2 FTIR dari Pati Biji Durian (Sebayang A.H. et al., 2017).

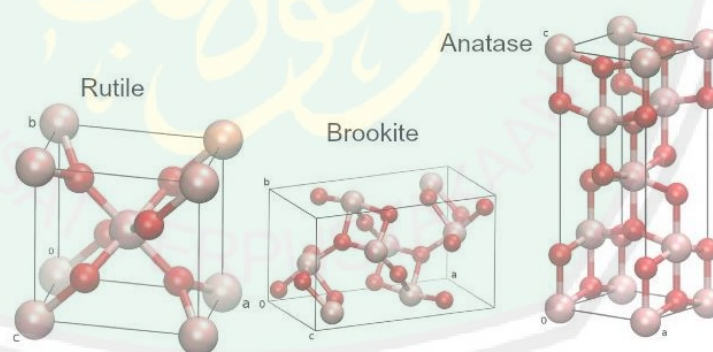
Menurut Sebayang dkk, (2017), FTIR biji durian mengidentifikasi adanya gugus O-H stretching pada pita serapan  $3346\text{ cm}^{-1}$ . Pita serapan  $2976\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H stretching. Daerah serapan  $1644\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya senyawa alkana dengan gugus C=C. Pita serapan  $1384\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya senyawa alkana dengan gugus C-H. Sedangkan untuk serapan 1326 sampai 1044 menunjukkan adanya senyawa eter dengan gugus C-C bending.

## 2.5 *Titanium Dioxide* ( $\text{TiO}_2$ )

*Titanium Dioxide* ( $\text{TiO}_2$ ) adalah material semikonduktor yang termasuk dalam satuan oksida logam.  $\text{TiO}_2$  merupakan bahan yang inert, tidak beracun, ramah lingkungan dan murah.  $\text{TiO}_2$  memiliki beberapa sifat unik, diantaranya

sebagai oksida logam yang digunakan untuk memodifikasi sifat pengemasan biopolimer yaitu pelindung UV karena aktivitas fotokatalitiknya (Goudarzi et al., 2017).

TiO<sub>2</sub> mempunyai berat molekul 79,90 g/mol, densitas 4,26 g/cm<sup>-3</sup>. TiO<sub>2</sub> tidak menyerap cahaya tampak tetapi mampu menyerap radiasi UV, sehingga dapat menyebabkan terjadinya radikal hidroksil pada pigmen sebagai fotokatalis. TiO<sub>2</sub> merupakan bahan semikonduktor yang memiliki sifat optik baik. Di alam umumnya TiO<sub>2</sub> mempunyai tiga bentuk kristal *polimorfik* yaitu rutil (*tetragonal*), anatase (*tetragonal*), dan brookit (*ortorombik*) (Pataya et al., 2016). Rutil dan anatase cukup stabil, sedangkan brookit sulit ditemukan. Brookit biasanya terdapat dalam mineral dan sulit dimurnikan (Hastuti, 2012). TiO<sub>2</sub> jenis anatase mempunyai energi celah 3,2 eV yang sebanding dengan cahaya UV ( $\lambda=388$  nm). Sedangkan energi celah pita untuk TiO<sub>2</sub> jenis rutil adalah 3,02 eV yang sebanding dengan cahaya UV ( $\lambda=413$  nm) (Fujishima et al., 1999).

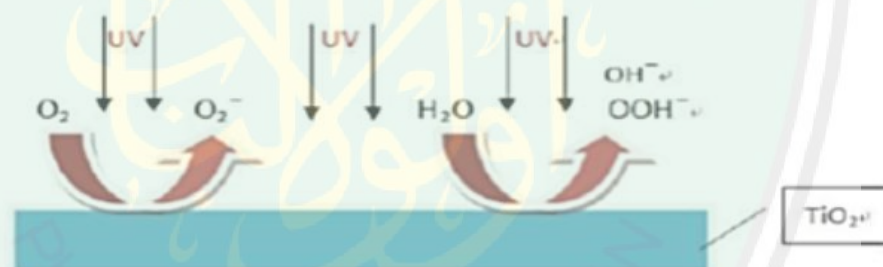


Gambar 2.3 Struktur Kristal TiO<sub>2</sub> (Qianjiang, 2019)

Perbedaan struktur kristal antara anatase dan rutil adalah pada distorsi dan pola penyusunan rantai oktahedron. Jarak Ti-Ti pada anatase lebih besar dari pada rutil yaitu 3,79 Å dan 3,04 Å sedangkan rutil 3,57 Å dan 2,96 Å. Sedangkan jarak Ti-O pada anatase lebih pendek daripada rutil yaitu 1,93 Å dan 1,98 Å pada

anatase 1,95 Å dan 1,99 Å pada rutil. Perbedaan struktur kisi pada anatase dan rutil menyebabkan perbedaan densitas massa, luas permukaan, sisi aktif dan struktur pita elektronik antara anatase dan rutil dengan massa jenis anatase 3,9 g/cc dan untuk rutil 4,2 g/cc (Pataya et al., 2016).

Sinar UV dapat merusak makanan dengan menghasilkan radikal bebas dalam produk. Oksigen singlet diproduksi oleh radiasi UV dari sinar matahari. Oksigen singlet merupakan penyebab tercepat dari oksidasi lipid, penghancuran antioksidan dan kerusakan vitamin dan protein. Reaksi oksidasi mengubah rasa, warna, dan menurunkan kualitas gizi makanan dan menghasilkan senyawa beracun. Hal tersebut mengakibatkan makanan menjadi kurang bisa diterima atau tidak bisa diterima oleh konsumen. Oleh karena itu,  $\text{TiO}_2$  telah menarik perhatian dalam beberapa tahun terakhir karena dapat menjadi filter UV (Shahabi et al., 2015).



Gambar 2.4 Mekanisme Anti UV pada Permukaan yang Dilapisi  $\text{TiO}_2$  (Kusumawati and Rachmawati, 2017).

Mekanisme anti UV dari  $\text{TiO}_2$  dapat dilihat pada gambar 2.4. Ketika  $\text{TiO}_2$  terkena sinar UV yang memiliki energi sama atau lebih besar dari pada band gapnya ( $>3,2$  eV), maka elektron dari  $\text{TiO}_2$  melompat dari pita valensi ke pita konduksi, sehingga pasangan elektron ( $e^-$ ) dan hole ( $h^+$ ) akan terbentuk pada permukaan, elektron (bermuatan negatif) dalam pita konduksi dan hole (bermuatan positif) di pita valensi. Pasangan hole-elektron tersebut dapat bergabung kembali, menghamburkan atau terjebak dan bereaksi dengan bahan lain yang diserap pada

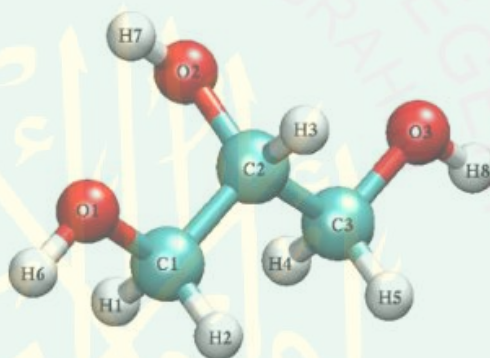
fotokatalis. Gabungan pasangan hole-elektron tersebut dapat menyebabkan reaksi redoks di permukaan. Elektron negative akan bergabung dengan oksigen dan menghasilkan radikal berupa superoksida ( $O_2^-$ ) (Kusumawati and Rachmawati, 2017). Oksigen ini merupakan zat pengoksidasi kuat yang dapat memecah sebagian besar senyawa berbasis karbon melalui reaksi reduksi oksidasi. Dalam reaksi ini, senyawa organik dipecah menjadi zat karbondioksida dan air. Hole ( $h^+$ ) akan bereaksi dengan air akan menghasilkan radikal hidroksil  $OH^\cdot$  (Samal et al., 2010).

## 2.6 Gliserol

Gliserol merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang dapat memperbaiki sifat film biopolimer dan dapat ditemukan dalam lemak hewani, minyak nabati, dan minyak mentah. Film biopolimer umumnya bersifat kaku, rapuh, dan belum dapat dimanfaatkan untuk pengemas, sehingga diperlukan penambahan *plasticizer*. *Plasticizer* berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik yang lunak, ulet, dan kuat. Gliserol berfungsi mengurangi ikatan hidrogen internal yang akan meningkatkan jarak intermolekul sehingga membuat film biopolimer lebih fleksibel (Hidayati et al., 2019). Semakin banyak penggunaan *plasticizer* maka akan meningkatkan kelarutan. Begitu pula dengan penggunaan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik juga akan meningkatkan kelarutannya dalam air. Gliserol memberikan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan sorbitol pada bioplastik berbasis pati (Hasanah et al., 2016).

Interaksi antara biopolimer dengan pemlastis dipengaruhi oleh sifat afinitas kedua komponen, jika biopolimer pemlastis tidak terlalu kuat maka akan terjadi plastisasi antara struktur (molekul pemlastis hanya terdistribusi di antara

struktur). Plastisasi ini hanya mempengaruhi gerakan dan mobilitas struktur. Jika terjadi interaksi biopolimer-biopolimer cukup kuat maka molekul pemlastis akan terdifusi ke dalam rantai polimer (rantai polimer amorf membentuk satuan struktur globular yang disebut *bundle*) menghasilkan plastisasi infrastruktur intra *bundle*. Dalam hal ini molekul pemlastis akan berada di antara rantai polimer dan mempengaruhi mobilitas rantai yang dapat meningkatkan plastisasi sampai batas kompatibilitas yaitu sejumlah yang dapat terdispersi (terlarut) dalam polimer. Jika jumlah pemlastis melebihi batas ini, maka akan terjadi sistem yang heterogen dan plastisasi tidak efisien lagi (Ardiansyah, 2011).



Gambar 2.5 Struktur Molekul Gliserol (Quispe et al., 2013)

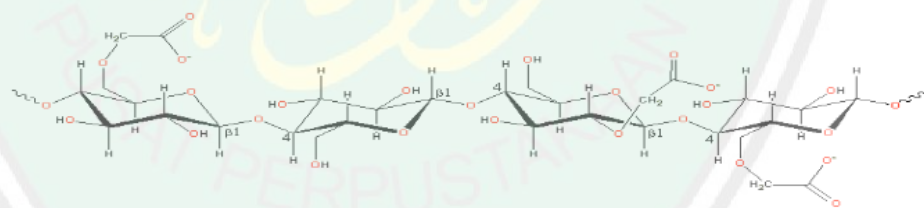
Gliserol merupakan alkohol yang paling sederhana. Nama gliserol diartikan sebagai bahan kimia murni, namun dalam dunia perdagangan dikenal dengan nama gliserin (Fahnur, 2017).

Tabel 2.1 Karakteristik Gliserol (Fahnur, 2017)

Sifat	
Massa Molar	92,09382 g/mol
Densitas	1,261 g/cm <sup>3</sup>
Titik Cair	18° C (64,4° F)
Titik Didih	290° C (554° F)
Viskositas	1,5 Cp

## 2.7 Carboxyl Methyl Cellulose (CMC)

CMC merupakan salah satu produk turunan dari selulosa. CMC banyak digunakan dalam industri farmasi, detergen, tekstil, kosmetik, dan industri pangan, sedangkan pada bahan pangan, CMC berfungsi sebagai pengental, penstabil emulsi dan bahan pengikat (Ningsih and Ariyani, 2019). Penambahan selulosa pada pembuatan biopolimer dapat menambah sifat fisik dan mekanik pada plastik. CMC dapat meningkatkan viskositas dan kekuatan tarik namun menurunkan persen pemanjangan. CMC berasal dari selulosa sebagai polisakarida linier anionik, selain itu CMC mampu mengikat dan menyerap air karena memiliki gugus fungsi hidroksil sehingga dapat terdegradasi di dalam tanah (Hidayati et al., 2019). Setiap unit *anhidroglukosa* memiliki tiga gugus fungsi hidroksil dan beberapa atom hydrogen dan gugus hidroksil tersebut disubstitusikan oleh *carboxymethyl* (Kamal, 2010). CMC bersifat *barrier* terhadap oksigen, karbon dioksida, dan lipid sehingga sangat efektif untuk meningkatkan sifat-sifat film (Hidayati et al., 2019). Struktur CMC dapat dilihat pada gambar 2.6.



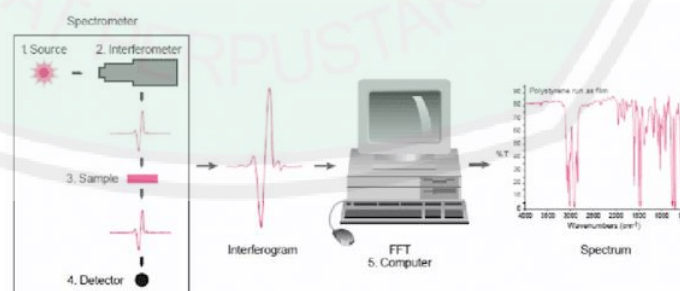
Gambar 2.6 Struktur *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC) (Wahyuningtyas and Dinata, 2018)

Gugus hidroksil yang tergantikan dikenal dengan derajat penggantian (*degree of substitution*) disingkat DS. Jumlah gugus fungsi hidroksil yang tergantikan atau nilai DS mempengaruhi sifat kekentalan dan sifat kelarutan CMC dalam air. CMC yang sering digunakan merupakan CMC yang memiliki nilai DS 0,7 atau sekitar 7 gugus Carboxymethyl per 10 unit anhidroglukosa karena memiliki

sifat sebagai zat pengental cukup baik. CMC memiliki sifat mudah larut dalam air dingin maupun air panas (Kamal, 2010).

## 2.8 *Fourier Transform-Infra Red (FTIR)*

Spektroskopi infra merah merupakan salah satu metode karakterisasi struktur yang memberikan informasi berdasarkan ikatan pada suatu sampel. Prinsip kerja FTIR adalah energi inframerah yang diemisikan dari sumber akan berjalan melewati *inferometer* dimana sinar dipisahkan oleh *beamsplitter*. Lima puluh persen (50%) dari intensitas sinar akan dipantulkan menuju cermin dengan posisi tetap dan sisanya menuju cermin bergerak. Selanjutnya sinar yang dikembalikan dari setiap cermin berbalik ke *beam splitter* dimana sebagian sinarnya dikembalikan ke sumber inframerah dan sebagian lagi diarahkan ke ruang sampel. Setelah itu panjang gelombang akan diproses hingga menghasilkan suatu *inferogram*, yaitu suatu daerah waktu menggambarkan pola interferensi. Akhirnya hasil pengukuran tersebut diubah oleh *Analog Digital Converter (ADC)* menjadi format digital yang dapat digunakan oleh komputer (Setiadi, 2010). Cara kerja FTIR dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Cara Kerja FTIR (Mandar, 2019)

FTIR merupakan teknik fibrasi yang banyak digunakan untuk karakterisasi bahan kimia pada tingkat molekuler. Pada transisi inframerah aktif,

momen dipol listrik dari kelompok fungsional atau disebut gugus fungsi senyawa akan mengalami fibrasi ketika berinteraksi dengan sinar inframerah. Gugus fungsional yang berbeda dalam sampel diplot sebagai fungsi panjang gelombang, dan biasanya disajikan dalam bentuk satuan bilangan gelombang atau  $\text{cm}^{-1}$ . Metode yang umum digunakan dalam melakukan karakterisasi menggunakan FTIR adalah metode transmisi. Metode ini bergantung pada absorpsi radiasi inframerah saat melewati sampel. Metode ini disiapkan dengan cara mencampurkan sampel uji dengan *potassium bromide* (KBr) kemudian dipelet hingga membentuk lapisan tipis (Mandar, 2019).

Ikatan dari molekul dapat mengalami vibrasi (bergetar pada tempatnya). Tipe vibrasi ada dua yaitu vibrasi regangan (Stretching) dan vibrasi bengkok (Bending). Vibrasi regangan terjadi perpanjangan atau pemendekan ikatan sepanjang ikatan sedangkan, vibrasi bengkok terjadi pembesaran atau pengecilan sudut ikatan. Penyerapan ikatan suatu molekul dapat menyerap lebih dari satu panjang gelombang tergantung dari frekuensi penyerapan energinya. Vibrasi ini dapat disebut juga vibrasi fundamental (Supratman, 2006).

## 2.9 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat yang digunakan untuk mengukur transmitansi, reflektansi, absorbansi, dan energi gap dari cuplikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Spektrofotometri terdiri dari alat spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer merupakan alat untuk mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Jadi, spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi cahaya secara relatif jika energi tersebut

ditransmisikan, direfleksikan, atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang (Gandjar, 2007).

Terdapat empat bagian utama dari instrumen spektrofotometer, yaitu sumber sinar, monokromator, kuvet dan detektor. Cahaya putih dari sumber sinar akan dilewatkan melalui monokromator sehingga sinar mempunyai panjang gelombang tertentu. Radiasi yang keluar akan difokuskan pada detektor yang mengubah radiasi menjadi sinyal-sinyal listrik (Skoog et al., 2007).



Gambar 2.8 Cara Kerja UV-Vis (Hopke, 2003)

Cara kerja dari Spektrofotometer UV-Vis yaitu jika suatu sinar monokromatis paralel datang dengan sudut tertentu mengenai lapisan permukaan materi, maka sebagian sinar akan direfleksikan tanpa transmisi, sisa sinar akan diserap dan muncul kembali ke permukaan setelah dihamburkan (*scattered*) oleh materi tersebut. Sinar yang muncul kembali ini disebut sinar difusi yang akan diterima detektor. Adapun yang melandasi pengukuran spektrofotometer ini dalam penggunaannya adalah hukum Lambert-Beer yaitu bila suatu cahaya monokromatis dilewatkan melalui suatu media yang transparan, maka intensitas cahaya yang ditransmisikan sebanding dengan tebal dan kepekaan media larutan yang digunakan. Berdasarkan persamaan berikut (Yanlinastuti dan Syamsul Fatimah, 2016):

$$A = \log \frac{I}{I_0} \quad (2.1)$$

Atau

$$A = a.b.c (I) \quad (2.2)$$

Dimana A = absorbansi

a = koefisien serapan molar

b = tebal media cuplikan yang dilewati sinar

c = konsentrasi unsur dalam larutan cuplikan

$I_0$  = intensitas sinar mula-mula

I = intensitas sinar yang diteruskan



Gambar 2.9 Penentuan Energi Gap (Efelina, 2017)

Energi gap dapat ditentukan dengan metode *Tauc Plot* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8 . Metode *Tauc Plot* yaitu dengan menarik ekstrapolasi pada daerah linier dari grafik hubungan  $(h\nu)$  sebagai absis sumbu x dan  $(\alpha h\nu)^n$  sebagai ordinat sumbu y dan dari kurva dapat ditentukan nilai energi gap dari masing-masing sampel. Nilai  $(\alpha h\nu)^n$ ,  $n = 1/2$  untuk proses transisi langsung dan  $n = 2$  untuk proses transisi tidak langsung.  $H\nu$  dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Dewi et al., 2016):

$$H\nu = \frac{1240}{\lambda} \quad (2.3)$$

Sedangkan nilai  $\alpha$  dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Dewi et al., 2016):

$$\alpha = 2303 \times A \quad (2.4)$$

## 2.10 Lux Meter

Alat ukur cahaya (Lux meter) adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya kuat penerangan (tingkat penerangan) pada suatu area atau daerah tertentu. Alat ini dapat memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital dan terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto dan layar panel. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intensitasnya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan pun semakin besar (Giancoli, 2001).

Sensor yang digunakan pada alat ini adalah *photo diode*. Sensor ini termasuk kedalam jenis sensor cahaya atau optic. Sensor cahaya atau optik adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai suatu daerah tertentu. Kemudian dari hasil dari pengukuran yang dilakukan akan ditampilkan pada layar panel. Berbagai jenis cahaya yang masuk pada luxmeter baik itu cahaya alami ataupun buatan akan mendapatkan respon yang berbeda dari sensor. Berbagai warna yang diukur akan menghasilkan suhu warna yang berbeda, dan panjang gelombang yang berbeda pula. Oleh karena itu pembacaan yang ditampilkan hasil yang ditampilkan oleh layar panel adalah kombinasi dari efek panjang gelombang yang ditangkap oleh sensor *photo diode*. Pembacaan hasil pada Luxmeter dibaca pada layar panel LCD (liquid Crystal digital) yang format pembacaannya pun memakai format digital. Format

digital sendiri didalam penampilannya menyerupai angka 8 yang terputus-putus. LCD pun mempunyai karakteristik yaitu Menggunakan molekul asimetrik dalam cairan organik transparan dan orientasi molekul diatur dengan medan listrik eksternal (Suryatim, 1998).

Besarnya intensitas cahaya UV yang diukur dengan lux meter diperoleh dalam satuan lux, sehingga perlu konversi dari satuan lux menjadi candela (cd), seperti yang terlihat pada persamaan berikut (Sari, 2013) :

$$1 \text{ ftcd} = 10,765 \text{ lux}$$

$$1 \text{ ftcd} = 10.7639104167 \text{ cd}$$

$$1 \text{ lux} = 1/10,765 = 0,0929 \text{ ftcd}$$

$$1 \text{ lux} = 10,675 \text{ cd}$$

## 2. 11 *Universal Testing Machine*

*Universal Testing Machine* merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui kuat tarik suatu sampel. Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh lembaran plastik selama pengukuran berlangsung. Kekuatan maksimum yang dimaksud merupakan tegangan maksimum yang dapat dicapai pada diagram tegangan suatu regangan. Tegangan ini terjadi karena adanya fenomena pengecilan pada benda uji yang berlanjut hingga benda uji patah (Kristiani, 2015).

Menurut Darni, dkk (2014), pada uji kekuatan tarik ini dapat diketahui bagaimana bahan tersebut terjadi pemuluran terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Kekuatan tarik dapat diukur berdasarkan beban maksimum ( $F_{maks}$ ) yang digunakan untuk mematahkan

material dibagi dengan luas penampang awal ( $A_0$ ) yang ditunjukkan pada persamaan berikut (Darni et al., 2014):

$$\sigma = \frac{F_{\text{maks}}}{A_0} \quad (2.5)$$

keterangan :

$\sigma$  = kekuatan tarik ( $\text{kg/cm}^2$ )

$F_{\text{maks}}$  = beban maksimum (kg)

$A_0$  = luas penampang awal ( $\text{cm}^2$ )

Untuk mendapatkan persen elongasi digunakan persamaan (Darni et al., 2014) :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (2.6)$$

keterangan :

$\varepsilon$  = regangan

$l_0$  = panjang benda sebelum diuji

$l_1$  = panjang benda setelah diuji

$l_0$  = panjang awal benda uji

Modulus Young menjelaskan elastisitas tarik atau kecenderungan suatu benda untuk berubah bentuk. Bahan kaku akan memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi. Modulus Young dapat dicari dengan persamaan (Darni et al., 2014):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.7)$$

Keterangan :

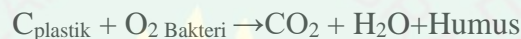
$E$  = modulus Young

$\varepsilon$  = regangan

$\sigma$  = tegangan

## 2. 12 Uji Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah suatu bahan dapat terdegradasi dengan baik dilingkungan. Proses biodegradabilitas dapat terjadi dengan proses hidrolisis (degradasi kimiawi), bakteri/jamur, enzim (degradasi enzimatik), oleh angin dan abrasi (degradasi mekanik), cahaya (fotodegradasi). Proses ini juga dapat dilakukan melalui proses secara anaerobik dan aerobik. Pada penelitian ini uji biodegradasi dilakukan pada kondisi aerobik dengan bantuan bakteri dan jamur yang terdapat di tanah dengan reaksi sebagai berikut (Harnist dan Darni, 2011).



Sampel berupa film bioplastik ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dengan asumsi komposisi tanah sama (Harnist dan Darni, 2011). Biodegradasi adalah penyederhanaan sebagian atau penghancuran seluruh bagian struktur molekul senyawa oleh reaksi-reaksi fisiologis yang dikatalisis oleh mikroorganisme. Biodegradabilitas merupakan kata benda yang menunjukkan kualitas yang digambarkan dengan kerentanan suatu senyawa (organik atau anorganik) terhadap perubahan bahan akibat aktivitas-aktivitas mikroorganisme (Madsen, 1997).

Biodegradasi adalah perubahan senyawa kimia menjadi komponen yang lebih sederhana melalui bantuan mikroorganisme. Dua batasan tentang biodegradasi adalah Biodegradasi Tahap Pertama (*Primary Biodegradation*), merupakan perubahan sebagian molekul kimia menjadi komponen lain yang lebih sederhana, Biodegradasi tuntas (*Ultimate Biodegradation*), merupakan perubahan

molekul kimia secara lengkap sampai terbentuk CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan senyawa organik lain (Gledhill,1974).

Biodegradasi senyawa akan menghasilkan karbondioksida atau metan, air dan biomassa (Kaplan *et.al*, 1994). CO<sub>2</sub> terlepas di dalam proses respirasi, karbohidrat (gula) dioksidasikan dan terbentuklah energi. CO<sub>2</sub> terlepas juga di dalam proses fermentasi dan di dalam proses penguraian lainnya yang dilakukan oleh mikroorganisme. Jika zat karbon tidak terlepas lagi ke udara, maka kehidupan akan berhenti. Di dalam sirkulasi zat karbon ini, mikroorganisme memegang peranan penting yaitu sebagai pengurai (Dwidjoseputro,1978).

### 2.13 Kajian Integrasi Islam

Pati merupakan biopolimer yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuat film biopolimer. Salah satu sumber pati yaitu biji durian. Penggunaan biji durian merupakan pemanfaatan limbah yang dapat memberikan pandangan bahwa tidak ada yang sia-sia di muka bumi ini. Hal ini disebutkan pada firman Allah SWT dalam QS.As-Shadd ayat 27 yang berbunyi :

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ۗ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ۗ (٢٧)

*“Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada di antara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka”*

Penjelasan ayat diatas menyatakan bahwa dalam penciptaan alam raya dan segala isinya tidak ada yang sia-sia dan tidak punya hikmah. Maksud ayat tersebut di perjelas dalam ayat lain seperti dalam QS. Al-Imran ayat 191 sebagai berikut :

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ ۗ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هٰذَا بٰطِلًا ۗ سُبْحٰنَكَ  
فَقِنَاعَدَابِ النَّارِ (١٩١)

*“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata). “ Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka”*

Allah SWT menjelaskan bahwa Dia menjadikan langit, bumi dan makhluk apa saja yang berada diantaranya tidak sia-sia, semuanya itu diciptakan Allah SWT atas kekuasaan dan kehendaknya sebagai rahmat yang tak ternilai harganya. Maka dari itu, merujuk pada ayat diatas dapat dipahami bahwa penggunaan limbah merupakan suatu bentuk kesyukuran pada ciptaan Allah SWT yang dapat memberikan manfaat. Salah satu contohnya terdapat sebagian orang yang membuang biji durian, bahkan dianggap limbah yang tidak dapat digunakan kembali. Biji durian merupakan limbah dari durian yang bermanfaat dan mengandung pati yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan film biopolimer.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan eksperimen pembuatan plastik anti UV berbahan dasar pati biji durian dengan memvariasikan komposisi  $\text{TiO}_2$  sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Proses yang dilakukan meliputi pembuatan pati biji durian, pembuatan film biopolimer, dan karakterisasi. Karakterisasi sampel menggunakan FTIR, UV-Vis, Lux Meter, Tensile Test, dan biodegradabilitas. Analisis data dilakukan dengan membandingkan gugus fungsi, energi gap, intensitas serapan, sifat mekanik, dan lama penguraian di tanah.

### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2020 sampai Agustus 2020. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Riset Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi sampel menggunakan FTIR dan UV-Vis dilakukan di Jurusan Kimia, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi paparan sinar UV dengan Lux Meter dilakukan di Laboratorium Riset Fisika, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi sampel dengan *Tensile Test* dilakukan di Laboratorium Riset Material, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

### **3.3 Alat dan Bahan Penelitian**

#### **3.3.1 Alat Penelitian**

1. Neraca digital
2. Spatula

3. Ayakan 200 mesh

4. *Hot plate*

5. Jangka sorong

6. *Magnetic Bar*

7. Gelas beaker

8. Cawan petri

9. Pinset

10. Lumpang dan alu

11. Gelas ukur

12. *Ultrasonic cleaner*

13. Oven

14. Alumunium Foil

15. Lampu UV 10 watt

16. Vial

### **3.3.2 Bahan Penelitian**

1. Biji durian

2. *Titanium Dioxide* (TiO<sub>2</sub>)

3. Gliserol

4. *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC)

5. Aquades

6. Tanah

7. EM4

### 3.3.3 Alat Karakterisasi

1. *Fourier Transform-Infra Red* (FTIR)
2. Spektrofotometri UV-Vis
3. *Universal Testing Machine*
4. Lux meter

### 3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap kegiatan yaitu pembuatan pati biji durian, pembuatan *smart packaging* dari pati biji durian kemudian dilakukan karakterisasi material.

#### 3.4.1 Pembuatan Pati Biji Durian

1. Kulit ari biji durian dikupas hingga berwarna putih lalu dicuci sampai bersih, kemudian direndam menggunakan air kapur selama 1 jam untuk menghilangkan lendirnya. Setelah itu, biji durian dicuci hingga bersih.
2. Biji durian basah ditimbang beratnya dan dipotong kecil-kecil, kemudian dikeringkan pada oven dengan suhu 150°C selama 5 jam.
3. Biji durian yang telah kering ditumbuk dengan lumpang alu dan diayak menggunakan saringan 200 mesh, kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada sampel.

#### 3.4.2 Pembuatan *Smart Packaging* dari Pati Biji Durian

1. TiO<sub>2</sub> dengan variasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dicampur dengan aquades 50 mL kemudian disonikasi selama 25 menit. Setelah disonikasi,

suspensi ditambahkan CMC sebanyak 0,3 gram dan 1 mL gliserol, kemudian diaduk menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* dengan kecepatan putar sebesar 250 rpm selama 50 menit.

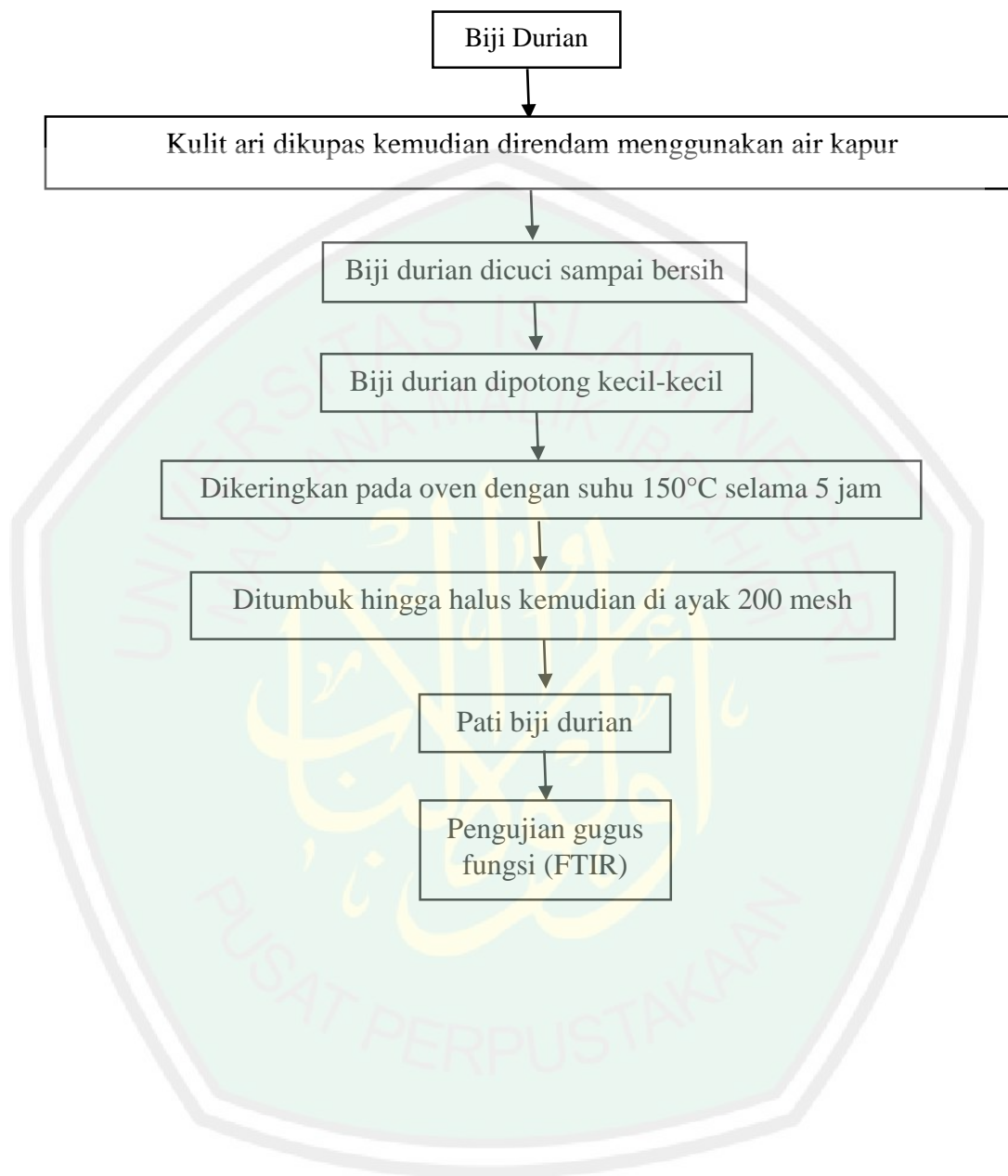
2. Pati biji durian sebanyak 2,5 gram dimasukkan ke dalam larutan, kemudian larutan film biopolimer diaduk menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* pada temperature 80°C selama 40 menit dengan kecepatan putar sebesar 250 rpm.
3. Larutan film biopolimer dituang ke cawan petri kemudian dikeringkan dalam oven. Setelah itu, film biopolimer dikarakterisasi menggunakan FTIR, UV-Vis, lux meter, *Universal Testing Machine*, dan Biodegradabilitas.

#### 3.4.3 Karakterisasi Sampel

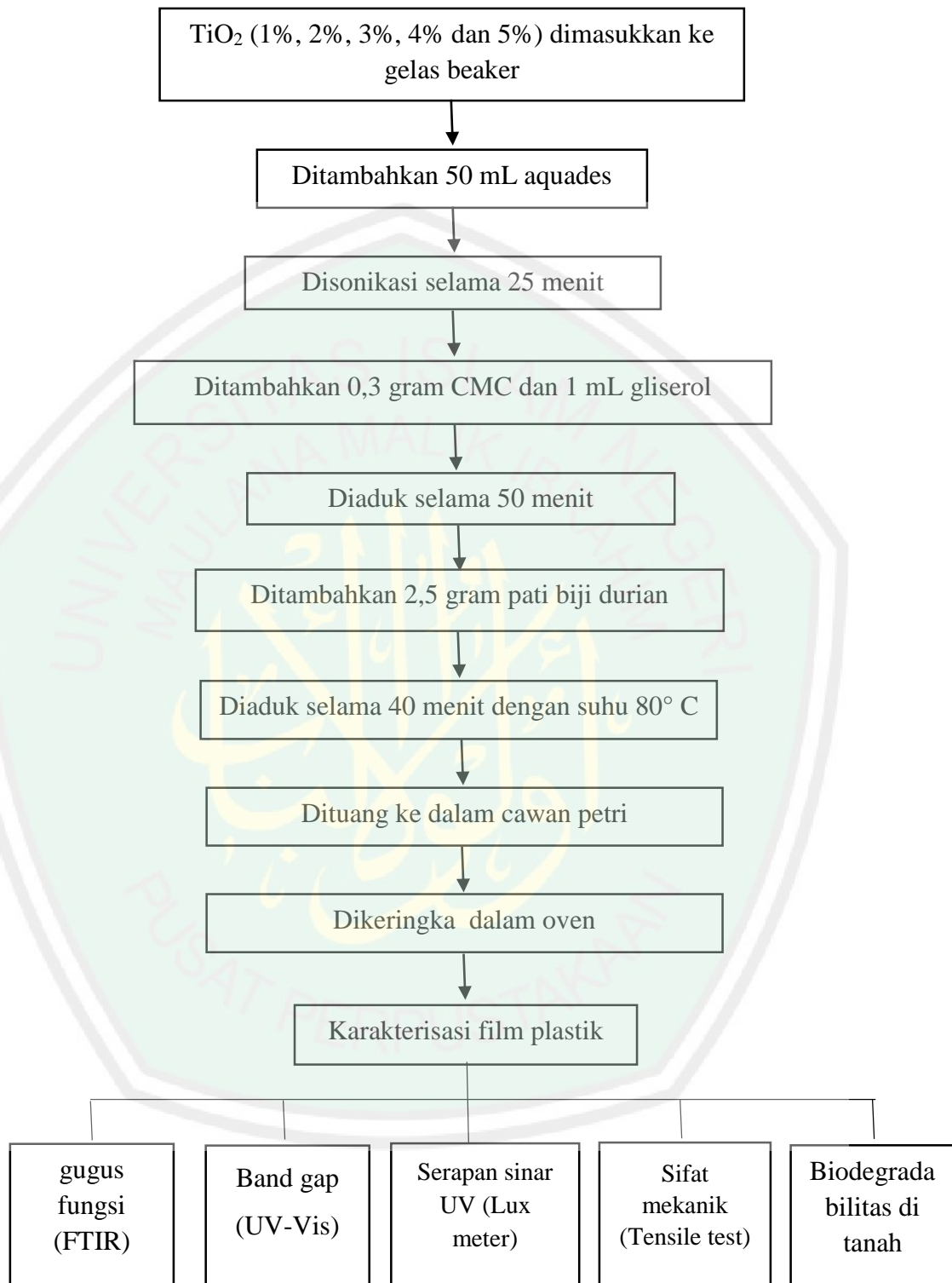
1. Pengujian menggunakan *Fourier Transform-Infra Red* (FTIR) dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terkandung dalam film biopolimer.
2. Pengujian menggunakan UV-Vis dilakukan untuk menghitung nilai band gap pada film biopolimer.
3. Pengujian menggunakan Lux Meter dilakukan untuk mengetahui intensitas sinar yang diserap oleh film biopolimer.
4. Pengujian menggunakan *Universal Testing Machine* dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik pada film biopolimer.
5. Pengujian biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui waktu penguraian oleh mikroorganismes pada film biopolimer.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

#### 3.5.1 Diagram Alir Pembuatan Pati Biji Durian



### 3.5.2 Diagram Alir Pembuatan *Smart Packaging* dari Pati Biji Durian



### 3.6 Teknik Pengambilan Data

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah data hasil pengujian fisis dan sifat mekanik. Pengujian sifat fisis didapatkan data gugus fungsi, energi gap, serapan sinar UV. Pengujian Sifat mekanik dihasilkan data kuat tarik, Modulus Young, elongasi, dan persen pemanjangan.

#### 3.6.1 Uji Gugus Fungsi menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy*)

Karakterisasi menggunakan FTIR bertujuan untuk mendeteksi gugus fungsi dari campuran sampel. Data yang diperoleh berupa grafik yang menginformasikan spektrum dengan lembah-lembah struktural dari setiap sampel. Lembah-lembah dan spektum tersebut menandakan adanya gugus fungsi yang berbeda-beda untuk setiap panjang gelombang. Data tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi pati biji durian,  $\text{TiO}_2$ , dan *plasticizer*.

Tabel 3.1 Contoh Data Hasil Pengujian Gugus Fungsi Menggunakan FTIR

No	Sampel	Bilangan Gelombang (1/cm)	Gugus Fungsi
2	PPT-0		
3	PPT-1		
4	PPT-2		
5	PPT-3		
6	PPT-4		
7	PPT-5		

#### 3.6.2 Uji Energi Gap menggunakan UV-Vis

UV-Vis bertujuan untuk mengetahui nilai absorbansi dan energi gap dari film biopolimer. Data yang diperoleh dari karakterisasi sampel menggunakan UV-

Vis berupa spektrum absorbansi dan panjang gelombang. Data tersebut dibuat grafik menggunakan Origin dan dilakukan analisa untuk mendapatkan energi gap (Eg). Energi gap ditentukan dengan menggunakan Metode *Tauc Plot*. Caranya yaitu (Mannu et al., 2020):

1. Panjang gelombang digunakan untuk menentukan energi foton ( $ahv$ ) dengan menggunakan persamaan:

$$hv = 1240/\lambda \quad (3.1)$$

2. Absorbansi (A) digunakan untuk mengetahui koefisien absorbansi ( $\alpha$ ) dengan persamaan:

$$\alpha = 2,303 \times A \quad (3.2)$$

3. Energi gap *direct* dapat dihitung dengan memasukkan nilai  $\alpha$  dan  $hv$  kedalam persamaan:

$$(\alpha hv)^2 \quad (3.3)$$

Sedangkan energi gap *indirect* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan:

$$(\alpha hv)^{1/2} \quad (3.4)$$

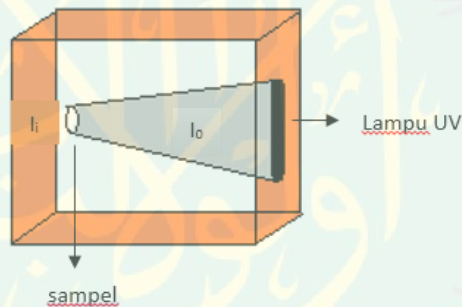
4. Kemudian dibuat plot grafik hubungan antara  $hv$  dan  $(\alpha hv)^2$  untuk energi gap *direct* dan plot hubungan antara  $hv$  dan  $(\alpha hv)^{1/2}$  untuk menentukan energi gap *indirect*.
5. Masing-masing plot grafik akan menunjukkan garis lurus pada daerah tertentu. Ekstrapolasi dari garis lurus tersebut yang akan mengintersepsi pada sumbu  $hv$  untuk menentukan nilai energi gap (Eg) dari sampel.

Tabel 3.2 Contoh Data Hasil Energi Gap Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Sampel	Energi Gap Direct (eV)	Energi Gap Indirect (eV)
PPT-0		
PPT-1		
PPT-2		
PPT-3		
PPT-4		
PPT-5		

### 3.6.3 Uji Intensitas Sinar yang Diserap menggunakan Lux Meter

Karakterisasi lux meter bertujuan untuk mengetahui daya serap atau intensitas sinar UV sebelum melewati sampel ( $I_0$ ) dan setelah melewati sampel ( $I_i$ ). Penelitian ini menggunakan Lux meter dengan daya 10 watt. Rancangan pengujian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Rancangan Pemaparan Sinar UV

Untuk mendapatkan nilai intensitas serapan sinar UV maka dihitung menggunakan persamaan (Neldawati et al., 2013):

$$I_A = I_0 - I_T \quad (3.5)$$

Keterangan :

- $I_A$  = Intensitas sinar diabsorpsi
- $I_0$  = Intensitas sinar datang
- $I_T$  = Intensitas sinar ditransmisikan

Tabel 3.3 Contoh Data Hasil Pemaparan Sinar UV Menggunakan Lux Meter

Sampel	Intensitas (cd)		Intensitas Yang Diserap (cd)	Persentase Intensitas Yang Diserap (%)
	Awal (I <sub>0</sub> )	Akhir (I <sub>T</sub> )		
TiO <sub>2</sub> -0				
TiO <sub>2</sub> -1				
TiO <sub>2</sub> -2				
TiO <sub>2</sub> -3				
TiO <sub>2</sub> -4				
TiO <sub>2</sub> -5				

### 3.6.4 Uji Sifat Mekanik menggunakan *Mechanical Universal Testing Machine*

Uji tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan maksimum atau ketahanan dan modulus Young pada suatu sampel. Uji kuat tarik dilakukan menggunakan alat *mechanical universal testing machine*. Kekuatan tarik dapat diukur berdasarkan beban maksimum ( $F_{maks}$ ) yang digunakan untuk mematahkan material dibagi dengan luas penampang awal ( $A_0$ ) yang ditunjukkan pada persamaan berikut (Darni et al., 2014):

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \quad (3.6)$$

keterangan :

$\sigma$  = kekuatan tarik (kg/cm<sup>2</sup>)

$F_{maks}$  = beban maksimum (kg)

$A_0$  = luas penampang awal (cm<sup>2</sup>)

Untuk mendapatkan elongasi digunakan persamaan (Darni et al., 2014):

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (3.7)$$

keterangan :

$\varepsilon$  = regangan

$\Delta l$  = panjang benda uji setelah pengujian

$l_0$  = panjang awal benda uji

Sedangkan untuk mendapatkan nilai Modulus Young maka digunakan persamaan (Darni et al., 2014):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3.8)$$

keterangan :

E = modulus Young

$\varepsilon$  = regangan

$\sigma$  = tegangan

Tabel 3.4 Contoh Data Hasil Uji Tarik

Sampel	Kuat Tarik (MPa)	Modulus Young (GPa)	Elongasi (%)
PPT-0			
PPT-1			
PPT-2			
PPT-3			
PPT-4			
PPT-5			

### 3.6.5 Uji Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas bertujuan untuk mengetahui ketahanan plastik dalam menahan penguraian di tanah. Uji biodegradabilitas dilakukan dengan menambahkan bakteri EM4 sebesar 5% dan tanpa EM4. EM4 merupakan bakteri pemercepat penguraian di tanah. Sampel berukuran 2 x 1,5 cm ditempatkan dan ditanam dalam pot yang telah terisi tanah, sampel dibiarkan terkena udara terbuka. Pengamatan terhadap sampel dilakukan dalam rentang waktu satu hari sekali.

Tabel 3.5 Contoh Data Hasil Pengamatan Uji Biodegradabilitas

Sampel	Hari ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
PPT-0							
PPT-1							
PPT-2							
PPT-3							
PPT-4							
PPT-5							

### 3.7 Analisis Data

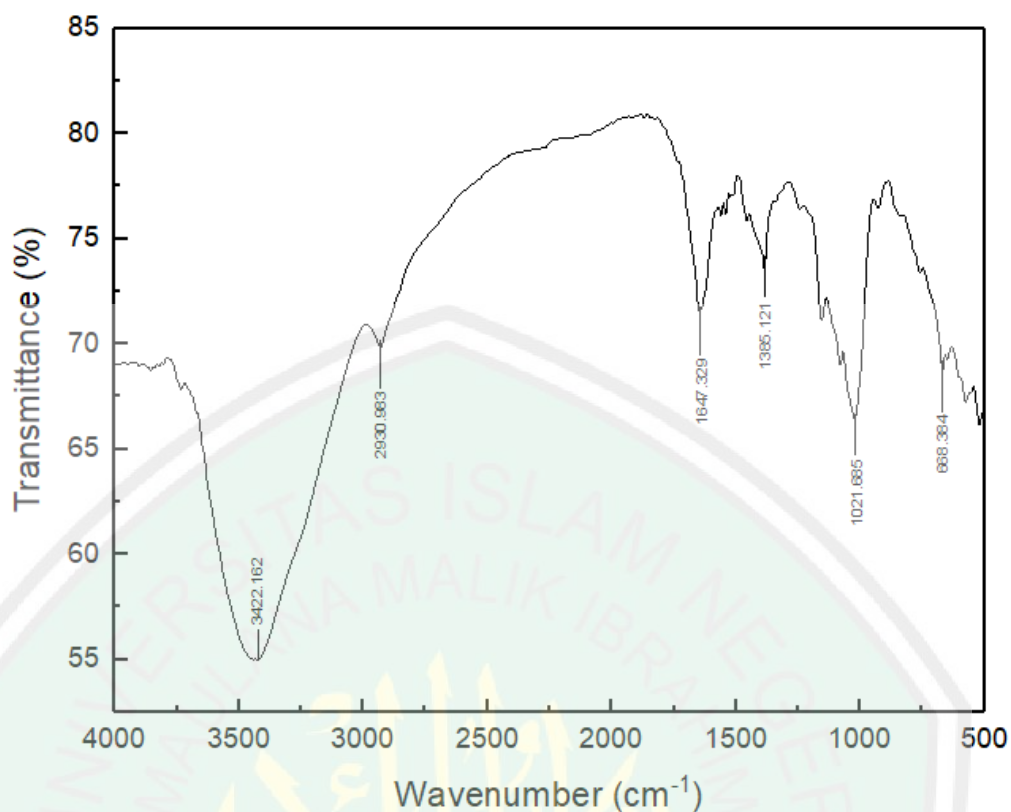
Analisis data pada penelitian pengaruh penambahan  $\text{TiO}_2$  terhadap perlindungan sinar ultra violet pada *smart packaging* dengan bahan pati biji durian ini menggunakan grafik, kemudian dijelaskan secara deskriptif antara hubungan nomor gelombang dengan trasnmitansi, panjang gelombang dengan absorbansi, dan sifat mekanik dengan sampel.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Data Hasil Penelitian**

Penelitian ini memanfaatkan limbah dari biji durian yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan *smart packaging* anti UV. Zat aditif berupa  $\text{TiO}_2$  ditambahkan sebagai *UV stabilizer* yang dapat mengurangi intensitas serapan sinar UV yang mengenai bahan makanan.

Langkah pertama yaitu pembuatan pati, kulit ari dari biji durian dikupas kemudian direndam dengan air kapur selama 1 jam untuk menghilangkan lendirnya. Lendir pada biji durian mengandung pektin dan glukosa, sedangkan kapur mengandung kalsium yang berperan untuk membentuk gel yang kuat dengan pektin. Interaksi tersebut menyebabkan terbentuknya ikatan menyilang antara ion kalsium divalen dengan polimer senyawa pektin yang bermuatan negatif pada gugus fungsi karbonil. Bila ikatan menyilang ini terjadi dalam jumlah yang cukup besar, maka akan mengurangi daya larut senyawa pektin sehingga lendir mudah terlepas dari biji durian (Cahyarani, 2010). Setelah itu biji durian dipotong kecil-kecil dan dipanaskan menggunakan oven selama 5 jam pada suhu  $150^\circ\text{C}$  sampai kering. Setelah kering, biji durian ditumbuk dan diayak menggunakan saringan 200 mesh untuk mendapatkan ukuran pati yang seragam. Pati biji durian diuji menggunakan FTIR untuk mengetahui senyawa yang terkandung didalamnya. Hasil dari pengujian menggunakan FTIR berupa spektrum bilangan gelombang dan transmitansi yang ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Spektrum Transmittansi Pati Biji Durian dari Hasil FTIR

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa terbentuk lembah pada bilangan gelombang  $3422,162\text{ cm}^{-1}$ ,  $2930,983\text{ cm}^{-1}$ ,  $1647,329\text{ cm}^{-1}$ ,  $1385,121\text{ cm}^{-1}$ ,  $1021,685\text{ cm}^{-1}$ ,  $668,384\text{ cm}^{-1}$  yang diidentifikasi sebagai gugus fungsi O-H karboksil, C-H stretching, C=O karbonil, C-H bending, C-O-C stretching.

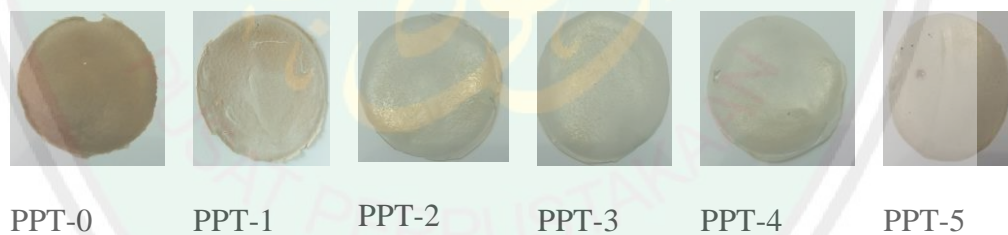
Langkah kedua yaitu pembuatan film biopolimer dengan mencampurkan pati biji durian, gliserol, CMC, dan penambahan variasi  $\text{TiO}_2$  1%, 2%, 3%, 4%, 5%.  $\text{TiO}_2$  dimasukkan kedalam 50 mL aquades dan disonikasi selama 25 menit untuk mengurangi atau memperkecil ukuran serbuk sehingga mudah terdispersi. Setelah itu CMC 0,3 gram dan 1 mL gliserol ditambahkan kedalam suspensi dan diaduk dengan kecepatan 250 rpm selama 50 menit pada suhu ruang. Penambahan CMC dan gliserol berfungsi agar film biopolimer yang dihasilkan lebih fleksibel/tidak kaku. Pati 2,5 gram dimasukkan kedalam larutan dan diaduk selama 40 menit

dengan kecepatan 250 rpm pada suhu 80°C. Menurut Merisiyanto dan Lizda (2013), proses gelatinisasi pada pati dapat terjadi pada temperatur 60°C-80°C. Pemanasan setelah temperatur 80°C dapat menyebabkan kandungan air pada pati semakin kecil, sehingga terjadi perubahan fasa padatan yang menyebabkan pati menjadi kering dan rusak. Larutan film biopolimer dicetak pada cawan petri dan dikeringkan menggunakan oven. Film biopolimer yang dihasilkan diberi kode sesuai dengan tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kode Sampel

No	Komposisi Sampel	Kode Sampel
2	Pati+Plasticizer	PPT-0
3	Pati+Plasticizer+1% TiO <sub>2</sub>	PPT-1
4	Pati+Plasticizer+2% TiO <sub>2</sub>	PPT-2
5	Pati+Plasticizer+3% TiO <sub>2</sub>	PPT-3
6	Pati+Plasticizer+4% TiO <sub>2</sub>	PPT-4
7	Pati+Plasticizer+5% TiO <sub>2</sub>	PPT-5

Setelah dikeringkan, film biopolimer Tapioka dan PPT terjadi perubahan warna yang ditunjukkan pada gambar 4.2.

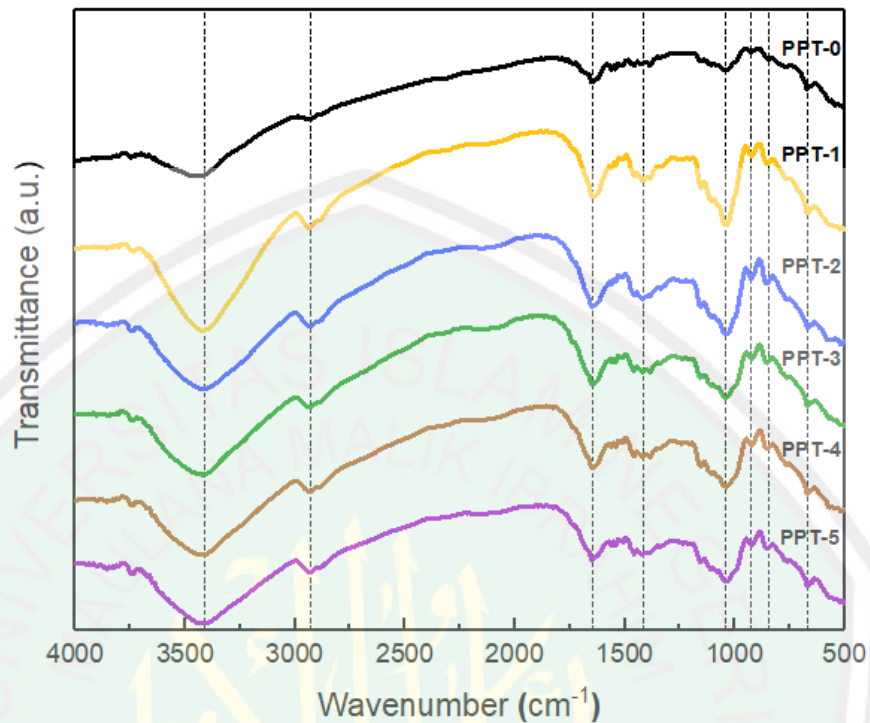


Gambar 4.2 Film Biopolimer

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pada perlakuan yang sama film biopolimer PPT-0 memiliki warna lebih coklat. Hal ini dikarenakan pati biji durian yang digunakan belum mengalami proses *bleaching*.

Film biopolimer kemudian diuji menggunakan *Fourier Infrared Spectroscopy* (FTIR). Spektrum FTIR berupa bilangan gelombang dan transmitansi

ditunjukkan pada gambar 4.3. Rentang bilangan gelombang yang digunakan yaitu  $500\text{ cm}^{-1}$  sampai  $4000\text{ cm}^{-1}$ .



Gambar 4.3 Spektrum Transmittansi Seluruh Sampel Dari Hasil FTIR

Dari gambar 4.3 kemudian dilakukan analisis pada bilangan gelombang yang ditransmisikan untuk mendapatkan gugus fungsinya ditunjukkan pada tabel 4.2.

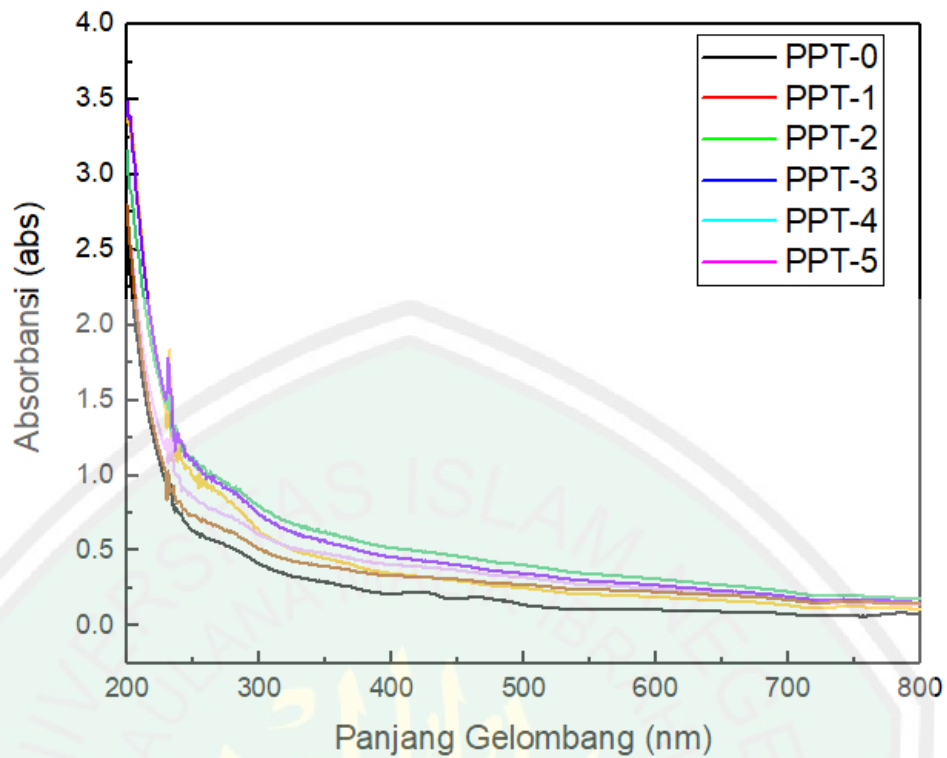
Tabel 4.2 Gugus Fungsi dari Masing-masing Film Biopolimer

Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )						Gugus Fungsi
PPT-0	PPT-1	PPT-2	PPT-3	PPT-4	PPT-5	
3410,139	3413,255	3422,237	3420,614	3421,480	3411,438	O-H <i>karboksil</i>
2930,883	2936,962	2933,959	2933,753	2932,689	2933,868	C-H <i>stretching</i>
1645,276	1647,205	1647,288	1647,085	1647,183	1647,205	C=O <i>karbonil</i>
1384,692	1384,887	1384,887	1384,887	1384,887	1384,887	C-H <i>bending</i>
1039,629	1039,362	1039,710	1040,507	1040,147	1039,959	C-O-C <i>stretching</i>
848,159	852,917	853,211	852,412	850,273	852,008	Ti-O

667,368	669,297	669,297	669,297	669,297	669,297	Ti-O
---------	---------	---------	---------	---------	---------	------

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa penambahan  $\text{TiO}_2$  pada pati menyebabkan munculnya gugus O-H *karboksil* pada bilangan gelombang sekitar  $3400 \text{ cm}^{-1}$ . Gugus fungsi C-H terbentuk pada bilangan gelombang sekitar  $2900 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1300 \text{ cm}^{-1}$ . Kemunculan ikatan C-H dan C-O-C dapat terjadi akibat adanya penggunaan bahan organik polimer dalam sintesis (Deswardani et al., 2020). Gugus fungsi C=O *karbonil* terbentuk pada bilangan gelombang sekitar  $1600 \text{ cm}^{-1}$ . Gugus karbonil (C=O) menunjukkan ciri khas dari CMC (Ferdiansyah, 2016). Gembili (2013), menyatakan bahwa terdapatnya gugus fungsi karbonil (CO) pada sampel menyebabkan film biopolimer dapat terdegradasi. Gugus C-O-C muncul pada bilangan gelombang sekitar  $1000 \text{ cm}^{-1}$ . Gugus Ti-O muncul pada bilangan gelombang sekitar  $800 \text{ cm}^{-1}$ . Menurut Deswardani (2020), pada daerah bilangan gelombang  $600 \text{ cm}^{-1}$  sampai  $900 \text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan ikatan vibrasi Ti-O yang merupakan khas milik  $\text{TiO}_2$ .

Penentuan energi gap dapat diketahui dengan menggunakan metode *Tauc Plot*. Metode *Tauc Plot* adalah sebuah metode penentuan energi gap pita optik dengan melihat grafik linier hubungan  $h\nu$  dan  $(\alpha h\nu)^n$ . Spektrum hasil pengujian absorbansi menggunakan UV-Vis ditunjukkan pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Spektrum Absorbansi Seluruh Sampel oleh UV-Vis

Dari hasil Uv-Vis kemudian dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (Mannu et al., 2020) :

$$hv = \frac{1240}{\lambda} \quad (4.1)$$

$$\alpha = 2,303 \times A \quad (4.2)$$

$$Direct = (ahv)^2 \quad (4.3)$$

$$Indirect = (\alpha hv)^{1/2} \quad (4.4)$$

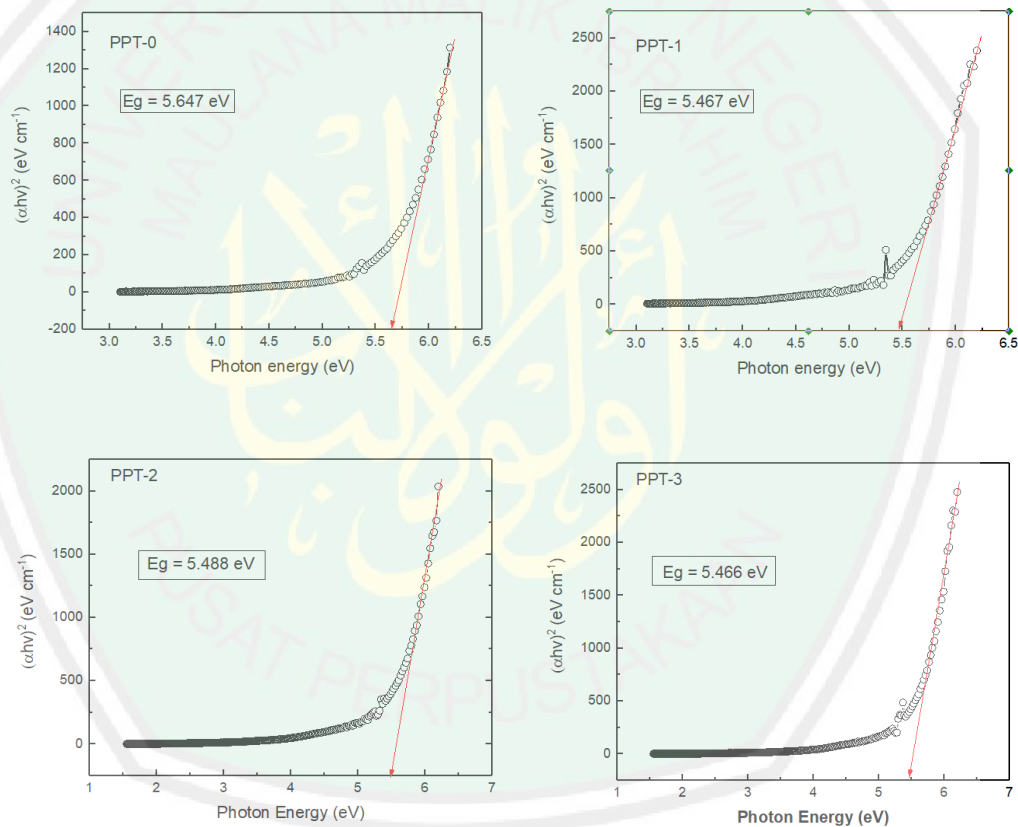
Keterangan :

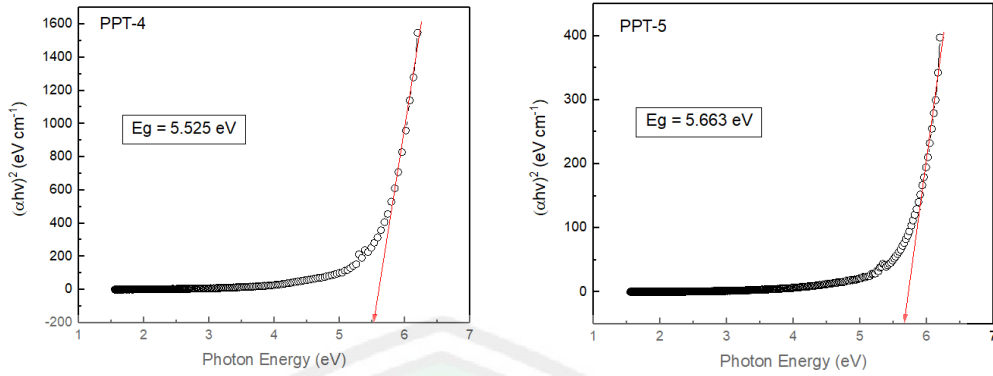
$\alpha$  = koefisien absorbansi

A = absorbansi

$\lambda$  = panjang gelombang

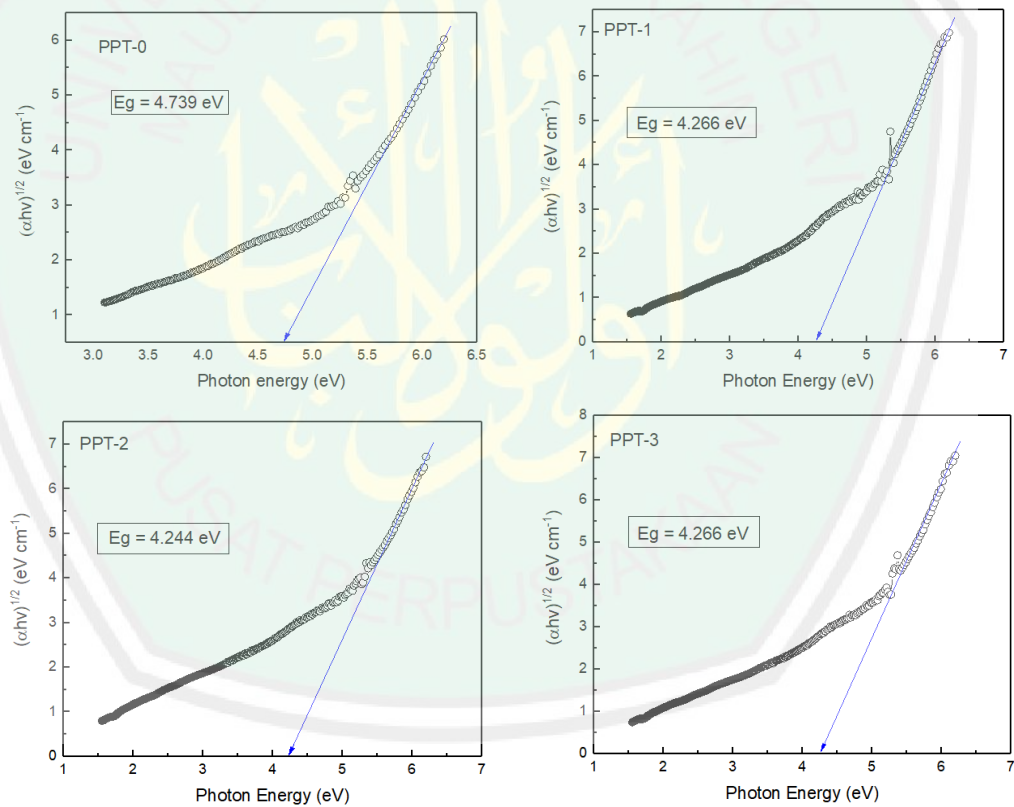
Dari hasil perhitungan kemudian dibuat grafik fungsi hubungan antara  $h\nu$  pada sumbu x dan  $(\alpha h\nu)^n$  pada sumbu y. Rentang panjang gelombang yang digunakan dalam persamaan tersebut yaitu 200 nm - 400 nm. Masing-masing plot grafik akan menunjukkan garis lurus pada daerah tertentu. Metode *Tauc Plot* merupakan metode yang ditentukan dengan menarik garis ekstrapolasi pada daerah linier menggunakan *trendline* dari grafik hubungan  $h\nu$  dan  $(\alpha h\nu)^n$ , sehingga didapatkan nilai energi gap dari titik perpotongan tersebut. Grafik energi gap *direct* dapat dilihat pada gambar 4.5.

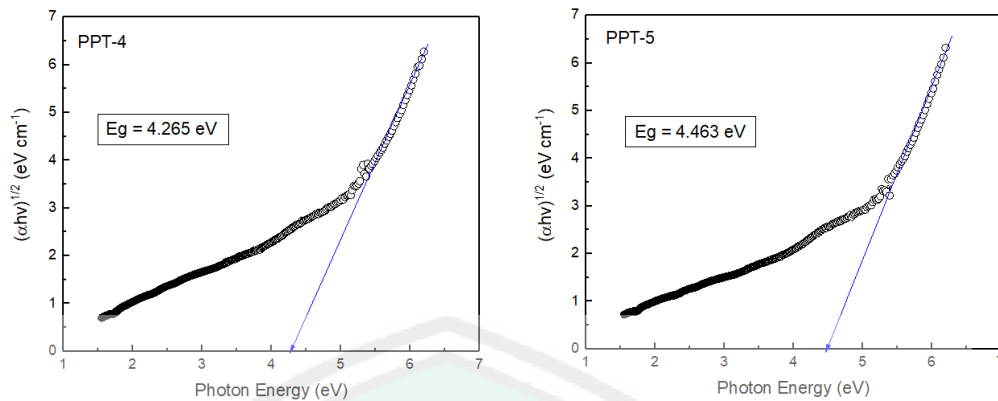




Gambar 4.5 Plot Grafik Energi Gap *Direct*

Didapatkan nilai energi gap *direct* berada pada rentang 5,466 eV sampai 5,663 eV. Sedangkan grafik energi gap *indirect* dapat dilihat pada gambar 4.6.





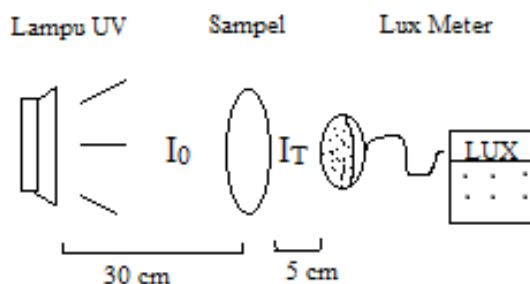
Gambar 4.6 Plot Grafik Energi Gap *Indirect*

Nilai energi gap *indirect* didapatkan pada rentang 4,244 eV sampai 4,739 eV. Hasil energi gap tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hasil perhitungan energi gap tiap sampel ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Energi Gap Seluruh Sampel

Sampel	Energi Gap <i>Direct</i> (eV)	Energi Gap <i>Indirect</i> (eV)
PPT-0	5,647	4,739
PPT-1	5,467	4,266
PPT-2	5,488	4,244
PPT-3	5,466	4,266
PPT-4	5,525	4,265
PPT-5	5,663	4,463

Untuk mengetahui intensitas sinar yang diserap maka dilakukan pengujian menggunakan Lux Meter. Lux meter yang digunakan memiliki daya 10 watt pada jarak 30 cm dengan sampel yang diuji. Skema pengujian intensitas sinar UV dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Skema Pengujian Menggunakan Lux Meter

Gambar 4.7 menunjukkan skema pengujian intensitas sinar UV yang diserap. Hasil pengujian tersebut didapatkan nilai intensitas sinar datang dan intensitas sinar yang ditransmisikan, sehingga untuk menentukan nilai intensitas sinar yang diabsorpsi atau diserap dihitung menggunakan persamaan (Neldawati et al., 2013):

$$I_A = I_0 - I_T \quad (4.5)$$

Keterangan :

- $I_A$  = Intensitas sinar diabsorpsi
- $I_0$  = Intensitas sinar datang
- $I_T$  = Intensitas sinar ditransmisikan

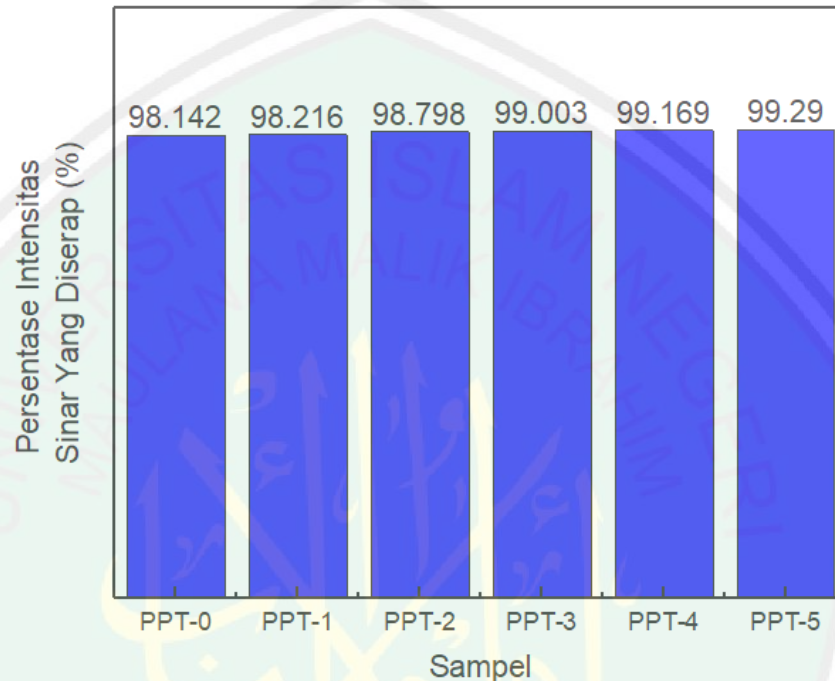
Hasil perhitungan intensitas sinar yang diserap ( $I_A$ ) ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Intensitas Sinar UV Menggunakan Lux Meter dari Semua Sampel

Sampel	Intensitas (cd)		Intensitas Yang Diserap (cd)	Persentase Intensitas Yang Diserap (%)
	Awal ( $I_0$ )	Akhir ( $I_T$ )		
TiO <sub>2</sub> -0	188,368	3,498	188,870	98,142
TiO <sub>2</sub> -1	181,103	3,221	177,873	98,216
TiO <sub>2</sub> -2	179,219	2,153	177,066	98,798
TiO <sub>2</sub> -3	161,997	1,615	160,382	99,003
TiO <sub>2</sub> -4	161,997	1,345	160,651	99,169

TiO <sub>2</sub> -5	151,771	1,076	150,694	99,290
---------------------	---------	-------	---------	--------

Dari tabel 4.4 kemudian dibuat plot grafik hubungan antara variasi komposisi TiO<sub>2</sub> dengan persentase intensitas sinar diserap ( $I_A$ ) yang ditunjukkan pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Persentase Intensitas Sinar yang Diserap dari Seluruh Sampel

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi TiO<sub>2</sub> pada film biopolimer, maka jumlah sinar yang diserap juga semakin besar.

Karakterisasi sifat mekanik dari film biopolimer dilakukan menggunakan *mechanical universal testing machine* dengan gaya yang berbeda-beda. Hasil dari pengujian didapatkan berupa nilai kuat tarik, kemudian dihitung Modulus Young dan elongasiya menggunakan persamaan berikut (Darni et al., 2014):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (4.6)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \quad (4.7)$$

Sedangkan untuk persentase elongasi dapat diperoleh dengan persamaan

(Darni et al., 2014):

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (4.8)$$

Keterangan :

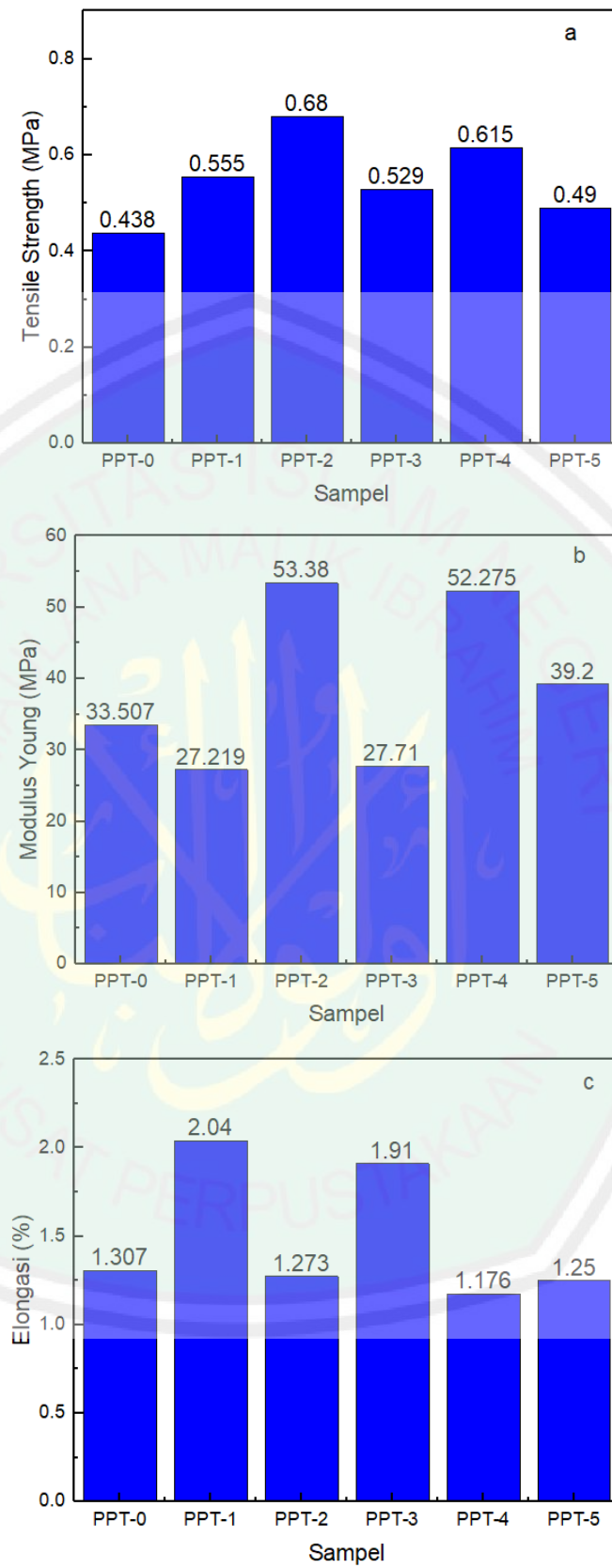
- E = Modulus Young
- $\varepsilon$  = Regangan/elongasi
- $\sigma$  = Tegangan
- $l_1$  = Panjang benda setelah diuji
- $l_0$  = Panjang awal benda uji

Nilai uji sifat mekanik ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Sifat Mekanik dari Semua Sampel

Sampel	Tensile Stress (MPa)	Modulus Young (MPa)	Elongasi (%)
PPT-0	0,438	33,507	1,307
PPT-1	0,556	27,219	2,04
PPT-2	0,68	53,38	1,273
PPT-3	0,529	27,71	1,91
PPT-4	0,615	52,275	1,176
PPT-5	0,49	39,2	1,25

Dari tabel 4.5 kemudian dibuat plot grafik hubungan antara sampel dengan hasil uji sifat mekanik seperti pada gambar 4.9.































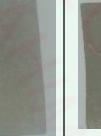



Gambar 4.9 Hasil Uji Mekanik Menggunakan *Mechanical Universal Testing Machine* a) Tensile Stress; b) Modulus Young; c) Elongasi

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa PPT-2 memiliki nilai kuat tarik tertinggi sebesar 0,68 MPa sedangkan kuat tarik terendah pada PPT-0 sebesar 0,438 MPa. Sedangkan modulus young tertinggi terjadi pada penambahan PPT-2 sebesar 53,38 MPa dan terendah pada PPT-1 sebesar 27,219 MPa. PPT-1 memiliki elongasi tertinggi sebesar 2,04% sedangkan PPT-4 memiliki nilai elongasi terendah sebesar 1.176%.

Uji biodegradabilitas bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan film biopolimer terurai di tanah. Film biopolimer dipotong dengan ukuran 2 cm x 1,5 cm, kemudian ditimbang massanya sebelum dan setelah diletakkan ditanah dengan kedalaman  $\pm 1,5$  cm. film biopolimer belum mengalami perubahan bentuk sampai hari ke tujuh, sehingga dilakukan penambahan EM4 pada tanah untuk mempercepat terjadinya proses degradasi. Uji biodegradabilitas tanpa penambahan EM4 ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Biodegradabilitas Tanpa Penambahan EM4.

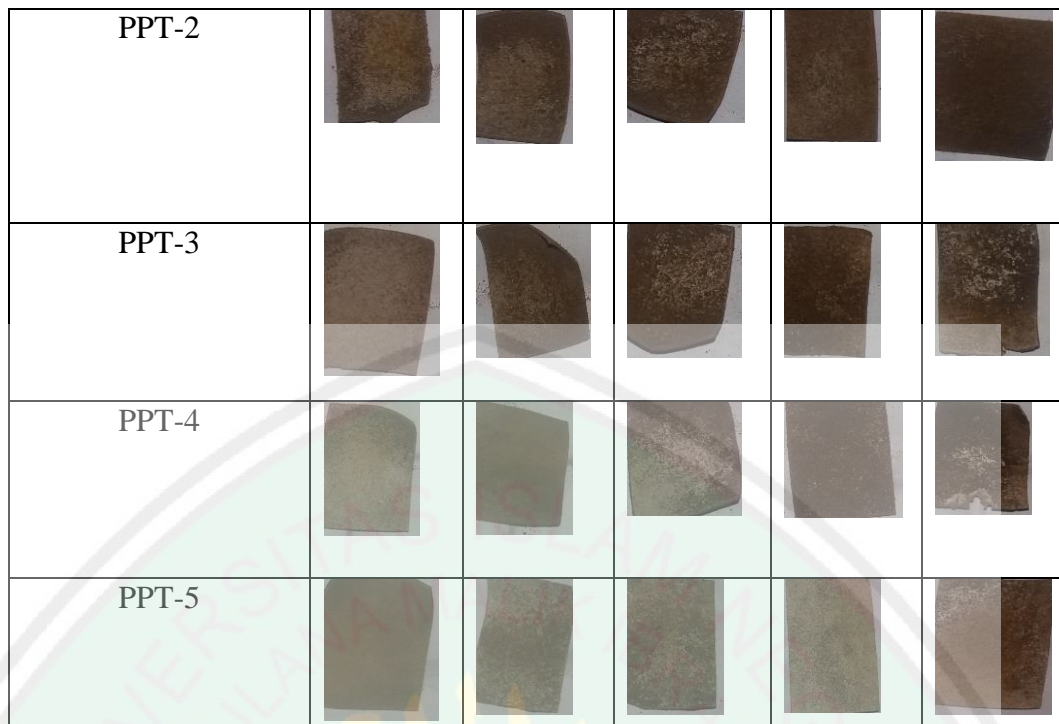
Sampel	Perubahan bagian yang terdegradasi						
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7
PPT-0							
PPT-1							

PPT-2							
PPT-3							
PPT-4							
PPT-5							

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa film biopolimer mengalami perubahan warna menjadi hitam. Sampel film bioplastik tanpa bantuan EM4 belum mengalami perubahan bentuk. Uji biodegradabilitas dengan penambahan EM4 ditunjukkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji Biodegradabilitas dengan Penambahan EM4

Sampel	Perubahan bagian yang terdegradasi				
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
PPT-0					
PPT-1					



Tabel 4.7 menunjukkan bahwa pada hari ke 5 PPT-0 sudah mulai rusak, sedangkan film biopolimer dengan penambahan  $\text{TiO}_2$  belum sepenuhnya rusak. Setelah diperoleh massa film biopolimer, kemudian dihitung persentase pengurangan massa dengan menggunakan persamaan :

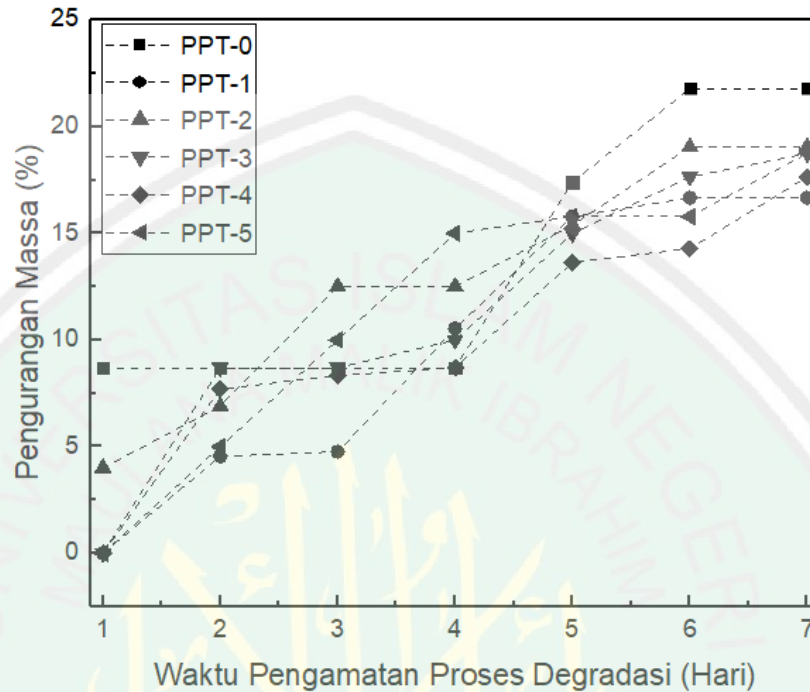
$$\% \text{Pengurangan Massa} = \frac{\text{Massa awal} - \text{massa akhir}}{\text{massa awal}} \times 100\% \quad (4.9)$$

Persen pengurangan massa ditunjukkan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pengurangan Massa pada Uji Bidodegradabilitas Tanpa Penambahan EM4

Sampel	Persen Pengurangan Massa (%)						
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7
PPT-0	8,695	8,695	8,695	8,695	17,391	21,793	21,739
PPT-1	0	4,545	4,761	10,526	15,789	16,666	16,666
PPT-2	4	6,896	12,5	12,5	15,384	19,047	19,047
PPT-3	0	8,695	8,695	10	15	17,647	18,75
PPT-4	0	7,692	8,333	8,695	13,636	14,283	17,647
PPT-5	0	5	10	15	15,789	15,789	18,75

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan  $\text{TiO}_2$  maka film biopolimer akan sulit terdegradasi di tanah dibandingkan tanpa penambahan  $\text{TiO}_2$ . Dari tabel 4.8 kemudian diplot grafik seperti pada gambar 4.10.

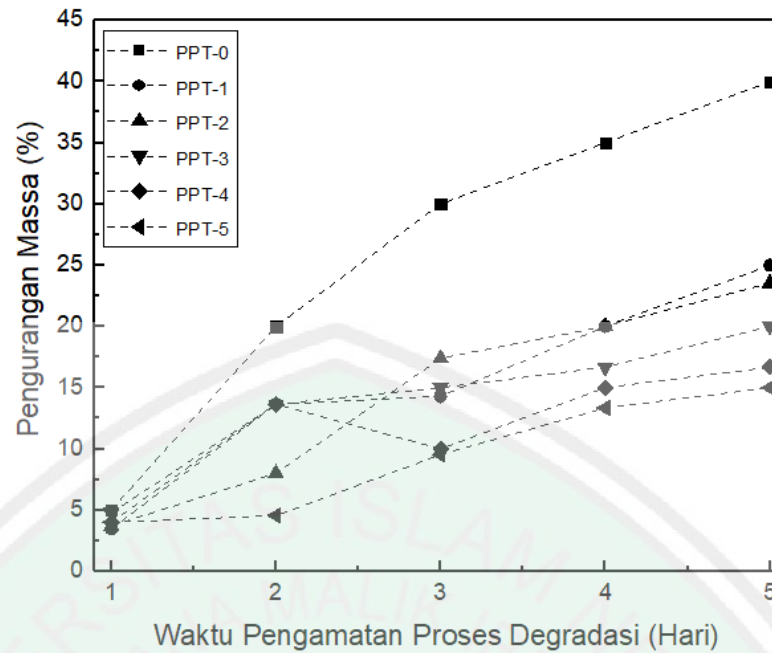


Gambar 4.10 Grafik Pengurangan Massa (%) pada Film Biopolimer Tanpa Penambahan EM4

Tabel 4.9 Pengurangan Massa pada Uji Biodegradabilitas dengan Penambahan EM4

Sampel	Persen Pengurangan Massa (%)				
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
PPT-0	5	20	30	35	40
PPT-1	3,448	13,636	14,287	20	25
PPT-2	3,703	8	17,391	20	23,529
PPT-3	4,761	13,636	15	16,666	20
PPT-4	4	13,636	10	15	16,666
PPT-5	4	4,545	9,523	13,333	15

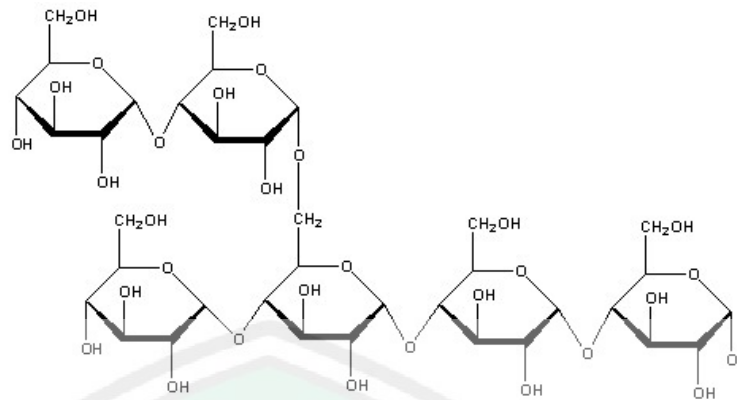
Tabel 4.9 menunjukkan bahwa film biopolimer tanpa penambahan  $\text{TiO}_2$  akan mudah terdegradasi di tanah. Dari tabel 4.9 diplot grafik seperti gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik Pengurangan Massa (%) pada Film Biopolimer Dengan Penambahan EM4

#### 4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini dibuat *smart packaging* anti UV berbahan dasar pati biji durian.  $\text{TiO}_2$  ditambahkan sebagai UV *stabilizer* yang dapat mengurangi intensitas serapan sinar UV. Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pati biji durian memiliki gugus fungsi O-H *karboksil*, C-H *stretching*, C=O *karbonil*, C-H *bending*, dan C-O-C *stretching*. Dari hasil penelitian tersebut dapat dikonfirmasi bahwa pati biji durian memiliki struktur utama pembentuk pati yaitu O-H dan C-H, dibuktikan dengan gugus fungsi dari pati standart (gambar 4.12).



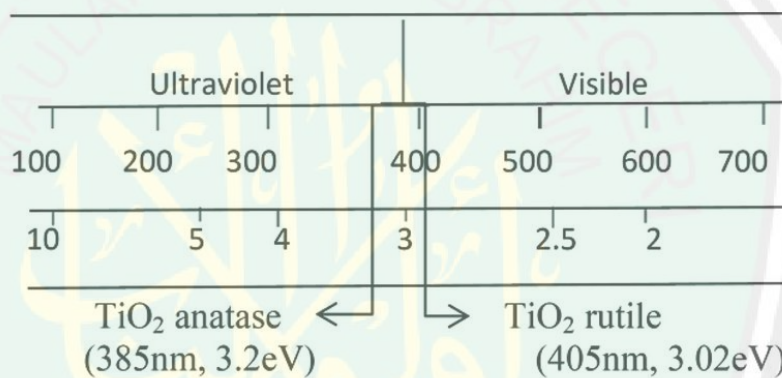
Gambar 4.12 Gugus Fungsi Pati (Koswara, 2006)

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa semakin banyak  $\text{TiO}_2$  yang ditambahkan menyebabkan warna pada film biopolimer menjadi lebih putih. Sedangkan pada PPT-0 berwarna lebih coklat. Hal ini dikarenakan pati biji durian belum mengalami proses *bleaching*. Selain itu, kandungan glukosa pada pati dapat memicu terjadinya reaksi maillard (Cornelia et al., 2013). Reaksi maillard merupakan reaksi pencoklatan non-enzimatis yang terjadi akibat kondensasi gula pereduksi seperti glukosa yang mengandung gugus karbonil ( $\text{C}=\text{O}$ ) (Catrien et al., 2008).

Pembuatan Film biopolimer pati biji durian menggunakan *plasticizer* gliserol, CMC serta penambahan  $\text{TiO}_2$ . Gugus-gugus pembentuk film biopolimer tersebut muncul pada hasil analisa spektrum FTIR, seperti O-H *karboksil*, C-H *stretching*, C-H *bending*, C=O *karbonil*, C-O-C *stretching*, dan Ti-O. Gugus fungsi O-H *karboksil* menandakan adanya interaksi Ti-OH dengan air pada permukaan sampel. Keberadaan molekul air dapat diperoleh dari penggunaan aquades sebagai pelarut selama proses sintesis (Riyani, 2012). Hal ini menunjukkan adanya reaksi fotokatalitik yang terjadi pada permukaan sampel (Kongsong et al., 2014). Gugus C-H merupakan gugus khas pada pati dan gliserol. Selain itu, gugus

C-H menandakan adanya kandungan glukosa di dalamnya (Deswardani et al., 2020). Gugus fungsi C=O merupakan khas dari CMC. Intensitas gugus Ti-O semakin meningkat seiring dengan penambahan TiO<sub>2</sub>.

Hasil energi gap dari analisis UV-Vis memperlihatkan rentang yang tidak terlalu signifikan. Energi gap *direct* berada pada rentang 5,466 eV – 5,663 eV sedangkan energi gap *indirect* pada rentang 4,244 eV – 4,739 eV (tabel 4.3). Hal ini mengindikasikan bahwa TiO<sub>2</sub> yang digunakan merupakan jenis anatase. Menurut Egerton dan Chitensen (2014), TiO<sub>2</sub> jenis anatase memiliki energi gap >3,2 eV yang ditunjukkan pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Daerah UV untuk TiO<sub>2</sub> Anatase dan Rutile (Egerton and Chitensen, 2014)

Pengujian intensitas sinar yang diserap film biopolimer diperoleh nilai tertinggi pada PPT-5 sedangkan terendah PPT-0. Dari hasil tersebut diketahui bahwa penambahan variasi TiO<sub>2</sub> pada film biopolimer dapat mempengaruhi terhadap intensitas sinar yang diserap oleh sampel. Semakin banyak penambahan TiO<sub>2</sub> maka intensitas serapan yang dihasilkan juga semakin besar (gambar 4.8). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kusumawati (2017), menyatakan bahwa semakin banyak TiO<sub>2</sub> didalam kompositnya, maka intensitas serapan sinar UV semakin meningkat. Hal ini dikarenakan bahan anti UV atau TiO<sub>2</sub> dengan

jumlah yang lebih banyak akan mempunyai kemampuan menyerap lebih tinggi. Data FTIR juga menunjukkan bahwa intensitas gugus Ti-O menjadi lebih tajam dibandingkan dengan PPT-0.

Penambahan TiO<sub>2</sub> dapat mempengaruhi sifat mekanik pada film biopolimer pati biji durian (gambar 4.9). Pada PPT-1, PPT-3 dan PPT-5 kuat tarik film biopolimer semakin menurun. Namun, pada PPT-2 dan PPT-4 terjadi peningkatan kuat tariknya. Hal ini disebabkan oleh adanya distribusi TiO<sub>2</sub> yang mampu mengganggu interaksi pati serta *plasticizer*. Menurut Gembili (2013), *plasticizer* yang ditambahkan dalam komposisi penyusun film biopolimer akan menyisip ke dalam struktur pati, kemudian ikatan hidrogen dalam pati berkurang. Semakin banyak TiO<sub>2</sub> yang ditambahkan maka kuat tarik yang terbentuk cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena TiO<sub>2</sub> menghambat pembentukan matriks film dari pati dan *plasticizer*. TiO<sub>2</sub> mengandung komponen zat terlarut yang masuk ke dalam jaringan tiga dimensi matriks film biopolimer, sehingga memperlemah ikatan antar polimer (Supeni et al., 2015). Kuat tarik pada penelitian film biopolimer sesuai dengan standar industri pengemas makanan. Nilai kuat tarik minimal film berdasarkan standar industri pengemas makanan adalah 0,39 MPa atau 4 kgf/cm<sup>2</sup> (Lai et al., 1997).

Nilai kuat tarik akan mempengaruhi nilai modulus young (elastisitas) dan elongasi. Modulus Young tertinggi pada penambahan PPT-2 dan terendah PPT-1 (gambar 4.9b). Sedangkan elongasi tertinggi pada film biopolimer PPT-1 dan yang terendah pada PPT-4 (gambar 4.9c). Nilai elongasi cenderung berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik. Apabila kuat tarik meningkat, maka nilai elongasi film biopolimer akan menurun dan begitupun sebaliknya. Hal ini disebabkan karena

adanya interaksi yang kuat antara campuran komposit  $\text{TiO}_2$ , pati, *plasticizer* dengan gugus OH. Ikatan yang terjadi antara molekul  $\text{TiO}_2$  dengan OH semakin rapat dan kompak akan menyebabkan biopolimer menjadi kuat sehingga film semakin sulit untuk meregang atau memanjang. Hal tersebut akan memperkecil persentase perpanjangan (elongasi) (Dewi, et al., 2016). Dari data FTIR menunjukkan bahwa gugus OH pada PPT-1 memiliki intensitas lebih tajam dari pada film biopolimer lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa PPT-1 memiliki elongasi lebih tinggi. Elongasi pada penelitian ini belum sesuai dengan standar industri pengemas makanan yaitu sebesar 10%-20%. Pengujian sifat mekanik pada penelitian yang dilakukan oleh Goudarzi (2017), menyebutkan bahwa nilai kuat tarik yang dihasilkan sebesar 5,74 MPa, Modulus Young sebesar 120,22 MPa, sedangkan elongasinya sebesar 35,84%. Menurut data tersebut, dengan komposisi dan *plasticizer* yang sama, hasil sifat mekanik dari penelitian ini masih jauh dibawahnya. Hal ini dikarenakan pati yang digunakan pada penelitian Goudarzi menggunakan pati komersial sehingga sudah mengalami proses pemurnian.

Hasil pengujian biodegradabilitas menunjukkan bahwa semakin banyak  $\text{TiO}_2$  yang ditambahkan, maka film biopolimer sulit terdegradasi di tanah, dikarenakan  $\text{TiO}_2$  memiliki sifat antimikroba. Sedangkan tanpa penambahan  $\text{TiO}_2$  akan lebih cepat terdegradasi di tanah. Hal ini disebabkan karena pati dan *plasticizer* sama-sama mempunyai gugus hidroksil O-H yang menyisip ke dalam film biopolimer setelah mengabsorpsi air dari tanah. Pati yang memiliki gugus O-H akan terdekomposisi menjadi potongan-potongan kecil hingga menghilang dalam tanah. Film biopolimer akan mengalami proses kerusakan atau penurunan mutu karena putusnya ikatan rantai pada polimer (Aripin et al., 2017). Penguraian film

biopolimer tanpa penambahan EM4 pada hari ke 5 mengalami perubahan warna menjadi kehitaman serta terjadi perubahan tekstur pada permukaan sampel (tabel 4.6). Sedangkan dengan penambahan EM4 dapat mempercepat waktu degradasi pada film biopolimer, karena mengandung 90% bakteri *Lactobacillus'sp* dan tiga jenis mikroorganisme lainnya, yaitu bakteri *fotosintetik*, *Streptomyces sp* dan *yeast*. Mikroorganisme tersebut mampu merombak dengan cepat bahan organik dalam tanah (Siswati and Theodorus, 2009). Pada hari ke 2 dengan penambahan EM4 film biopolimer sudah mengalami perubahan warna menjadi kehitaman dan muncul semburat-semburat pada permukaan (tabel 4.7). Hasil FTIR menunjukkan semakin banyak penambahan TiO<sub>2</sub> menyebabkan intensitas gugus OH (hidroksil) dan CO (eter) semakin tajam. Hal ini dikarenakan gugus OH dan CO berikatan dengan TiO<sub>2</sub> yang memiliki sifat anti mikroba.

Semua hasil yang didapatkan dari penelitian ini tidak lepas dari firman Allah dalam Al-Quran. Seorang fisika muslim diharapkan selalu merenungkan dan memikirkan mengenai banyaknya nikmat yang Allah ciptakan untuk diambil manfaatnya, karena segala ciptaan-Nya tidak ada yang sia-sia. Salah satu bentuk nikmat Allah telah dijelaskan dalam firman Allah QS. Asy-Syu'ara ayat 7.

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ (٧)

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah SWT telah memberikan begitu banyak nikmat di alam semesta ini dengan menciptakan berbagai macam tumbuh-tumbuhan. Dari banyaknya ciptaan Allah memiliki manfaat, seperti yang dijelaskan dalam firman-Nya dalam QS. Abasa ayat 27.

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا (٢٧)

*“Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu”*

QS. Abasa ayat 27 dijelaskan bahwa Allah SWT menumbuhkan biji-bijian, anggur, zaitun, pohon kurma, sayuran, rumput-rumputan. Manfaat dari sayur-sayuran dan biji-bijian untuk dimakan, buah zaiun dapat dijadikan lauk begitupula minyaknya dapat digunakan untuk meminyaki tubuh, buah kurma dapat dimakan. Begitu banyak manfaat yang terdapat dalam berbagai jenis tanaman ketika dipelajari serta dilakukan eksperimen sesuai tujuan dan keperluan seperti yang telah Allah jelaskan dalam QS Al-An'am ayat 95.

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى ۗ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ۗ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ فَتَنِّي تُوَفَّكُونَ (٩٥)

*“Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?”*

Tanaman memiliki banyak manfaat yang begitu luas salah satunya yaitu biji durian. Biji durian merupakan limbah dari buah durian yang memiliki pati tinggi, sehingga jika diproses dan diolah akan menghasilkan sesuatu yang bermanfaat. Pada penelitian ini pati biji durian digunakan sebagai bahan dasar pembuatan *smart packaging*.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang didapatkan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan konsentrasi  $\text{TiO}_2$  menyebabkan spektrum transmitansi pada gugus fungsi O-H *karboksil*, C-H *stretching*, C-H *bending*, C=O *karbonil*, C-O-C *stretching*, dan Ti-O menjadi lebih tajam dibandingkan dengan tanpa penambahan  $\text{TiO}_2$ . Hal ini dikarenakan adanya interaksi  $\text{TiO}_2$  dengan pati dan *plasticizer*.
2. Penambahan  $\text{TiO}_2$  dapat menghasilkan energi gap *direct* pada rentang 5,466 eV sampai 5,663 eV, sedangkan energi gap *indirect* pada rentang 4,244 eV sampai 4,739 eV. Hasil tersebut menunjukkan bahwa  $\text{TiO}_2$  memiliki struktur anatase. Penambahan  $\text{TiO}_2$  dapat meningkatkan intensitas serapan sinar UV pada film biopolimer. Hal ini disebabkan karena semakin banyak penambahan  $\text{TiO}_2$  maka intensitas serapan semakin meningkat.
3. Penambahan  $\text{TiO}_2$  mempengaruhi sifat mekanik dari film biopolimer. Kuat tarik serta Modulus Young tertinggi terdapat pada PPT-2 sebesar 0,68 MPa dan 53,38 MPa. Sedangkan elongasi tertinggi pada PPT-1 sebesar 2,04%. Penambahan  $\text{TiO}_2$  dapat meningkatkan ketahanan film biopolimer terhadap degradasi. Dengan penambahan EM4, pada hari ke-5 film biopolimer PPT-0 mengalami pengurangan massa tercepat yaitu sebesar 40%.

## 5.2 **Saran**

Penelitian ini masih perlu dikembangkan dengan menggunakan metode dan *plasticizer* berbeda untuk mendapatkan film biopolimer yang memiliki sifat fisik dan mekanik lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Afif, M. 2007. *Pembuatan Jenang dengan Tepung Biji Durian*. Semarang: Jurusan Teknologi Jasa dan Produksi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Afifaturrahmah, I. 2017. *Penggunaan Iradiasi Sinar Ultraviolet Untuk Menghasilkan Mutan Fungi Mikoriza Arbuskular *Entrophospora Sp.* Isolat Mv 5 Tahan N Tinggi, P Tinggi, Dan Ph Rendah* Fakultas Pertanian Universitas Lampung Bandar Lampung 46.
- Aini, N., Wijonarko, G., Sustrawan, B., 2016. *Sifat Fisik, Kimia, Dan Fungsional Tepung Jagung Yang Diproses Melalui Fermentasi (Physical, Chemical, and Functional Properties of Corn Flour Processed by Fermentation)*. Agritech 36, 160. <https://doi.org/10.22146/agritech.12860>
- Al-Quran dan terjemahaan. 2004. Departemen Agama RI. Jakarta : J-ART.
- Ambrogi, V., 2011. *Natural antioxidants for polypropylene stabilization*. Polymer Degradation and Stability 7.
- Ardiansyah, R., 2011. *Pemanfaatan Pati Umbi Garut Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable*. Depok : Universitas Indonesia.
- Aripin, samsul; Bungaran Saing; and Elvi Kustiyah. 2017. *Study pembuatan bahan alternative plastik biodegradable dari pati ubi jalar dengan plasticizer gliserol dengan metode melt intercalation*. Jurnal Teknik Mesin (JTM), Vol. 06.
- Arvanitoyannis I, Costas GB, Hiromasa O, Norioki Kawasaki. 1998. *Biodegradable films made from Low-Density Polyethylene (LDPE), rice starch and potato starch for food packaging applications: Part 1*. Carbohydrate Polymers 36: 89-104.
- Bakar, H dan Iwan S. 2002. *Penambahan Aditif untuk Plastik Pertanian*. Sepong : Institut Teknologi Indonesia
- Bismo, Setijo. 2006. *Teknologi Radiasi Sinar Ultra-Violet (UV) dalam Rancang Bangun Proses Oksidasi Lanjut untuk Pencegahan Pencemaran Air dan Fasa Gas*. Depok : Universitas Indonesia.
- Budiman N.2003. Polimer Biodegradabel.<http://www.kompas.com/0302/28/ilpeng>.
- Cahyarani, F., 2010. *Plastik Biodegradable*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember 21. Jember : Universitas Jember.
- Catrien, Yusi Stephanie Surya, and Tomi Ertanto. 2008. *Reaksi mallard pada produk pangan*. Bogor : ITB.

- Cornelia, M., Syarief, R., Effendi, H., Nurtama, B., 2013. *Pemanfaatan Pati Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr.) dan Pati Sagu (*Metroxylon* sp.) Dalam Pembuatan Bioplastik*. Jurnal Kimia dan Kemasan 35, 20. <https://doi.org/10.24817/jkk.v35i1.1869>
- Corniwati, P., Laila, L. Alfira, MR. 2014. *Pembuatan Plastik Biodegradable dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan pemlastis Gliserol*. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Sriwijaya. Palembang. 20(4):23.
- Darni, dkk. 2014. *Produksi Bioplastik dari Sorgum dan Selulosa Secara Termoplastik*. Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan, 10 (2).
- Day BPF. 2008. *Active Packaging of Food*. In : *Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods*. Willey John (Eds). 75-96. England :John Wiley & Sons Ltd.
- Dewi, R., Krisman, K., Hidayat, T. 2016. *Penentuan Celah Pita Energi Film Tipis Barium Stronsium Titanat ( $Ba1-Xsrxtio3$ ) Untuk  $X= 0,4 ; 0,5$  Dan  $0,6$* , In: *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) Snf Unj*. Pendidikan Fisika dan Fisika FMIPA UNJ, pp. SNF2016-MPS-105-SNF2016-MPS-108. <https://doi.org/10.21009/0305020220>
- Deswardani, F., Nelson, Nurhidayah, Helga Dwi, Afrianto, M.F., 2020. *Analisis Gugus Fungsi Pada  $TiO_2$ /Biochar Dengan Spektroskopi Ftir (Fourier Transform Infrared)*. JoP 5, 54–58. <https://doi.org/10.22437/jop.v5i2.9397>
- Djaeni, M dan Prasetyaningrum, A. 2010. *Kelayakan Biji Durian sebagai Bahan Pangan Alternatif*. RIPTEK, 4 : 37-45
- Dwidjoseputro, D. 1978. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Brawijaya: Djembatan Fakultas Pertanian dan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
- Efelina, V., 2017. *Preparasi Dan Penentuan Energi Gap Film Tipis  $TiO_2:Cu$  Yang Ditumbuhkan Menggunakan Spin Coating*. JPFK 3, 19. <https://doi.org/10.25273/jpfk.v3i1.941>
- Egerton and Christensen. 2014. *Advanced Oxidation Processes for Water and Wastewater Treatment*; Parsons, S., Ed.; IWA Publishing: London.
- Fahnur, M., 2017. *Pembuatan, Uji Ketahanan dan Struktur Mikro Plastik Biodegradable dengan variasi Kitosan dan Konsentrasi Pati Biji Nangka*. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar 127.
- Ferdiansyah, M., 2016. *Kajian Karakteristik Karboksimetil Selulosa (Cmc) Dari Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Upaya Diversifikasi Bahan Tambahan Pangan Yang Halal*. Jatp 5. <https://doi.org/10.17728/jatp.198>

Fujishima, A., K. Hashimoto, T. Watanabe. 1999. *TiO<sub>2</sub> Photocatalysis Fundamental and Applications*. B.K.C, Inc. Japan.

Gandjar, Ibnu. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.

Gembili, P., Muhammad Khoirul Hidayat\*), Latifah dan Sri Mantini Rahayu Sedyawati. 2013. *Penggunaan Carboxyl Methyl Celulose dan Gliserol pada Pembuatan Plastik Biodegradable Pati Gembili*. Indonesian Journal of Chemical Science. 2(3).

Giancoli. 2001. *Fisika*. Jakarta : Erlangga.

Gledhill, W.E. 1974. *Linear Alkylbenzene Sulfonate : Biodegradation and Aquatic Interaction*. Journal of Applied Microbiology, **17** : 265-293.

Goudarzi, V., Shahabi-Ghahfarrokhi, I., Babaei-Ghazvini, A., 2017. *Preparation of ecofriendly UV-protective food packaging material by starch/TiO<sub>2</sub> bio-nanocomposite: Characterization*. International Journal of Biological Macromolecules 95,306–313.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.11.065>

Greco, A., Ferrari, F., Maffezzoli, A., 2017. *UV and thermal stability of soft PVC plasticized with cardanol derivatives*. Journal of Cleaner Production 164, 757–764. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.009>.

Harmayani, E., Murdiati, A., 2011. *Karakterisasi Pati Ganyong (Canna edulis) dan Pemanfaatan Sebagai Bahan Pembuatan Cookies Dan Cendol*, 8.Agritech, Vol. 3, No. 4.

Harnist, R. dan Darni, Y. 2011. *Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Plasticizer pada Sintesa Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Sorgum*. Universitas Lampung, Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II

Hasanah, Yeti Rusmiati, dkk. 2016. *Pengaruh Penambahan CMC (Carboxy Methyk Cellulose) terhadap Tingkat Degradabilitas Struktur Permukaan Plastik Ramah Lingkungan*. Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT) 4.

Haryati, S., Rini, A.S., Safitri, Y., 2017. *Pemanfaatan Biji Durian Sebagai Bahan Baku Plastik Biodegradable Dengan Plasticizer Giserol Dan Bahan Pengisi CaCO<sub>3</sub>*. Jurnal Teknik Kimia , No. 1, Vol. 23.

Hartati, S. 2003. *Analisis Kadar Pati dan Serat Kasar Tepung beberapa Kultivar Talas (Colocasia esculenta L. Schott)*. Jurnal Natur Indonesia, **6** : 29-33

Hastuti, E., 2012. *Analisa Difraksi Sinar X TiO<sub>2</sub> Dalam Penyiapan Bahan Sel Surya Tersensitisasi Pewarna*. Jurnal Neutrino, Vol. 4, No.1 Neu.  
<https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2416>.

- Hidayah, B.I., Damajanti, N., 2015. *Pembuatan Biodegradable Film dari Pati Biji Nangka (Artocarpus hetrophyllus) dengan Penambahan Kitosan*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia .
- Hidayani, T.R., Pelota, E., Nirmala, D., 2017. *Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Biodegradable dari Limbah Polipropilena dan Pati Biji Durian dengan Penambahan Maleat Anhidrida Sebagai Agen Pengikat Silang*. J. Kimia Kemasan 39, 17. <https://doi.org/10.24817/jkk.v39i1.2027>
- Hidayati, S., Zulferiyenni, Z., Satyajaya, W., 2019. *Optimization of Biodegradable Film from Cellulosa of Seaweed Solid Waste Eucheuma cottonii with Addition of Glycerol, Chitosan, CMC and Tapioca*. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia 22, 340–354. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i2.27782>
- Hopke, P.K. 2003. *The Evolution of Chemometrics : Anaytica Chimica Acta 500*. Elsevier. New York: Hlm : 365-377.
- Kamal, N. 2010. *Pengaruh Bahan Aditif Cmc (Carboxyl Methyl Cellulose) Terhadap Beberapa Parameter Pada Larutan Sukrosa*. Jurnal Teknologi Vol. 1, Edisi 17 (78-84).
- Kamsiati, E., Herawati, H., Purwani, E.Y., 2017. *Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubikayu Di Indonesia / The Development Potential of Sago and Cassava Starch-Based Biodegradable Plastic in Indonesia*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 36, 67. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>
- Kaplan, D., Mayer, J.M., Ball, D., McMassie, J., Allen, A.L., dan Stenhouse, P.1994. *Fundamnetal of Biodegradable Polymer*. In Ching, C., D.L. Kaplan and E. L. Thomas (eds). Biodegradable Polymer and Packaging. Technomic Publishing Company, Inc., Pensylvania, USA.
- Kivela, J., Inbakaran, R., & Reece, J. (1999). *Consumer research in the restaurant environment, part 1: A conceptual model of dining satisfaction and return patronage*. International Journal of Contemporary Hospitality Management, Vol.11, No.5, pp.205-222.
- Kristiani, Maria. 2015. *Pengaruh Penambahan Kitosan dan Plasticizer Sorbitol Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Bioplastik dari Pati Biji Durian (Durio Zibethinus)*. Skripsi.
- Kusumawati, D.H., Rachmawati, D.A., 2017. *Karakteristik Transmittance and Absorbance Characteristics of Epoxy/TiO<sub>2</sub> Composites*. Sains dan Matematika. Vol.5, No. 2.
- Kongsong, P., Sikong, L., Niyomwas, S., Rachpech, V., 2014. *Photocatalytic Antibacterial Performance of Glass Fibers Thin Film Coated with N-Doped*

$\text{SnO}_2$  / $\text{TiO}_2$  . The Scientific World Journal 2014, 1–9.  
<https://doi.org/10.1155/2014/869706>

Koswara. 2006. *Teknologi Modifikasi Pati*. Ebook Pangan. Jakarta : Erlangga.

Lai, H. M., G.W. Padua and . S. Wei. 1997. *Properties and Microstructure of Zein Sheets Plasticsized with Palmitic and Stearic Acids*. Cereal Chemistry, 74 (1) : 83-90.

Lestari, R.B., 2011. *Karakteristik Pati Dari Batang Sagu Kalimantan Barat Pada Tahap Pertumbuhan Yang Berbeda*. Agritech, Vol. 31, No. 1.

López Calero, J., Oquendo Berríos, Z., M. Suarez, O., 2019. *Biodegradable Chitosan Matrix Composite Reinforced with Titanium Dioxide for Biocidal Applications*, in: B. Pereira, A., A. O. Fernandes, F. (Eds.), *Renewable and Sustainable Composites*. IntechOpen.  
<https://doi.org/10.5772/intechopen.84397>

Madsen, E. L. 1997. *Methods for Determining Biodegradability*. Di dalam Hurst, C. J., G. R. Knudsen, M. J. McInerney, Linda D. Stetzenbach and M. V. Walter (eds): *Manual of Environmental Microbiology*. American Society for Microbiology-ASM Press, Washington DC.

Mandar, Pesona. 2019. *Jasa Pengujian dan Analisis FTIR (Fourier Transmission Infrared)*. <https://medium.com/@redaksipesonamandar/0823-4924-4339-jasa-pengujian-analisis-ftir-fourier-transmission-infrared-murah-7c55d2d137c7> (Diakses tanggal 20 Oktober 2020).

Mannu, Alberto., Maria Enrica Di Pietro., and Andrea Mele. 2020. *Band Gap Energier of Choline Chloride and Triphenylmethylphosphoniumbromide-Based Systems*. *Molecules*. 24, 1495.

Merisiyanto, Ganda dan Lizda Johar Mawarani. 2013. *Pengembangan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Umbi Ubi Jalar*. *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 1. 2301-9261

Neldawati., Ratwawulan, dan Gusnadi. 2013. *Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat*. *Pillar Physics*. 76-83

Ningsih, E.P., Ariyani, D., 2019. *Pengaruh Penambahan Carboxymethyl Cellulose Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Ubi Nagara (Ipomoea batatas L.)*. *Indo. J. Chem. Res.* 7(1). (77-85).

Pataya, S.A., Gareso, P.L., Juarlin, E., 2016. *Karakterisasi Lapisan Tipis Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) Yang Ditumbuhkan Dengan Metode Spin Coating Diatas Substrat*. Universitas Hasanudin : Makassar.

- Permadi, I., 2019. *Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) terhadap Karakteristik Biodegradable Film dari Sabut Kelapa Muda*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung Bandar Lampung.
- Psomiadou E, Arvanitoyannis PI, Biliaderis CG, Ogawa H, Kawasaki N. 1997. *Biodegradable films made from low density polyethylene (LDPE), wheat starch and soluble starch for food packaging applications*. Part 2. *Carbohydrate Polymers* 33: 227-242.
- Qianjiang. 2019. *Titanium IV Oxide Titania Titanium Dioxide Structure*. FangYuang :China.
- Quispe, C.A.G., Coronado, C.J.R., Carvalho Jr., J.A., 2013. *Glycerol: Production, consumption, prices, characterization and new trends in combustion*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 27, 475–493. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.017>
- Riyani, K., 2012. *Sintesis Dan Karakterisasi Fotokatalis TiO<sub>2</sub> –Cu Aktif Sinar Tampak*. Prosiding Seminar Nasional.
- Rohman, M.A. 2015. *Pengaruh Penambahan Glutaraldehida Terhadap Karakteristik Film Bioplastik Kitosan Terplastis Carboxy Methyl Cellulose (CMC)*. Skripsi. Malang : UIN Malang.
- Saloko, Satriji dan Sulvi Purwayanti. 2015. *Kemasan Millineals Green, Commercial, Smart, and Scientific*. Pontianak: PD Top Indonesia.
- Samal, S.S., Jeyaraman, P., Vishwakarma, V., 2010. *Sonochemical Coating of Ag-TiO<sub>2</sub> Nanoparticles on Textile Fabrics for Stain Repellency and Self-Cleaning- The Indian Scenario: A Review*. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering* 09, 519–525. <https://doi.org/10.4236/jmmce.2010.96036>
- Samsuri, B. 2008. *Penggunaan Prigelatinisasi Pati Singkong Suksinat Sebagai Matriks dalam Sediaan Tablet Mengapung Verapamil HCl*. Universitas Negeri Semarang. Skripsi.
- Saokani, J. 2017. *Karakteristik Edible Film Dari Pati Kentang (Solanum Tuberosum L.) Dengan Penambahan Gliserol 12*. Makassar : UIN Alaudin Makassar.
- Sari, L., 2013. *Pengaruh Nanopartikel Titanium Dioksida Pada Resin Sebagai Material Transparan Anti Uv Dan Self Cleaning*. *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 2, No. 1
- Sebayang A.H., Hassan M.H., Ong H.C., Dharma S., Bahar A.H., Silitonga A.S., Kusumo F., 2017. *Enzymatic hydrolysis using ultrasound for bioethanol*

*production from durian (durio zibethinus) seeds as potential biofuel.* Chemical Engineering Transactions 56, 553–558.  
<https://doi.org/10.3303/CET1756093>

- Sen, M., Basfar, A.A. 1998. *The Effect Of Uv Light On The Thermooxidative Stability Of Linear Low Density Polyethylene Films Crosslinked By Ionizing Radiation.* Radiasi. Phys Chem. Vol. 52.
- Setiadi, B., 2010. *Pengembangan Metode Preparasi Film TiO<sub>2</sub> Bersuhu Rendah Untuk Aplikasi Anti Kabut pada Kaca Helm.* Depok : Universitas Indonesia. Skripsi.
- Setyaningsih, rini. 2010. *Tinjauan Delaminasi Atau Retak Pada Repair Mortar Dengan 74 Bahan Tambah.* Surakarta: Universitas Sebelas Maret. Skripsi.
- Shahabi-Ghahfarrokhi, F. Khodaiyan, M. Mousavi, H. Yousefi. 2015. *Preparation of UV-protective kefir/nano-ZnO nanocomposites: Physical and mechanical properties.* International journal of biological macromolecules 72. 41-46
- Shihab, M. 2002. Quraish. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Quran.* Jakarta: Lantera Hati.
- Siswati, N.D., Theodorus, H., 2009. *Kajian Penambahan Effective Microorganisms (EM4) 9, 6.*
- Skoog, D.A, Holler, F.J, and Crouch, S.R. 2007. *Principles of Instrumental Analysis Sixth Edition.* Canada: Thomson Corporation, pp. 367-390.
- Skurtys, O., C. Acevedo, F. Pedreschi, J. Enrione, F. Osorio and J. M. Aguilera. 2009. *Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings.* Department of Food Science and Technology. Universidad de Santiago de Chile. Chile.
- Smith R. 2005. *Biodegradable Polymers for Industrial Applications.* CRC Press. Boca Raton New York-Washington DC.
- Supeni, Guntarti., Agustina Arianita Cahyaningtyas., Anna Fitriana. 2015. *Karakterisasi Sifat Fisik Dan Mekanik Penambahan Kitosan Pada Edible Film Karagenan Dan Tapioka Termodifikasi.* Balai Besar Kimia dan Kemasa. Kementerian Perindustrian. Jakarta Timur.
- Supratman, Unang. 2006. *Elusidasi Struktur Senyawa Organik.* Universitas Padjajaran.
- Suryatim, Budi. 1998. *Fisika untuk Sains dan Tekhnik.* Jakarta : Erlangga.

Theresia, V. 2003. *Aplikasi dan Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik Biodegradable dari Campuran LLDPE dan Tapioka*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Wahyuningtyas, D., Dinata, A., 2018. *Combination of carboxymethyl cellulose (CMC) - Corn starch edible film and glycerol plasticizer as a delivery system of diclofenac sodium*. Presented at the Human-Dedicated Sustainable Product And Process Design: Materials, Resources, And Energy: Proceedings of the 4th International Conference on Engineering, Technology, and Industrial Application (ICETIA) 2017, Surakarta, Indonesia, p. 030032. <https://doi.org/10.1063/1.5042952>

Welya Refdi, C., Yaumil Fajri, P., 2017. *Komposisi Gizi Dan Pati Tepung Beras Rendang Dari Beberapa Sentra Produksi Di Kota Payakumbuh Sumatera Barat*. *teknol. pertan.* n.a. 21, 40. <https://doi.org/10.25077/jtpa.21.1.40-44.2017>.

Widiastuti, Dwi Retno. 2016. *Kajian Kemasan Pangan Aktif dan Cerdas (Active and Intelligent Food Packaging)*. Depok : Universitas Indonesia.

Yanlinastuti dan Syamsul Fatimah. 2016. *Pengaruh Konsentrasi Pelarut untuk Menentukan Kadar Zirkonium dalam Paduan U-Zr dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis*. BATAN No 17/Tahun IX. Oktober

Zhang QX, Yu ZZ, Xie XL, Naito K, Kagawa Y. 2007. *Preparation and crystalline morphology of biodegradable starch nanocomposites*. *Polymers*, 48:7193-7200.

## LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN TiO<sub>2</sub>

Diket =

massa pati durian 2,5 gram

Ditanya =

- 1% TiO<sub>2</sub> dari massa pati ?
- 2% TiO<sub>2</sub> dari massa pati ?
- 3% TiO<sub>2</sub> dari massa pati ?
- 4% TiO<sub>2</sub> dari massa pati ?
- 5% TiO<sub>2</sub> dari massa pati ?

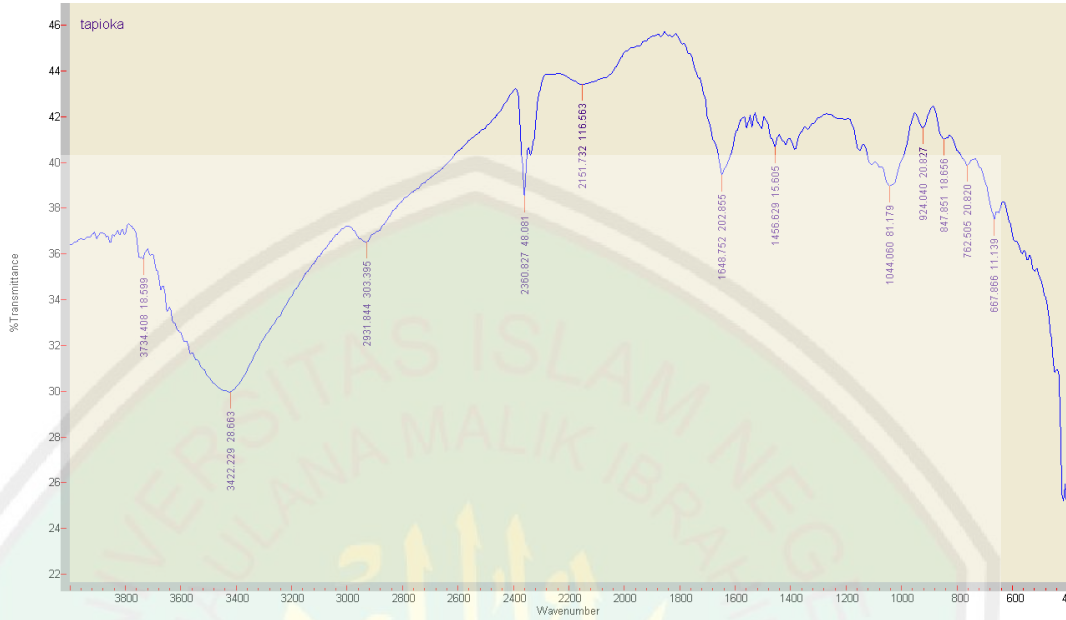
Jawab =

X% TiO<sub>2</sub> = X% x massa pati durian

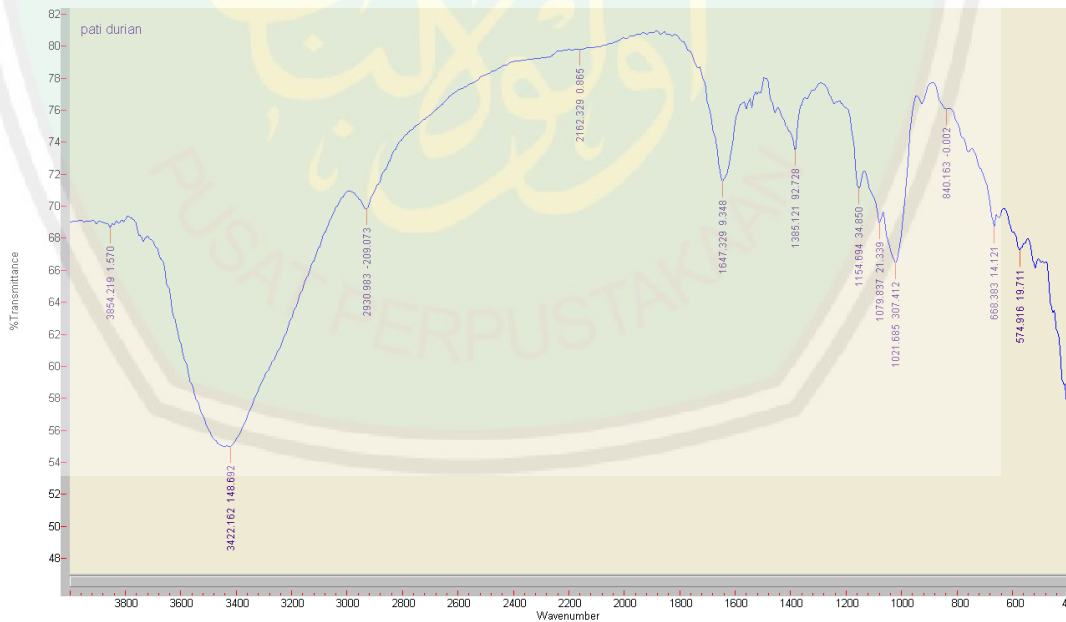
- 1% TiO<sub>2</sub> = 1% x 2,5 = 0,025 gram
- 2% TiO<sub>2</sub> = 2% x 2,5 = 0,05 gram
- 3% TiO<sub>2</sub> = 3% x 2,5 = 0,075 gram
- 4% TiO<sub>2</sub> = 4% x 2,5 = 0,1 gram
- 5% TiO<sub>2</sub> = 5% x 2,5 = 0,125 gram

## LAMPIRAN 2 DATA HASIL FTIR

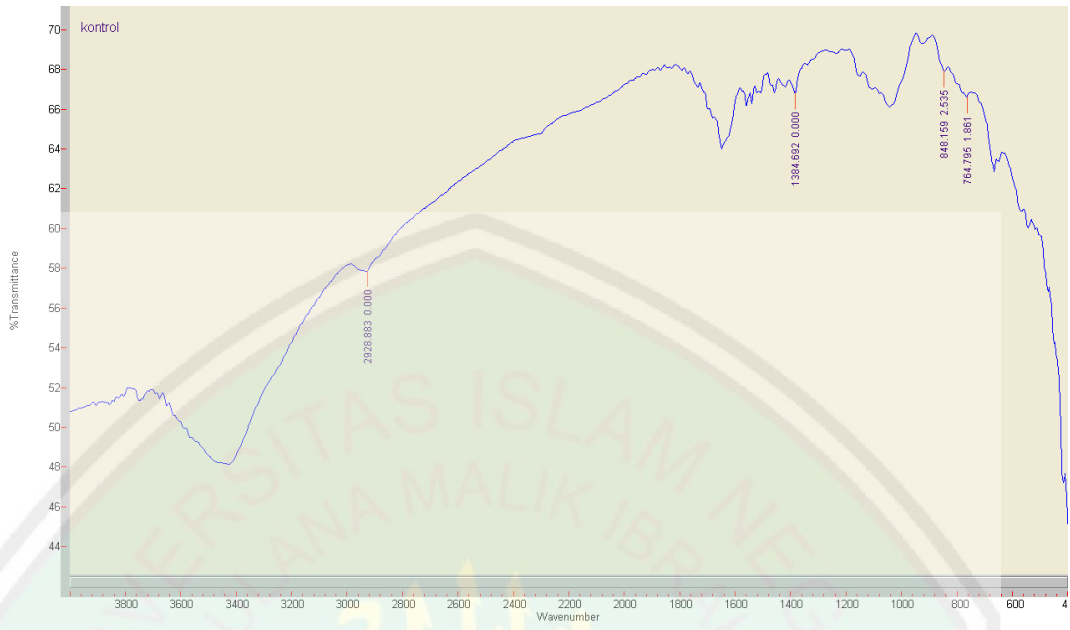
### a. Tapioka



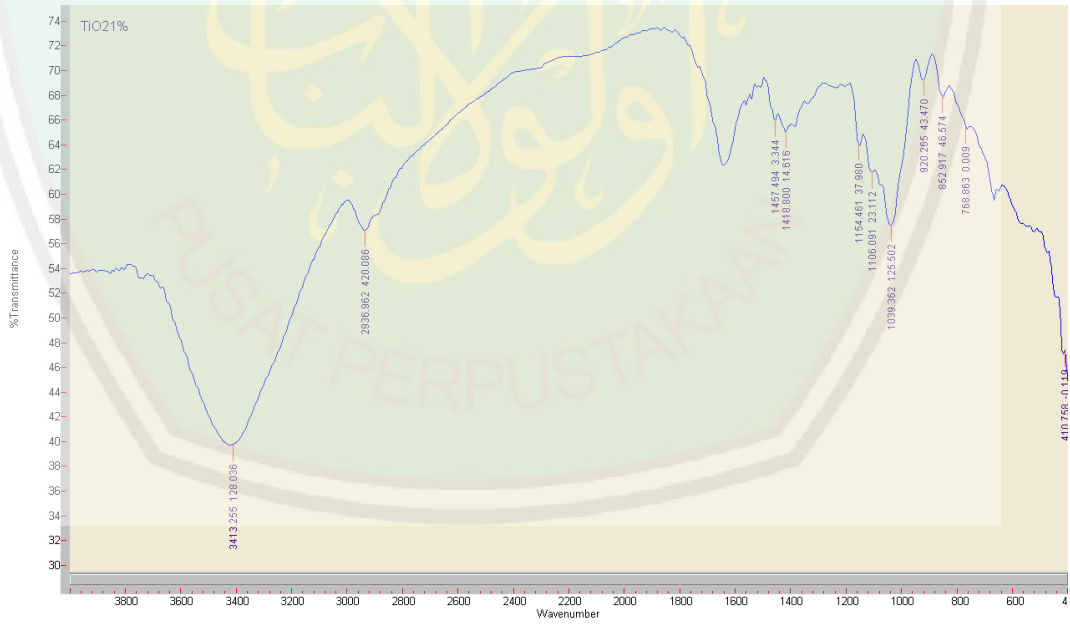
### b. Pati Biji Durian



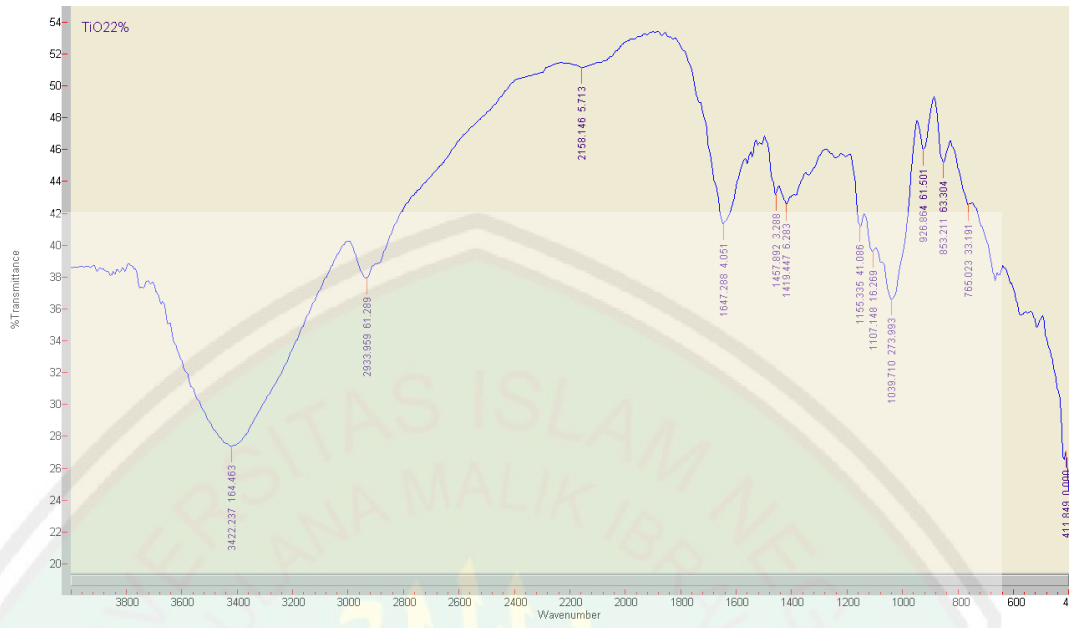
### c. PPT-0



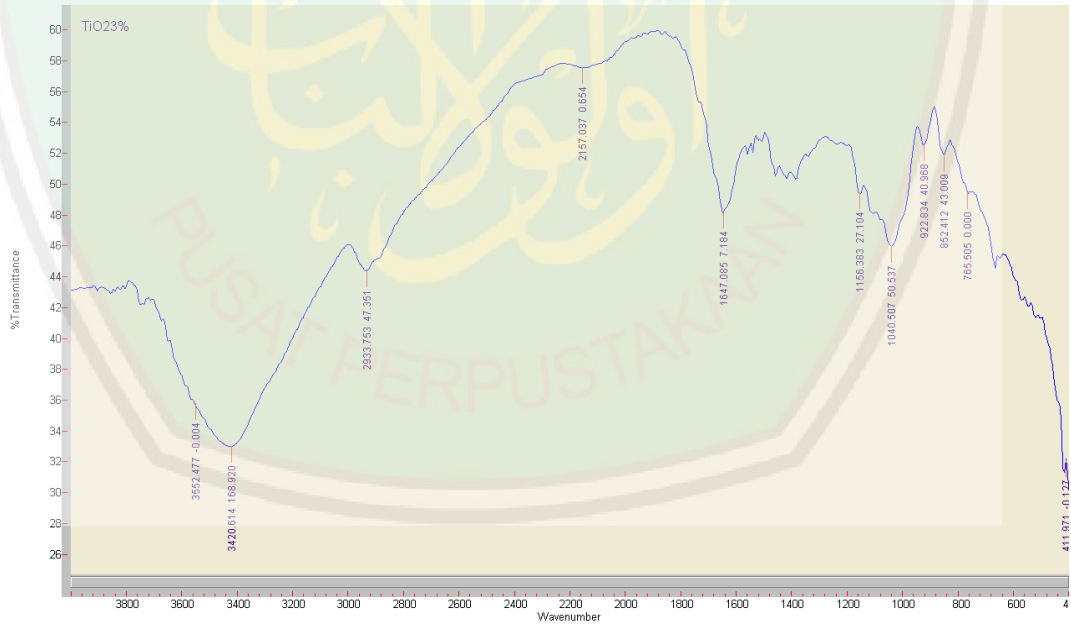
### d. PPT-1



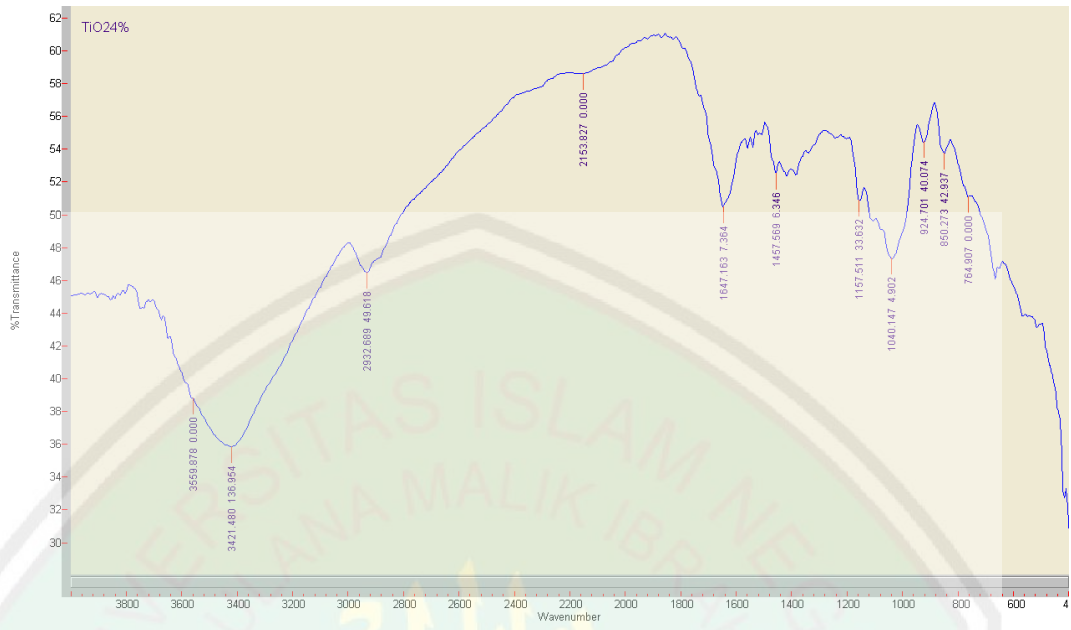
e. PPT-2



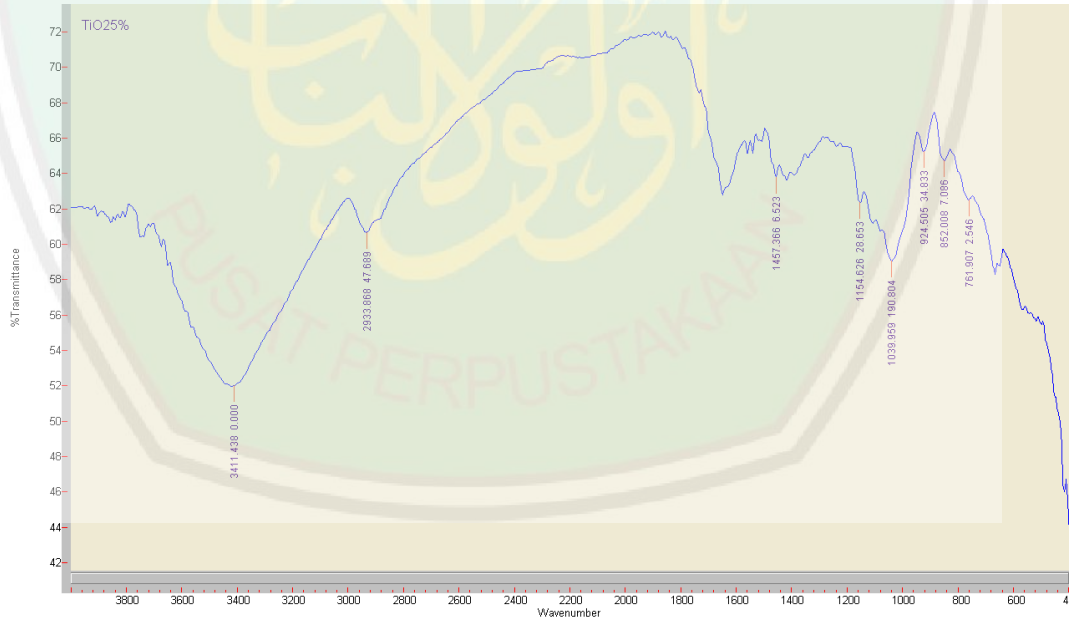
f. PPT-3



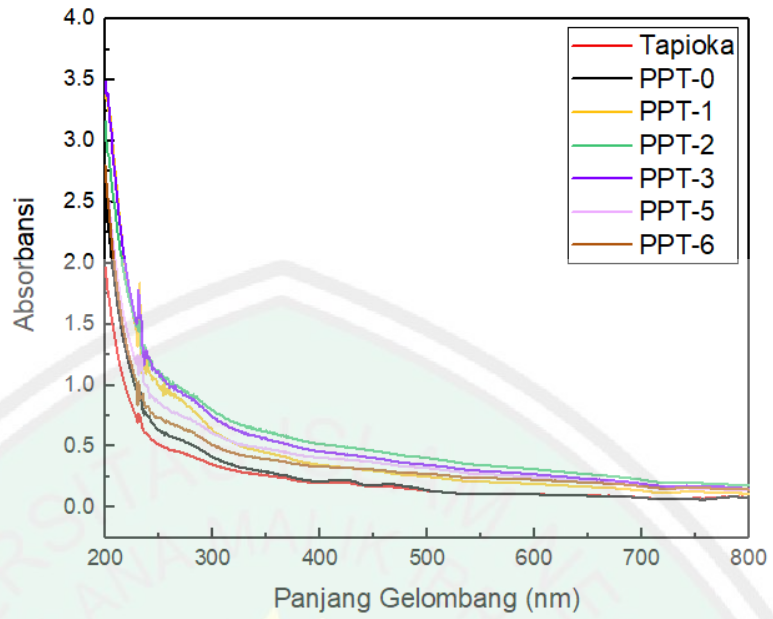
### g. PPT-4



### h. PPT-5



**LAMPIRAN 3 DATA HASIL UV-VIS**

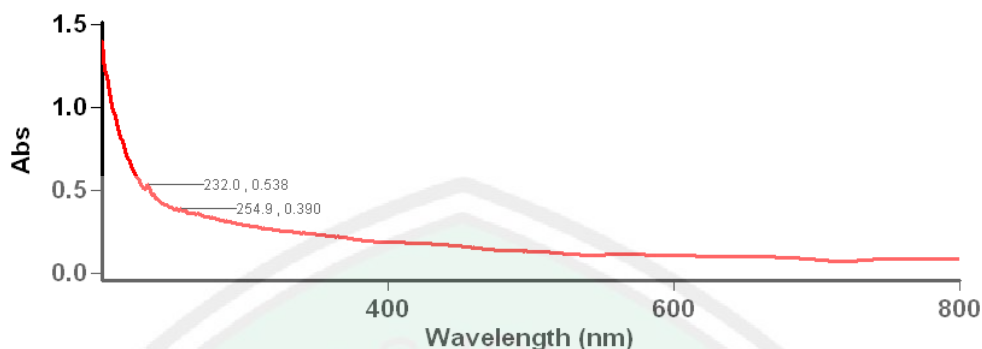


Sampel	Absorbansi (a.u)	Panjang Gelombang (nm)
Tapioka	0,546	231
PPT-0	1,014	230
PPT-1	1,835	232
PPT-2	1,526	232
PPT-3	1,782	230
PPT-4	1,242	233
PPT-5	1,028	230

a. Tapioka

Lamdha Maks Tapioka 1

Tanggal Analisa : 19 Agustus 2020



Scan Analysis Report

Report Time : Wed 19 Aug 01:32:06 PM 2020

Method:

Batch: D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Endah Sri Puji\Lamdha Maks Tapioka 1 (19-08-2020).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: Tapioka 1

Collection Time 8/19/2020 1:32:47 PM

Peak Table

Peak Style Peaks

Peak Threshold 0.0100

Range 800.1nm to 200.0nm

Wavelength (nm) Abs

254.9 0.390

232.0 0.538

Wavenumber (nm)	Absorbans i	Wavenumber (nm)	Absorbans i	Wavenumber (nm)	Absorbans i	Wavenumber (nm)	Absorbans i
800.0552	0.088345	602.0453	0.110892	403.9742	0.184654	203.9505	1.183508
798.9461	0.088493	601.0096	0.110926	403.0484	0.185026	203.0079	1.238078
797.9753	0.088591	599.9736	0.111062	401.9682	0.185362	202.0653	1.2791
797.0041	0.089394	598.9374	0.111194	401.0421	0.185634	200.9655	1.355119
796.0325	0.089626	598.049	0.111148	399.9615	0.186057	200.0227	1.463259
795.0606	0.089728	597.0123	0.111519	399.0352	0.186192		
793.9493	0.090542	595.9752	0.111768	397.9543	0.186684		
792.9766	0.090352	594.9379	0.111863	397.0276	0.186906		
792.0035	0.089614	594.0485	0.112063	395.9463	0.187246		

791.03	0.089913	593.0107	0.112198	395.0194	0.18812
790.0561	0.09043	591.9725	0.11227	393.9377	0.188373
788.9426	0.091178	590.9341	0.112292	393.0105	0.189027
787.968	0.090788	590.0439	0.112408	391.9285	0.190137
786.9929	0.091246	589.0049	0.1127	391.001	0.190494
786.0175	0.091308	587.9658	0.112744	390.0733	0.191375
785.0417	0.091637	586.9263	0.112845	388.9908	0.19194
784.0656	0.091583	586.0351	0.112894	388.0629	0.192699
782.9495	0.091226	584.9951	0.113046	386.98	0.193776
781.9726	0.09103	583.9548	0.113132	386.0518	0.19453
780.9952	0.091182	583.063	0.113506	384.9686	0.195645
780.0176	0.091337	582.0222	0.113336	384.0401	0.19665
779.0396	0.09051	580.9811	0.113317	382.9566	0.197885
778.0611	0.091476	579.9398	0.113492	382.0278	0.198721
776.9424	0.092339	579.0471	0.113453	380.9439	0.20016
775.9633	0.092114	578.0052	0.113483	380.0148	0.200993
774.9837	0.092801	576.9631	0.11347	378.9307	0.202022
774.0037	0.09274	576.0696	0.113299	378.0013	0.203481
773.0234	0.092235	575.027	0.113253	377.0717	0.204723
772.0428	0.091906	573.9841	0.113328	375.9871	0.205874
771.0618	0.091242	572.941	0.11332	375.0573	0.207189
769.9401	0.091222	572.0466	0.113388	373.9723	0.208905
768.9583	0.091153	571.003	0.113391	373.0422	0.209761
767.9761	0.091457	569.9591	0.113624	371.9569	0.211567
766.9936	0.090579	569.0641	0.114584	371.0265	0.215419
766.0107	0.090895	568.0197	0.114231	369.9409	0.219062
765.0274	0.090434	566.975	0.114187	369.0102	0.220016
764.0438	0.090794	565.93	0.114202	367.9243	0.219649
763.0598	0.09044	565.0341	0.114324	366.9933	0.221156
761.9348	0.090884	563.9886	0.114369	366.0623	0.221236

760.9501	0.090355	562.9429	0.114095	364.9758	0.221722
759.965	0.089809	562.0464	0.114015	364.0445	0.222148
758.9795	0.089382	561.0002	0.114212	362.9578	0.222875
757.9937	0.089343	559.9537	0.113776	362.0262	0.224287
757.0074	0.089436	559.0565	0.113578	360.9391	0.22609
756.0209	0.08941	558.0096	0.113317	360.0072	0.226629
755.034	0.089563	556.9623	0.113227	359.0752	0.227195
754.0468	0.089222	556.0645	0.113053	357.9877	0.230029
753.0591	0.089199	555.0168	0.112779	357.0554	0.22941
751.93	0.088838	553.9688	0.112574	355.9676	0.230677
750.9417	0.08896	553.0703	0.112489	355.035	0.230698
749.9529	0.089194	552.0219	0.112017	353.9469	0.232755
748.9638	0.088924	550.9731	0.111663	353.0141	0.234282
747.9744	0.088229	550.074	0.111479	351.9257	0.234736
746.9846	0.088211	549.0248	0.111376	350.9926	0.236397
745.9944	0.08787	547.9753	0.111202	350.0594	0.235776
745.004	0.087335	546.9256	0.111188	348.9705	0.237748
744.0131	0.087108	546.0256	0.11115	348.037	0.240578
743.0219	0.087167	544.9754	0.110832	346.9478	0.239056
742.0303	0.086987	543.925	0.110626	346.0141	0.238528
741.0385	0.086507	543.0244	0.111728	344.9246	0.241041
740.0462	0.086198	541.9734	0.111807	343.9906	0.239836
739.0536	0.08613	541.0724	0.11085	343.0565	0.243476
738.0607	0.085165	540.021	0.111228	341.9666	0.243072
737.0674	0.08527	538.9694	0.111432	341.0322	0.244805
735.9318	0.084155	538.0677	0.111535	339.942	0.245201
734.9377	0.083479	537.0156	0.111958	339.0073	0.243885
733.9433	0.082543	535.9632	0.112383	338.0726	0.248109
732.9486	0.081784	535.0609	0.112554	336.9819	0.247981
731.9535	0.080919	534.0081	0.114037	336.0469	0.24691

730.9581	0.079914	532.955	0.113813	334.956	0.249093
729.9623	0.079382	532.0521	0.114323	334.0207	0.247995
728.9662	0.07933	530.9985	0.115936	332.9295	0.253593
727.9697	0.077579	529.9446	0.116394	331.994	0.252218
726.973	0.078128	529.0412	0.117188	331.0584	0.250962
725.9758	0.07729	527.9869	0.116923	329.9667	0.252402
724.9783	0.077	526.9323	0.117837	329.0308	0.254183
723.9805	0.076224	526.0283	0.118608	327.9389	0.253764
722.9823	0.07605	524.9733	0.119722	327.0027	0.256984
721.9838	0.075639	524.0687	0.120318	326.0666	0.25487
720.9849	0.075538	523.0133	0.121152	324.9742	0.258411
719.9857	0.075216	521.9576	0.121941	324.0377	0.26028
718.9862	0.075373	521.0525	0.122643	322.945	0.261851
717.9863	0.075513	519.9963	0.123275	322.0083	0.264144
716.9861	0.075607	518.9399	0.12435	321.0715	0.262077
715.9856	0.075727	518.0342	0.125	319.9784	0.264976
714.9847	0.076142	516.9774	0.125815	319.0414	0.269501
713.9835	0.076481	516.0712	0.126528	317.948	0.271603
712.9819	0.07698	515.0139	0.127241	317.0107	0.271312
711.98	0.077398	513.9564	0.127836	316.0733	0.268728
710.9778	0.077045	513.0497	0.128515	314.9795	0.273552
709.9752	0.077471	511.9917	0.129171	314.0419	0.274097
708.9723	0.079267	510.9334	0.129719	312.9478	0.276434
707.9691	0.079807	510.0262	0.130421	312.0099	0.274726
706.9655	0.079696	508.9674	0.131107	311.072	0.275951
705.9615	0.081532	508.0598	0.131643	309.9775	0.280056
704.9573	0.081244	507.0006	0.132121	309.0393	0.282146
703.9528	0.08213	505.9413	0.132599	307.9446	0.283425
702.9479	0.08258	505.033	0.132684	307.0061	0.283718
701.9426	0.084401	503.9732	0.133222	306.0676	0.286376

700.9371	0.085276	503.0646	0.133403	304.9725	0.2905
699.9312	0.085926	502.0043	0.133909	304.0337	0.289713
699.0687	0.08673	500.9438	0.134239	302.9383	0.292775
698.0622	0.086562	500.0346	0.134292	301.9993	0.292556
697.0554	0.087422	498.9737	0.134619	301.0602	0.29405
696.0482	0.087911	498.0641	0.134937	299.9644	0.295535
695.0406	0.088579	497.0027	0.135234	299.0251	0.298123
694.0328	0.089434	495.9411	0.135483	297.929	0.301118
693.0247	0.090123	495.0309	0.135377	296.9895	0.301591
692.0162	0.090663	493.9689	0.136415	296.0498	0.303867
691.0074	0.091294	493.0584	0.136454	294.9534	0.305521
689.9982	0.092136	491.9959	0.137139	294.0135	0.308804
688.9888	0.092933	490.9332	0.135804	293.0735	0.310756
687.979	0.093376	490.0221	0.137019	291.9767	0.311685
686.9689	0.094018	488.9589	0.137009	291.0365	0.312475
685.9584	0.094463	488.0475	0.137319	289.9395	0.316018
684.9477	0.094878	486.9839	0.137541	288.9991	0.317506
683.9366	0.095616	486.0721	0.137406	288.0585	0.319779
683.0697	0.096105	485.0081	0.137396	286.9611	0.323063
682.058	0.096114	483.9438	0.138175	286.0204	0.323618
681.046	0.096457	483.0315	0.138391	284.9227	0.326539
680.0337	0.09709	481.9668	0.137483	283.9818	0.329388
679.0211	0.09757	481.0541	0.137955	283.0407	0.32957
678.0081	0.09769	479.989	0.138282	281.9427	0.333467
676.9948	0.09794	479.0759	0.138694	281.0014	0.334219
675.9812	0.098387	478.0104	0.139405	280.06	0.335499
674.9673	0.098814	476.9447	0.139936	278.9617	0.338795
673.9531	0.099357	476.031	0.140741	278.0201	0.340335
672.9385	0.099478	474.9649	0.141612	277.0784	0.345221
672.0686	0.099961	474.0509	0.14249	275.9797	0.343013

671.0535	0.100045	472.9843	0.143449	275.0378	0.347884
670.038	0.100577	472.0699	0.144137	273.9388	0.351316
669.0222	0.100825	471.003	0.145175	272.9967	0.346264
668.0061	0.100461	469.9358	0.14626	272.0545	0.352945
666.9897	0.100293	469.0209	0.147145	270.9552	0.357042
665.973	0.100309	467.9533	0.148206	270.0128	0.358833
664.9559	0.100413	467.038	0.148916	269.0703	0.360866
663.9385	0.100137	465.97	0.149596	267.9707	0.361609
663.0663	0.1004	465.0544	0.150675	267.028	0.365978
662.0483	0.100215	463.986	0.151647	265.9281	0.362322
661.0301	0.101443	463.07	0.152506	264.9852	0.370232
660.0115	0.101731	462.0012	0.154331	264.0422	0.366514
658.9927	0.100766	460.9321	0.155282	262.942	0.371873
657.9735	0.100779	460.0156	0.156444	261.9988	0.369525
656.954	0.101048	458.9462	0.155986	261.0555	0.370845
655.9342	0.101017	458.0294	0.156836	259.955	0.372606
655.0598	0.100835	456.9595	0.157702	259.0115	0.376475
654.0394	0.101064	456.0423	0.158336	258.068	0.386573
653.0187	0.101216	454.972	0.159209	256.967	0.382742
651.9977	0.101312	454.0545	0.159945	256.0233	0.387574
650.9764	0.10142	452.9839	0.160858	254.9222	0.394161
649.9548	0.101402	452.066	0.161645	253.9782	0.384654
648.9329	0.10179	450.995	0.163353	253.0342	0.392367
648.0568	0.101755	449.9237	0.164284	251.9328	0.396763
647.0342	0.102145	449.0053	0.164894	250.9886	0.398173
646.0115	0.101581	447.9337	0.165988	250.0443	0.400506
644.9883	0.102252	447.015	0.16658	248.9488	0.401125
643.965	0.102126	445.9429	0.167373	248.0099	0.406152
642.9413	0.102317	445.0238	0.166597	247.071	0.408077
642.0635	0.102378	443.9514	0.167229	245.9755	0.421937

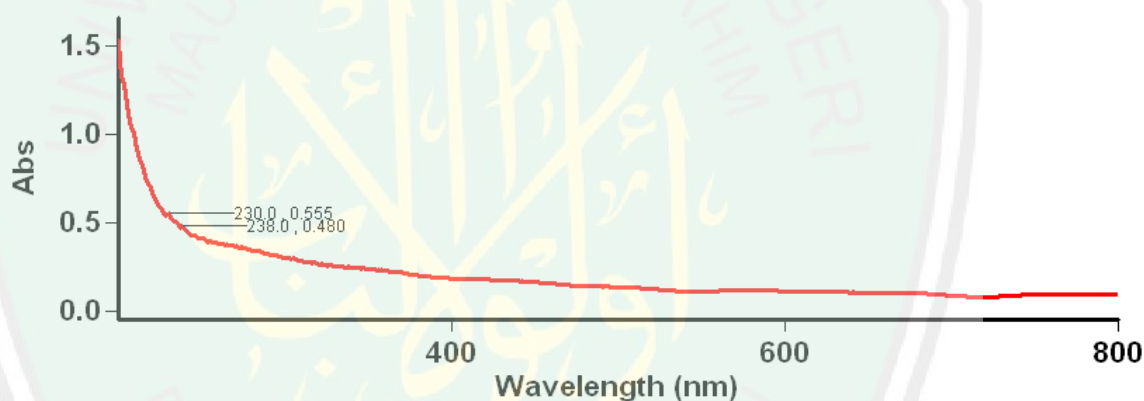
641.0393	0.102646	443.032	0.167929	245.0363	0.419794
640.0147	0.102672	441.9592	0.169962	243.9406	0.419699
638.9899	0.102566	441.0395	0.169545	243.0013	0.423974
637.9647	0.103114	439.9662	0.170085	242.0619	0.427852
636.9392	0.103152	439.0462	0.170615	240.9659	0.435514
636.06	0.10421	437.9726	0.171413	240.0263	0.454961
635.0339	0.104288	437.0522	0.172023	238.93	0.455493
634.0076	0.104405	435.9782	0.172536	237.9903	0.465459
632.981	0.104773	435.0575	0.172874	237.0505	0.455595
631.954	0.103852	433.9832	0.173377	235.9539	0.483915
630.9268	0.104977	433.0621	0.173888	235.0139	0.489497
630.0461	0.105006	431.9874	0.174312	234.0738	0.503749
629.0183	0.105159	431.066	0.17459	232.977	0.512806
627.9902	0.105236	429.9909	0.176314	232.0367	0.528198
626.9619	0.105391	429.0692	0.176716	230.9396	0.526139
625.9332	0.105598	427.9937	0.177162	229.9992	0.530023
625.0512	0.104654	427.0717	0.177483	229.0587	0.524864
624.022	0.106236	425.9958	0.177903	227.9613	0.538953
622.9925	0.106355	425.0735	0.178394	227.0207	0.547002
621.9627	0.106625	423.9973	0.177041	225.9231	0.564316
620.9326	0.106671	423.0746	0.179046	224.9823	0.578932
620.0494	0.106707	421.998	0.179642	224.0414	0.594109
619.0187	0.107141	421.075	0.180232	222.9435	0.611731
617.9879	0.106397	419.9981	0.179309	222.0024	0.626016
616.9566	0.106546	419.0748	0.179835	221.0612	0.639058
616.0724	0.107755	417.9974	0.180541	219.9631	0.664584
615.0407	0.107939	417.0739	0.180862	219.0218	0.682654
614.0086	0.108142	415.9961	0.181335	217.9235	0.705313
612.9763	0.108317	415.0722	0.181715	216.982	0.725857
611.9437	0.10824	413.9941	0.182143	216.0404	0.749818

611.0583	0.10847	413.0699	0.182332	214.9418	0.781171
610.0251	0.10868	411.9915	0.182653	214.0001	0.80885
608.9916	0.109212	411.067	0.183076	213.0583	0.838131
607.9579	0.109426	409.9881	0.183448	211.9594	0.866017
607.0716	0.109594	409.0633	0.183604	211.0175	0.898359
606.0373	0.109861	407.9841	0.183845	210.0754	0.932159
605.0027	0.110057	407.059	0.18394	208.9763	0.975848
603.9679	0.110222	405.9795	0.1841	208.0341	1.00793
602.9327	0.110749	405.054	0.184426	206.9348	1.044377

b. Tapioka 2

Lamdha Maks Tapioka 2

Tanggal Analisa : 19 Agustus 2020



Scan Analysis Report

Report Time : Wed 19 Aug 01:34:25 PM 2020

Method:

Batch: D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Endah Sri Puji\Lamdha Maks Tapioka 2 (19-08-2020).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: Tapioka 2

Collection Time 8/19/2020 1:34:52 PM

Peak Table

Peak Style Peaks

Peak Threshold 0.0100

Range 800.1nm to 200.0nm

Wavelength (nm)      Abs

238.0      0.480  
230.0      0.555

Wavelength (nm)	Absoransi	Wavelength (nm)	Absoransi	Wavelength (nm)	Absoransi	Wavelength (nm)	Absoransi
800.0552	0.090562	602.0453	0.113212	403.9742	0.183211	205.9925	1.120376
798.9461	0.091	601.0096	0.113378	403.0484	0.183662	205.05	1.171192
797.9753	0.092038	599.9736	0.1134	401.9682	0.183924	203.9505	1.226797
797.0041	0.092513	598.9374	0.113462	401.0421	0.184275	203.0079	1.288305
796.0325	0.093107	598.049	0.113536	399.9615	0.184803	202.0653	1.333099
795.0606	0.09304	597.0123	0.113673	399.0352	0.185098	200.9655	1.407732
793.9493	0.094071	595.9752	0.113995	397.9543	0.185741	200.0227	1.530506
792.9766	0.09462	594.9379	0.1141	397.0276	0.18603		
792.0035	0.093829	594.0485	0.114034	395.9463	0.186371		
791.03	0.093766	593.0107	0.114419	395.0194	0.187293		
790.0561	0.094667	591.9725	0.11441	393.9377	0.187808		
788.9426	0.095586	590.9341	0.114392	393.0105	0.188456		
787.968	0.09543	590.0439	0.114372	391.9285	0.189454		
786.9929	0.095348	589.0049	0.114557	391.001	0.189818		
786.0175	0.095001	587.9658	0.114666	390.0733	0.190759		
785.0417	0.09531	586.9263	0.114853	388.9908	0.191423		
784.0656	0.095271	586.0351	0.114789	388.0629	0.192474		
782.9495	0.094937	584.9951	0.114912	386.98	0.193584		
781.9726	0.094816	583.9548	0.114934	386.0518	0.194564		
780.9952	0.095263	583.063	0.115145	384.9686	0.195795		
780.0176	0.095762	582.0222	0.114962	384.0401	0.196749		
779.0396	0.094971	580.9811	0.114755	382.9566	0.19815		
778.0611	0.095354	579.9398	0.114946	382.0278	0.199		
776.9424	0.096218	579.0471	0.114794	380.9439	0.200707		
775.9633	0.095723	578.0052	0.114815	380.0148	0.201426		
774.9837	0.09575	576.9631	0.114742	378.9307	0.20275		
774.0037	0.096447	576.0696	0.114446	378.0013	0.204205		

773.0234	0.095675	575.027	0.114339	377.0717	0.205376
772.0428	0.09606	573.9841	0.11437	375.9871	0.206735
771.0618	0.095753	572.941	0.114304	375.0573	0.208066
769.9401	0.095802	572.0466	0.114372	373.9723	0.209948
768.9583	0.095703	571.003	0.114158	373.0422	0.210997
767.9761	0.095655	569.9591	0.114402	371.9569	0.212832
766.9936	0.095113	569.0641	0.115209	371.0265	0.216145
766.0107	0.095441	568.0197	0.114714	369.9409	0.218087
765.0274	0.09515	566.975	0.114611	369.0102	0.22314
764.0438	0.095271	565.93	0.114631	367.9243	0.221672
763.0598	0.094419	565.0341	0.114688	366.9933	0.22215
761.9348	0.095105	563.9886	0.114505	366.0623	0.222514
760.9501	0.094394	562.9429	0.114192	364.9758	0.222584
759.965	0.093984	562.0464	0.114178	364.0445	0.224382
758.9795	0.093809	561.0002	0.114293	362.9578	0.224719
757.9937	0.092992	559.9537	0.11385	362.0262	0.226574
757.0074	0.09348	559.0565	0.113652	360.9391	0.229775
756.0209	0.093282	558.0096	0.113362	360.0072	0.229882
755.034	0.093837	556.9623	0.11336	359.0752	0.230125
754.0468	0.092839	556.0645	0.113183	357.9877	0.233337
753.0591	0.092825	555.0168	0.112888	357.0554	0.231397
751.93	0.092484	553.9688	0.112718	355.9676	0.233574
750.9417	0.092394	553.0703	0.11251	355.035	0.232813
749.9529	0.092535	552.0219	0.112121	353.9469	0.234623
748.9638	0.092149	550.9731	0.11173	353.0141	0.238268
747.9744	0.09145	550.074	0.111653	351.9257	0.235629
746.9846	0.091866	549.0248	0.111717	350.9926	0.237989
745.9944	0.09132	547.9753	0.111533	350.0594	0.236846
745.004	0.091219	546.9256	0.111668	348.9705	0.240146
744.0131	0.090678	546.0256	0.111771	348.037	0.242371

743.0219	0.090536	544.9754	0.111405	346.9478	0.241448
742.0303	0.090067	543.925	0.111248	346.0141	0.240622
741.0385	0.089634	543.0244	0.11238	344.9246	0.24265
740.0462	0.089282	541.9734	0.112551	343.9906	0.243646
739.0536	0.089245	541.0724	0.111672	343.0565	0.246
738.0607	0.088163	540.021	0.112159	341.9666	0.243701
737.0674	0.088122	538.9694	0.112427	341.0322	0.247256
735.9318	0.086895	538.0677	0.112525	339.942	0.248479
734.9377	0.086256	537.0156	0.113001	339.0073	0.246632
733.9433	0.08561	535.9632	0.113537	338.0726	0.251886
732.9486	0.084724	535.0609	0.113654	336.9819	0.248648
731.9535	0.083888	534.0081	0.115401	336.0469	0.246835
730.9581	0.082902	532.955	0.115144	334.956	0.250455
729.9623	0.08239	532.0521	0.115735	334.0207	0.250637
728.9662	0.082213	530.9985	0.117511	332.9295	0.253617
727.9697	0.080263	529.9446	0.117983	331.994	0.253884
726.973	0.0808	529.0412	0.118943	331.0584	0.251069
725.9758	0.079997	527.9869	0.118742	329.9667	0.252158
724.9783	0.079804	526.9323	0.119567	329.0308	0.256633
723.9805	0.079154	526.0283	0.120497	327.9389	0.257478
722.9823	0.079144	524.9733	0.121595	327.0027	0.258223
721.9838	0.078667	524.0687	0.122244	326.0666	0.25491
720.9849	0.078578	523.0133	0.123198	324.9742	0.261526
719.9857	0.07818	521.9576	0.123895	324.0377	0.261687
718.9862	0.078349	521.0525	0.124659	322.945	0.262581
717.9863	0.078532	519.9963	0.125271	322.0083	0.266793
716.9861	0.078557	518.9399	0.126326	321.0715	0.262459
715.9856	0.078635	518.0342	0.12686	319.9784	0.267215
714.9847	0.079172	516.9774	0.127806	319.0414	0.272038
713.9835	0.079549	516.0712	0.128602	317.948	0.275629

712.9819	0.080202	515.0139	0.129293	317.0107	0.274544
711.98	0.080489	513.9564	0.129659	316.0733	0.270533
710.9778	0.080182	513.0497	0.130369	314.9795	0.277462
709.9752	0.08092	511.9917	0.13101	314.0419	0.277813
708.9723	0.082668	510.9334	0.131641	312.9478	0.280419
707.9691	0.083121	510.0262	0.132438	312.0099	0.278515
706.9655	0.082942	508.9674	0.133275	311.072	0.279339
705.9615	0.084839	508.0598	0.133778	309.9775	0.283787
704.9573	0.084555	507.0006	0.134283	309.0393	0.285842
703.9528	0.085192	505.9413	0.134613	307.9446	0.287815
702.9479	0.085921	505.033	0.134666	307.0061	0.288868
701.9426	0.087597	503.9732	0.135339	306.0676	0.291082
700.9371	0.088214	503.0646	0.135397	304.9725	0.296777
699.9312	0.088846	502.0043	0.135859	304.0337	0.294652
699.0687	0.089693	500.9438	0.13609	302.9383	0.298668
698.0622	0.089039	500.0346	0.136149	301.9993	0.297915
697.0554	0.090042	498.9737	0.136415	301.0602	0.299506
696.0482	0.090534	498.0641	0.136581	299.9644	0.301287
695.0406	0.091403	497.0027	0.136709	299.0251	0.30354
694.0328	0.092496	495.9411	0.137023	297.929	0.30765
693.0247	0.092731	495.0309	0.137059	296.9895	0.307899
692.0162	0.093588	493.9689	0.13792	296.0498	0.309701
691.0074	0.094304	493.0584	0.137993	294.9534	0.313156
689.9982	0.094832	491.9959	0.138595	294.0135	0.31488
688.9888	0.095838	490.9332	0.137261	293.0735	0.318162
687.979	0.09631	490.0221	0.138425	291.9767	0.320184
686.9689	0.097061	488.9589	0.138318	291.0365	0.319229
685.9584	0.097425	488.0475	0.138491	289.9395	0.323857
684.9477	0.098021	486.9839	0.138614	288.9991	0.325081
683.9366	0.098697	486.0721	0.13852	288.0585	0.326901

683.0697	0.098979	485.0081	0.138462	286.9611	0.330787
682.058	0.099102	483.9438	0.139232	286.0204	0.33373
681.046	0.09925	483.0315	0.139315	284.9227	0.336289
680.0337	0.099867	481.9668	0.138343	283.9818	0.337741
679.0211	0.100419	481.0541	0.138788	283.0407	0.338469
678.0081	0.100152	479.989	0.139049	281.9427	0.341767
676.9948	0.100317	479.0759	0.13932	281.0014	0.342938
675.9812	0.100686	478.0104	0.140092	280.06	0.343961
674.9673	0.101033	476.9447	0.140666	278.9617	0.34693
673.9531	0.101776	476.031	0.141393	278.0201	0.348154
672.9385	0.101519	474.9649	0.142323	277.0784	0.352169
672.0686	0.102368	474.0509	0.143195	275.9797	0.352647
671.0535	0.102351	472.9843	0.14413	275.0378	0.357539
670.038	0.102633	472.0699	0.1449	273.9388	0.361028
669.0222	0.103049	471.003	0.145932	272.9967	0.355361
668.0061	0.102654	469.9358	0.147002	272.0545	0.36428
666.9897	0.102754	469.0209	0.147857	270.9552	0.368361
665.973	0.102426	467.9533	0.148976	270.0128	0.367728
664.9559	0.102761	467.038	0.149747	269.0703	0.368262
663.9385	0.102496	465.97	0.150477	267.9707	0.368663
663.0663	0.102806	465.0544	0.151672	267.028	0.372704
662.0483	0.102641	463.986	0.152561	265.9281	0.373537
661.0301	0.103765	463.07	0.153539	264.9852	0.378259
660.0115	0.104236	462.0012	0.155323	264.0422	0.373902
658.9927	0.103274	460.9321	0.156334	262.942	0.381216
657.9735	0.103292	460.0156	0.157396	261.9988	0.379525
656.954	0.10347	458.9462	0.156878	261.0555	0.378778
655.9342	0.103502	458.0294	0.157769	259.955	0.382154
655.0598	0.10355	456.9595	0.158744	259.0115	0.383927
654.0394	0.103856	456.0423	0.159223	258.068	0.390839

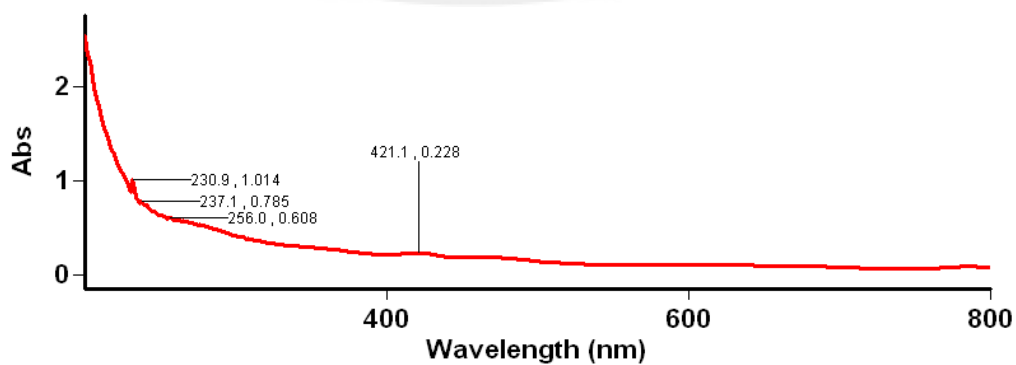
653.0187	0.10383	454.972	0.160074	256.967	0.390254
651.9977	0.104101	454.0545	0.160663	256.0233	0.398306
650.9764	0.104122	452.9839	0.161471	254.9222	0.398007
649.9548	0.104267	452.066	0.16214	253.9782	0.390263
648.9329	0.104582	450.995	0.163729	253.0342	0.398695
648.0568	0.104652	449.9237	0.164604	251.9328	0.405892
647.0342	0.104849	449.0053	0.16526	250.9886	0.412987
646.0115	0.10463	447.9337	0.16603	250.0443	0.410453
644.9883	0.105307	447.015	0.166691	248.9488	0.408046
643.965	0.105383	445.9429	0.167323	248.0099	0.412568
642.9413	0.105555	445.0238	0.166521	247.071	0.419981
642.0635	0.105352	443.9514	0.166899	245.9755	0.429312
641.0393	0.105964	443.032	0.167483	245.0363	0.426213
640.0147	0.10584	441.9592	0.169528	243.9406	0.426729
638.9899	0.10584	441.0395	0.169113	243.0013	0.432001
637.9647	0.106705	439.9662	0.169613	242.0619	0.436571
636.9392	0.106519	439.0462	0.170068	240.9659	0.449334
636.06	0.107746	437.9726	0.170831	240.0263	0.467787
635.0339	0.107846	437.0522	0.17132	238.93	0.465434
634.0076	0.107911	435.9782	0.171826	237.9903	0.480411
632.981	0.108129	435.0575	0.172119	237.0505	0.466084
631.954	0.107538	433.9832	0.172605	235.9539	0.491827
630.9268	0.108444	433.0621	0.173163	235.0139	0.50966
630.0461	0.108418	431.9874	0.173484	234.0738	0.503357
629.0183	0.108691	431.066	0.173756	232.977	0.514132
627.9902	0.108959	429.9909	0.175375	232.0367	0.518655
626.9619	0.108851	429.0692	0.175521	230.9396	0.527166
625.9332	0.109329	427.9937	0.175993	229.9992	0.555012
625.0512	0.108253	427.0717	0.17621	229.0587	0.534863
624.022	0.109653	425.9958	0.176614	227.9613	0.54888

622.9925	0.10976	425.0735	0.177218	227.0207	0.557741
621.9627	0.110119	423.9973	0.175571	225.9231	0.574875
620.9326	0.11006	423.0746	0.177745	224.9823	0.589257
620.0494	0.110074	421.998	0.178281	224.0414	0.605217
619.0187	0.110573	421.075	0.178785	222.9435	0.623568
617.9879	0.109789	419.9981	0.177721	222.0024	0.637123
616.9566	0.109892	419.0748	0.178144	221.0612	0.649053
616.0724	0.110968	417.9974	0.178867	219.9631	0.675916
615.0407	0.111054	417.0739	0.179243	219.0218	0.694772
614.0086	0.111307	415.9961	0.179761	217.9235	0.717786
612.9763	0.111161	415.0722	0.180037	216.982	0.739845
611.9437	0.111087	413.9941	0.180411	216.0404	0.764626
611.0583	0.111547	413.0699	0.180552	214.9418	0.796707
610.0251	0.111497	411.9915	0.180928	214.0001	0.825696
608.9916	0.111829	411.067	0.181365	213.0583	0.858086
607.9579	0.112206	409.9881	0.181717	211.9594	0.888025
607.0716	0.112028	409.0633	0.18192	211.0175	0.92092
606.0373	0.112457	407.9841	0.182149	210.0754	0.957543
605.0027	0.112603	407.059	0.182398	208.9763	1.00694
603.9679	0.112693	405.9795	0.182532	208.0341	1.040946
602.9327	0.113315	405.054	0.183074	206.9348	1.077822

c. PPT-0

Lamdha Maks Kontrol

Tanggal Analisa : 19 Agustus 2020



Scan Analysis Report

Report Time : Wed 19 Aug 01:29:25 PM 2020

Method:

Batch: D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Endah Sri Puji\Lamdha Maks Kontrol

Encer (19-08-2020).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: Kontrol

Collection Time 8/19/2020 1:30:10 PM

Peak Table

Peak Style Peaks

Peak Threshold 0.0100

Range 800.1nm to 200.0nm

Wavelength (nm) Abs

421.1 0.228

256.0 0.608

237.1 0.785

230.9 1.014

Wavenumber (nm)	Absorbance	Wavenumber (nm)	Absorbance	Wavenumber (nm)	Absorbance	Wavenumber (nm)	Absorbance
800.0552	0.081477	602.0453	0.106573	403.9742	0.212999	205.9925	1.997074
798.9461	0.081488	601.0096	0.10707	403.0484	0.211911	205.05	2.08918
797.9753	0.081974	599.9736	0.106923	401.9682	0.211467	203.9505	2.188083
797.0041	0.081966	598.9374	0.107113	401.0421	0.210837	203.0079	2.267933
796.0325	0.08165	598.049	0.107234	399.9615	0.211281	202.0653	2.328622
795.0606	0.082489	597.0123	0.108091	399.0352	0.211163	200.9655	2.421729
793.9493	0.08321	595.9752	0.108487	397.9543	0.211701	200.0227	2.537742
792.9766	0.084162	594.9379	0.108252	397.0276	0.212177		
792.0035	0.084014	594.0485	0.108543	395.9463	0.212744		
791.03	0.084445	593.0107	0.108868	395.0194	0.213741		
790.0561	0.085029	591.9725	0.10874	393.9377	0.215402		
788.9426	0.085634	590.9341	0.108969	393.0105	0.215954		
787.968	0.085354	590.0439	0.109028	391.9285	0.217564		
786.9929	0.085729	589.0049	0.109446	391.001	0.2188		

786.0175	0.08513	587.9658	0.109689	390.0733	0.219874
785.0417	0.085444	586.9263	0.10971	388.9908	0.221469
784.0656	0.085417	586.0351	0.10999	388.0629	0.222684
782.9495	0.086248	584.9951	0.110203	386.98	0.224312
781.9726	0.085757	583.9548	0.110104	386.0518	0.225268
780.9952	0.084457	583.063	0.109933	384.9686	0.227268
780.0176	0.083236	582.0222	0.110379	384.0401	0.228647
779.0396	0.08281	580.9811	0.110248	382.9566	0.230627
778.0611	0.083339	579.9398	0.110518	382.0278	0.231873
776.9424	0.08187	579.0471	0.110576	380.9439	0.233748
775.9633	0.081446	578.0052	0.110645	380.0148	0.235167
774.9837	0.080713	576.9631	0.110582	378.9307	0.237025
774.0037	0.080272	576.0696	0.110232	378.0013	0.238911
773.0234	0.078798	575.027	0.110716	377.0717	0.240953
772.0428	0.078337	573.9841	0.110941	375.9871	0.242943
771.0618	0.07714	572.941	0.110418	375.0573	0.245013
769.9401	0.074764	572.0466	0.110736	373.9723	0.247344
768.9583	0.073449	571.003	0.110731	373.0422	0.248893
767.9761	0.071773	569.9591	0.110959	371.9569	0.251589
766.9936	0.070898	569.0641	0.111079	371.0265	0.255378
766.0107	0.069553	568.0197	0.110955	369.9409	0.256771
765.0274	0.068302	566.975	0.110638	369.0102	0.261334
764.0438	0.067832	565.93	0.110521	367.9243	0.263496
763.0598	0.066323	565.0341	0.110732	366.9933	0.26598
761.9348	0.066217	563.9886	0.110126	366.0623	0.264211
760.9501	0.06483	562.9429	0.109952	364.9758	0.26583
759.965	0.065249	562.0464	0.109394	364.0445	0.266406
758.9795	0.064517	561.0002	0.108977	362.9578	0.267843
757.9937	0.064049	559.9537	0.108641	362.0262	0.270112
757.0074	0.064509	559.0565	0.107913	360.9391	0.271915

756.0209	0.064563	558.0096	0.107702	360.0072	0.273639
755.034	0.0643	556.9623	0.107336	359.0752	0.27493
754.0468	0.065256	556.0645	0.107509	357.9877	0.27674
753.0591	0.065633	555.0168	0.10718	357.0554	0.279534
751.93	0.06514	553.9688	0.107142	355.9676	0.28216
750.9417	0.065313	553.0703	0.106971	355.035	0.282067
749.9529	0.065493	552.0219	0.106817	353.9469	0.284116
748.9638	0.06593	550.9731	0.10632	353.0141	0.285544
747.9744	0.065954	550.074	0.106253	351.9257	0.290019
746.9846	0.06594	549.0248	0.106334	350.9926	0.29256
745.9944	0.065471	547.9753	0.10617	350.0594	0.288366
745.004	0.065867	546.9256	0.106173	348.9705	0.292993
744.0131	0.065964	546.0256	0.106189	348.037	0.293438
743.0219	0.066665	544.9754	0.106116	346.9478	0.293788
742.0303	0.066211	543.925	0.106309	346.0141	0.295943
741.0385	0.065997	543.0244	0.107387	344.9246	0.300226
740.0462	0.066351	541.9734	0.107524	343.9906	0.297572
739.0536	0.066081	541.0724	0.106741	343.0565	0.298335
738.0607	0.066157	540.021	0.107212	341.9666	0.30177
737.0674	0.065837	538.9694	0.107975	341.0322	0.30373
735.9318	0.065603	538.0677	0.107952	339.942	0.303677
734.9377	0.065699	537.0156	0.108542	339.0073	0.305683
733.9433	0.065597	535.9632	0.10879	338.0726	0.308061
732.9486	0.06572	535.0609	0.109339	336.9819	0.311459
731.9535	0.065398	534.0081	0.110891	336.0469	0.311796
730.9581	0.065545	532.955	0.110462	334.956	0.312236
729.9623	0.065213	532.0521	0.111337	334.0207	0.312195
728.9662	0.066248	530.9985	0.113309	332.9295	0.31343
727.9697	0.06496	529.9446	0.114024	331.994	0.319057
726.973	0.066437	529.0412	0.114698	331.0584	0.322761

725.9758	0.066834	527.9869	0.114112	329.9667	0.322165
724.9783	0.066857	526.9323	0.115498	329.0308	0.322269
723.9805	0.067471	526.0283	0.116552	327.9389	0.324879
722.9823	0.067206	524.9733	0.117322	327.0027	0.324267
721.9838	0.067768	524.0687	0.117849	326.0666	0.330116
720.9849	0.067781	523.0133	0.118757	324.9742	0.329042
719.9857	0.068098	521.9576	0.119694	324.0377	0.33492
718.9862	0.068306	521.0525	0.120295	322.945	0.333848
717.9863	0.068629	519.9963	0.121304	322.0083	0.336503
716.9861	0.068748	518.9399	0.122205	321.0715	0.339709
715.9856	0.069383	518.0342	0.122989	319.9784	0.34451
714.9847	0.07039	516.9774	0.124143	319.0414	0.344794
713.9835	0.070737	516.0712	0.124661	317.948	0.351194
712.9819	0.071355	515.0139	0.125657	317.0107	0.350041
711.98	0.071548	513.9564	0.126419	316.0733	0.354847
710.9778	0.071576	513.0497	0.126887	314.9795	0.357157
709.9752	0.071717	511.9917	0.12803	314.0419	0.357996
708.9723	0.073689	510.9334	0.128617	312.9478	0.365781
707.9691	0.074292	510.0262	0.129287	312.0099	0.366825
706.9655	0.073868	508.9674	0.130575	311.072	0.370757
705.9615	0.075907	508.0598	0.130963	309.9775	0.369774
704.9573	0.075578	507.0006	0.132238	309.0393	0.376861
703.9528	0.076311	505.9413	0.133055	307.9446	0.382428
702.9479	0.077283	505.033	0.133941	307.0061	0.38139
701.9426	0.07849	503.9732	0.135351	306.0676	0.38745
700.9371	0.079525	503.0646	0.136425	304.9725	0.395781
699.9312	0.08024	502.0043	0.138107	304.0337	0.396787
699.0687	0.080782	500.9438	0.139958	302.9383	0.397998
698.0622	0.080692	500.0346	0.141338	301.9993	0.401997
697.0554	0.081534	498.9737	0.143433	301.0602	0.406014

696.0482	0.081779	498.0641	0.144774	299.9644	0.413437
695.0406	0.082931	497.0027	0.146485	299.0251	0.414111
694.0328	0.083059	495.9411	0.148618	297.929	0.421863
693.0247	0.083776	495.0309	0.150423	296.9895	0.424807
692.0162	0.084118	493.9689	0.153556	296.0498	0.432538
691.0074	0.084929	493.0584	0.155539	294.9534	0.43622
689.9982	0.085681	491.9959	0.155913	294.0135	0.445905
688.9888	0.085941	490.9332	0.157326	293.0735	0.45121
687.979	0.087159	490.0221	0.160613	291.9767	0.454946
686.9689	0.087507	488.9589	0.161761	291.0365	0.45907
685.9584	0.087735	488.0475	0.161866	289.9395	0.465491
684.9477	0.087851	486.9839	0.164561	288.9991	0.46867
683.9366	0.08871	486.0721	0.167808	288.0585	0.477813
683.0697	0.088625	485.0081	0.167528	286.9611	0.481724
682.058	0.088697	483.9438	0.166427	286.0204	0.489278
681.046	0.089732	483.0315	0.168427	284.9227	0.486708
680.0337	0.089949	481.9668	0.169152	283.9818	0.496184
679.0211	0.090305	481.0541	0.170938	283.0407	0.502142
678.0081	0.090424	479.989	0.172865	281.9427	0.505151
676.9948	0.090785	479.0759	0.174111	281.0014	0.511372
675.9812	0.091078	478.0104	0.176163	280.06	0.512494
674.9673	0.091471	476.9447	0.177713	278.9617	0.517232
673.9531	0.091646	476.031	0.179437	278.0201	0.521975
672.9385	0.09245	474.9649	0.181358	277.0784	0.529054
672.0686	0.092324	474.0509	0.182805	275.9797	0.53097
671.0535	0.092421	472.9843	0.184094	275.0378	0.527248
670.038	0.092626	472.0699	0.185053	273.9388	0.53975
669.0222	0.093168	471.003	0.186294	272.9967	0.54259
668.0061	0.09257	469.9358	0.187587	272.0545	0.547909
666.9897	0.092649	469.0209	0.188324	270.9552	0.548829

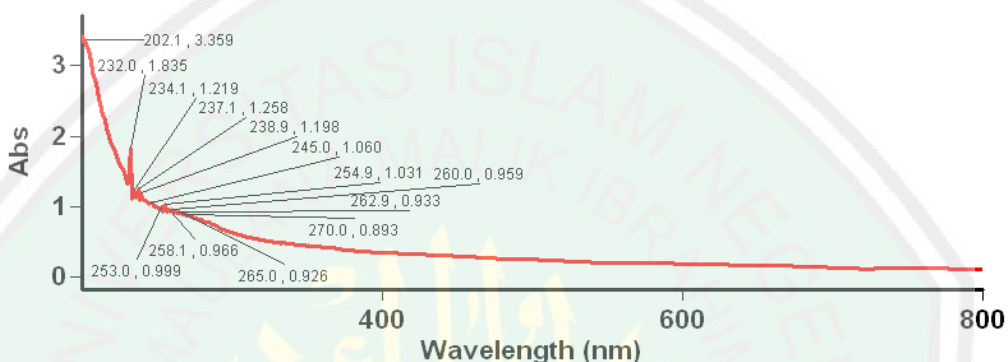
665.973	0.092691	467.9533	0.189259	270.0128	0.553076
664.9559	0.093073	467.038	0.189382	269.0703	0.556908
663.9385	0.093188	465.97	0.189438	267.9707	0.563012
663.0663	0.092945	465.0544	0.189442	267.028	0.562993
662.0483	0.093159	463.986	0.189935	265.9281	0.567471
661.0301	0.094044	463.07	0.189531	264.9852	0.571377
660.0115	0.094481	462.0012	0.190314	264.0422	0.566111
658.9927	0.09417	460.9321	0.1893	262.942	0.577594
657.9735	0.094207	460.0156	0.189673	261.9988	0.579956
656.954	0.094323	458.9462	0.187993	261.0555	0.577639
655.9342	0.094566	458.0294	0.187298	259.955	0.582683
655.0598	0.095169	456.9595	0.186647	259.0115	0.58338
654.0394	0.094756	456.0423	0.185301	258.068	0.594188
653.0187	0.094846	454.972	0.18446	256.967	0.601481
651.9977	0.09532	454.0545	0.18343	256.0233	0.60793
650.9764	0.095689	452.9839	0.182319	254.9222	0.593092
649.9548	0.095685	452.066	0.181781	253.9782	0.609472
648.9329	0.096113	450.995	0.182772	253.0342	0.620709
648.0568	0.096183	449.9237	0.182134	251.9328	0.61616
647.0342	0.096727	449.0053	0.181926	250.9886	0.63181
646.0115	0.097292	447.9337	0.182127	250.0443	0.632796
644.9883	0.097458	447.015	0.181959	248.9488	0.63734
643.965	0.097374	445.9429	0.182428	248.0099	0.647656
642.9413	0.097905	445.0238	0.181211	247.071	0.653026
642.0635	0.098214	443.9514	0.181851	245.9755	0.670168
641.0393	0.098554	443.032	0.183104	245.0363	0.675659
640.0147	0.098361	441.9592	0.185881	243.9406	0.682202
638.9899	0.098453	441.0395	0.186069	243.0013	0.695968
637.9647	0.098686	439.9662	0.188139	242.0619	0.703418
636.9392	0.09888	439.0462	0.190162	240.9659	0.745301

636.06	0.099976	437.9726	0.192977	240.0263	0.742297
635.0339	0.099825	437.0522	0.195638	238.93	0.749149
634.0076	0.100313	435.9782	0.198634	237.9903	0.754184
632.981	0.100575	435.0575	0.201584	237.0505	0.784754
631.954	0.099364	433.9832	0.204378	235.9539	0.754946
630.9268	0.100535	433.0621	0.20782	235.0139	0.812558
630.0461	0.100871	431.9874	0.210696	234.0738	0.805539
629.0183	0.100461	431.066	0.213601	232.977	0.914538
627.9902	0.10062	429.9909	0.217351	232.0367	0.961901
626.9619	0.101124	429.0692	0.219534	230.9396	1.013528
625.9332	0.100866	427.9937	0.222078	229.9992	0.877425
625.0512	0.099785	427.0717	0.223587	229.0587	0.950408
624.022	0.100621	425.9958	0.225197	227.9613	0.982948
622.9925	0.100826	425.0735	0.226236	227.0207	1.004681
621.9627	0.100792	423.9973	0.224738	225.9231	1.036955
620.9326	0.100841	423.0746	0.227696	224.9823	1.070126
620.0494	0.100615	421.998	0.227721	224.0414	1.102604
619.0187	0.100538	421.075	0.227996	222.9435	1.133492
617.9879	0.09998	419.9981	0.226515	222.0024	1.164264
616.9566	0.099994	419.0748	0.226417	221.0612	1.190176
616.0724	0.101533	417.9974	0.226547	219.9631	1.242436
615.0407	0.101756	417.0739	0.225949	219.0218	1.279364
614.0086	0.101941	415.9961	0.225496	217.9235	1.320599
612.9763	0.102398	415.0722	0.224931	216.982	1.353271
611.9437	0.102692	413.9941	0.224435	216.0404	1.396016
611.0583	0.102815	413.0699	0.223377	214.9418	1.452412
610.0251	0.103488	411.9915	0.223027	214.0001	1.500663
608.9916	0.104373	411.067	0.221084	213.0583	1.554726
607.9579	0.104687	409.9881	0.220246	211.9594	1.608923
607.0716	0.104723	409.0633	0.219008	211.0175	1.662416

606.0373	0.104799	407.9841	0.217998	210.0754	1.727729
605.0027	0.105686	407.059	0.216408	208.9763	1.798833
603.9679	0.106099	405.9795	0.215275	208.0341	1.872233
602.9327	0.106898	405.054	0.214084	206.9348	1.934521

d. PPT-1

Lamdha Maks TiO2 1%  
 Tanggal Analisa : 19 Agustus 2020



Scan Analysis Report  
 Report Time : Wed 19 Aug 01:36:25 PM 2020  
 Method:  
 Batch: D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Endah Sri Puji\Lamdha Maks TiO2 1% (19-08-2020).DSW  
 Software version: 3.00(339)  
 Operator: Rika  
Sample Name: TiO2 1%  
 Collection Time 8/19/2020 1:37:08 PM  
 Peak Table  
 Peak Style Peaks  
 Peak Threshold 0.0100  
 Range 800.1nm to 200.0nm  
 Wavelength (nm) Abs

270.0	0.893
265.0	0.926
262.9	0.933
260.0	0.959
258.1	0.966
254.9	1.031
253.0	0.999
245.0	1.060
238.9	1.198
237.1	1.258

234.1          1.219  
 232.0          1.835  
 202.1          3.359

Wavenumber (nm)	Absoransi	Wavenumber (nm)	Absoransi	Wavenumber (nm)	Absoransi	Wavenumber (nm)	Absoransi
800.0552	0.113985	602.0453	0.191559	403.9742	0.344957	205.9925	3.057646
798.9461	0.113637	601.0096	0.191947	403.0484	0.345849	205.05	3.153552
797.9753	0.114118	599.9736	0.1926	401.9682	0.346593	203.9505	3.237479
797.0041	0.114396	598.9374	0.192849	401.0421	0.347422	203.0079	3.238228
796.0325	0.114371	598.049	0.193135	399.9615	0.348839	202.0653	3.359235
795.0606	0.114547	597.0123	0.193475	399.0352	0.349754	200.9655	3.32633
793.9493	0.115592	595.9752	0.194233	397.9543	0.35095	200.0227	3.419687
792.9766	0.116286	594.9379	0.193951	397.0276	0.351844		
792.0035	0.116408	594.0485	0.195211	395.9463	0.352772		
791.03	0.115875	593.0107	0.195533	395.0194	0.354335		
790.0561	0.117854	591.9725	0.195648	393.9377	0.355616		
788.9426	0.117611	590.9341	0.195999	393.0105	0.356346		
787.968	0.117616	590.0439	0.196452	391.9285	0.358608		
786.9929	0.118038	589.0049	0.197059	391.001	0.359782		
786.0175	0.118142	587.9658	0.197408	390.0733	0.361643		
785.0417	0.118743	586.9263	0.198044	388.9908	0.362576		
784.0656	0.119076	586.0351	0.198404	388.0629	0.36457		
782.9495	0.119249	584.9951	0.19872	386.98	0.365854		
781.9726	0.119718	583.9548	0.199197	386.0518	0.367328		
780.9952	0.120349	583.063	0.199527	384.9686	0.369342		
780.0176	0.12038	582.0222	0.199922	384.0401	0.371371		
779.0396	0.120816	580.9811	0.200401	382.9566	0.373776		
778.0611	0.121473	579.9398	0.200854	382.0278	0.375496		
776.9424	0.123019	579.0471	0.20109	380.9439	0.377398		

775.9633	0.123016	578.0052	0.201385	380.0148	0.379524
774.9837	0.123127	576.9631	0.201423	378.9307	0.381616
774.0037	0.124339	576.0696	0.201614	378.0013	0.383948
773.0234	0.123714	575.027	0.202147	377.0717	0.385801
772.0428	0.123523	573.9841	0.202457	375.9871	0.388471
771.0618	0.124242	572.941	0.202856	375.0573	0.390515
769.9401	0.122946	572.0466	0.203197	373.9723	0.39322
768.9583	0.122907	571.003	0.203561	373.0422	0.395004
767.9761	0.123726	569.9591	0.204042	371.9569	0.397619
766.9936	0.123693	569.0641	0.204965	371.0265	0.405417
766.0107	0.124062	568.0197	0.205282	369.9409	0.407476
765.0274	0.124063	566.975	0.205426	369.0102	0.405276
764.0438	0.124973	565.93	0.206157	367.9243	0.415347
763.0598	0.125064	565.0341	0.206112	366.9933	0.414224
761.9348	0.125537	563.9886	0.206339	366.0623	0.417267
760.9501	0.125708	562.9429	0.207107	364.9758	0.416464
759.965	0.125666	562.0464	0.206973	364.0445	0.418152
758.9795	0.125289	561.0002	0.207159	362.9578	0.42079
757.9937	0.125898	559.9537	0.207336	362.0262	0.423859
757.0074	0.126502	559.0565	0.2075	360.9391	0.427982
756.0209	0.126595	558.0096	0.207895	360.0072	0.426898
755.034	0.12698	556.9623	0.208027	359.0752	0.430369
754.0468	0.126561	556.0645	0.208239	357.9877	0.433916
753.0591	0.127567	555.0168	0.208554	357.0554	0.434367
751.93	0.127257	553.9688	0.208558	355.9676	0.437208
750.9417	0.127898	553.0703	0.208755	355.035	0.438965
749.9529	0.127308	552.0219	0.208576	353.9469	0.441307
748.9638	0.127262	550.9731	0.209063	353.0141	0.445018
747.9744	0.127346	550.074	0.208998	351.9257	0.445015
746.9846	0.127912	549.0248	0.209251	350.9926	0.451748

745.9944	0.127588	547.9753	0.20941	350.0594	0.443551
745.004	0.127568	546.9256	0.209848	348.9705	0.451215
744.0131	0.127741	546.0256	0.210181	348.037	0.454063
743.0219	0.127401	544.9754	0.210268	346.9478	0.455619
742.0303	0.127294	543.925	0.210717	346.0141	0.457429
741.0385	0.127685	543.0244	0.212213	344.9246	0.459475
740.0462	0.127414	541.9734	0.212488	343.9906	0.46051
739.0536	0.126927	541.0724	0.211657	343.0565	0.458092
738.0607	0.126586	540.021	0.212468	341.9666	0.465899
737.0674	0.126264	538.9694	0.213086	341.0322	0.468567
735.9318	0.126314	538.0677	0.213464	339.942	0.46894
734.9377	0.125589	537.0156	0.214342	339.0073	0.472135
733.9433	0.124996	535.9632	0.215046	338.0726	0.478785
732.9486	0.124503	535.0609	0.21544	336.9819	0.482958
731.9535	0.1239	534.0081	0.217631	336.0469	0.476018
730.9581	0.123373	532.955	0.217389	334.956	0.485234
729.9623	0.122686	532.0521	0.21862	334.0207	0.48621
728.9662	0.123335	530.9985	0.220617	332.9295	0.483588
727.9697	0.121976	529.9446	0.221482	331.994	0.487387
726.973	0.122436	529.0412	0.222474	331.0584	0.485988
725.9758	0.122181	527.9869	0.222117	329.9667	0.49617
724.9783	0.122063	526.9323	0.223946	329.0308	0.493072
723.9805	0.121583	526.0283	0.224915	327.9389	0.497413
722.9823	0.121408	524.9733	0.226563	327.0027	0.502332
721.9838	0.121532	524.0687	0.227332	326.0666	0.502907
720.9849	0.121634	523.0133	0.228602	324.9742	0.50652
719.9857	0.121902	521.9576	0.229879	324.0377	0.510532
718.9862	0.122007	521.0525	0.231182	322.945	0.519423
717.9863	0.122481	519.9963	0.232185	322.0083	0.523375
716.9861	0.122824	518.9399	0.233316	321.0715	0.521792

715.9856	0.123053	518.0342	0.234484	319.9784	0.527325
714.9847	0.123796	516.9774	0.235949	319.0414	0.531911
713.9835	0.124186	516.0712	0.236983	317.948	0.537734
712.9819	0.125207	515.0139	0.238051	317.0107	0.54303
711.98	0.125781	513.9564	0.239216	316.0733	0.543037
710.9778	0.125529	513.0497	0.240212	314.9795	0.549063
709.9752	0.126577	511.9917	0.241286	314.0419	0.556134
708.9723	0.128595	510.9334	0.242497	312.9478	0.556675
707.9691	0.129245	510.0262	0.243555	312.0099	0.56267
706.9655	0.129462	508.9674	0.24478	311.072	0.568061
705.9615	0.131999	508.0598	0.245869	309.9775	0.571176
704.9573	0.131899	507.0006	0.246797	309.0393	0.578333
703.9528	0.133031	505.9413	0.247283	307.9446	0.586448
702.9479	0.134196	505.033	0.248253	307.0061	0.589341
701.9426	0.136131	503.9732	0.249178	306.0676	0.592522
700.9371	0.137126	503.0646	0.250057	304.9725	0.600394
699.9312	0.138034	502.0043	0.250813	304.0337	0.603109
699.0687	0.139157	500.9438	0.251614	302.9383	0.612839
698.0622	0.138994	500.0346	0.252129	301.9993	0.61291
697.0554	0.140093	498.9737	0.252957	301.0602	0.611228
696.0482	0.141411	498.0641	0.253659	299.9644	0.634318
695.0406	0.14217	497.0027	0.254658	299.0251	0.639616
694.0328	0.143495	495.9411	0.255264	297.929	0.649379
693.0247	0.144271	495.0309	0.255547	296.9895	0.651072
692.0162	0.145029	493.9689	0.256951	296.0498	0.658113
691.0074	0.145776	493.0584	0.257613	294.9534	0.679323
689.9982	0.146532	491.9959	0.258299	294.0135	0.681664
688.9888	0.148011	490.9332	0.257679	293.0735	0.698728
687.979	0.148865	490.0221	0.25933	291.9767	0.698509
686.9689	0.149375	488.9589	0.259701	291.0365	0.698967

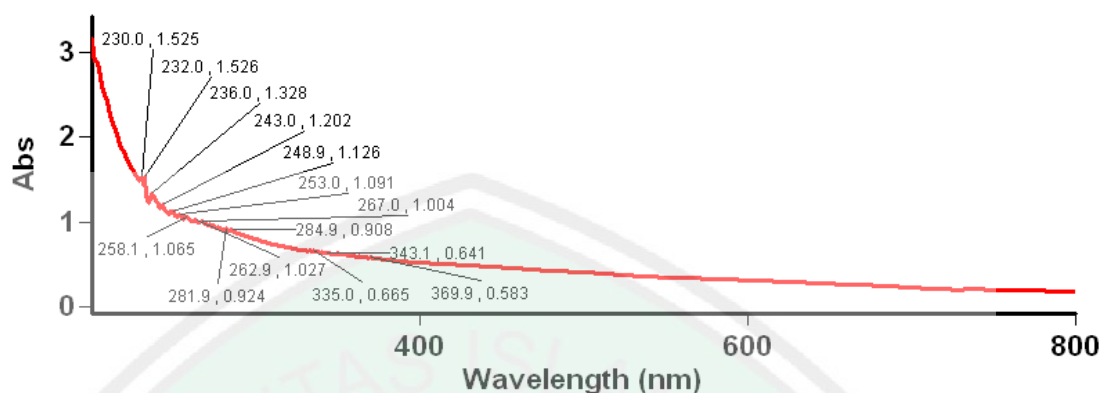
685.9584	0.150422	488.0475	0.260361	289.9395	0.727177
684.9477	0.150743	486.9839	0.260949	288.9991	0.726468
683.9366	0.151573	486.0721	0.261006	288.0585	0.741104
683.0697	0.152337	485.0081	0.261431	286.9611	0.747107
682.058	0.152875	483.9438	0.262558	286.0204	0.756824
681.046	0.153505	483.0315	0.263104	284.9227	0.77349
680.0337	0.154175	481.9668	0.262361	283.9818	0.780483
679.0211	0.155113	481.0541	0.263154	283.0407	0.789122
678.0081	0.155735	479.989	0.263832	281.9427	0.789455
676.9948	0.15617	479.0759	0.26489	281.0014	0.793816
675.9812	0.157009	478.0104	0.265613	280.06	0.8192
674.9673	0.157878	476.9447	0.266858	278.9617	0.821595
673.9531	0.158547	476.031	0.268155	278.0201	0.82673
672.9385	0.159016	474.9649	0.269229	277.0784	0.826054
672.0686	0.159803	474.0509	0.270544	275.9797	0.830945
671.0535	0.160558	472.9843	0.271609	275.0378	0.843217
670.038	0.160602	472.0699	0.272978	273.9388	0.855095
669.0222	0.16133	471.003	0.274207	272.9967	0.854806
668.0061	0.161416	469.9358	0.275726	272.0545	0.869283
666.9897	0.16148	469.0209	0.277181	270.9552	0.881033
665.973	0.161771	467.9533	0.278577	270.0128	0.892581
664.9559	0.162256	467.038	0.279707	269.0703	0.875017
663.9385	0.162732	465.97	0.280808	267.9707	0.902524
663.0663	0.162792	465.0544	0.282313	267.028	0.893625
662.0483	0.163056	463.986	0.283917	265.9281	0.905334
661.0301	0.164607	463.07	0.284999	264.9852	0.925542
660.0115	0.164841	462.0012	0.287233	264.0422	0.900405
658.9927	0.164349	460.9321	0.288511	262.942	0.933401
657.9735	0.164806	460.0156	0.289776	261.9988	0.924411
656.954	0.165213	458.9462	0.290208	261.0555	0.914653

655.9342	0.166059	458.0294	0.291005	259.955	0.958966
655.0598	0.166214	456.9595	0.292458	259.0115	0.928603
654.0394	0.166289	456.0423	0.293394	258.068	0.966221
653.0187	0.166824	454.972	0.29452	256.967	0.934929
651.9977	0.167036	454.0545	0.295314	256.0233	0.930729
650.9764	0.167575	452.9839	0.296682	254.9222	1.030657
649.9548	0.168048	452.066	0.297821	253.9782	0.919974
648.9329	0.169162	450.995	0.300127	253.0342	0.998603
648.0568	0.169027	449.9237	0.301084	251.9328	0.963979
647.0342	0.169308	449.0053	0.302132	250.9886	0.967149
646.0115	0.16971	447.9337	0.303292	250.0443	0.997183
644.9883	0.170497	447.015	0.304597	248.9488	0.997842
643.965	0.170545	445.9429	0.305689	248.0099	1.008269
642.9413	0.170941	445.0238	0.304857	247.071	1.054311
642.0635	0.171693	443.9514	0.306102	245.9755	1.048082
641.0393	0.171818	443.032	0.306925	245.0363	1.060321
640.0147	0.172759	441.9592	0.309624	243.9406	1.041576
638.9899	0.17282	441.0395	0.309301	243.0013	1.082656
637.9647	0.17349	439.9662	0.310395	242.0619	1.086315
636.9392	0.173859	439.0462	0.311106	240.9659	1.113659
636.06	0.175244	437.9726	0.312561	240.0263	1.106987
635.0339	0.175787	437.0522	0.313171	238.93	1.197739
634.0076	0.176266	435.9782	0.314439	237.9903	1.093745
632.981	0.176409	435.0575	0.31535	237.0505	1.258073
631.954	0.176731	433.9832	0.315991	235.9539	1.131754
630.9268	0.177682	433.0621	0.316993	235.0139	1.181248
630.0461	0.178072	431.9874	0.318043	234.0738	1.219257
629.0183	0.178512	431.066	0.318556	232.977	1.099306
627.9902	0.179	429.9909	0.320975	232.0367	1.835422
626.9619	0.179577	429.0692	0.321759	230.9396	1.331058

625.9332	0.18018	427.9937	0.3228	229.9992	1.319763
625.0512	0.179789	427.0717	0.323601	229.0587	1.440009
624.022	0.181054	425.9958	0.324535	227.9613	1.489209
622.9925	0.182025	425.0735	0.325657	227.0207	1.519947
621.9627	0.181956	423.9973	0.324399	225.9231	1.571341
620.9326	0.182513	423.0746	0.327626	224.9823	1.611667
620.0494	0.182688	421.998	0.328681	224.0414	1.657256
619.0187	0.183451	421.075	0.32947	222.9435	1.712787
617.9879	0.183111	419.9981	0.329499	222.0024	1.766919
616.9566	0.183393	419.0748	0.330519	221.0612	1.803896
616.0724	0.184922	417.9974	0.331129	219.9631	1.875323
615.0407	0.185375	417.0739	0.332395	219.0218	1.940621
614.0086	0.185765	415.9961	0.333423	217.9235	1.999029
612.9763	0.186235	415.0722	0.334935	216.982	2.067344
611.9437	0.186902	413.9941	0.335932	216.0404	2.125567
611.0583	0.187157	413.0699	0.336487	214.9418	2.2249
610.0251	0.187691	411.9915	0.337289	214.0001	2.296327
608.9916	0.188166	411.067	0.338158	213.0583	2.38739
607.9579	0.188624	409.9881	0.339566	211.9594	2.47114
607.0716	0.189159	409.0633	0.340471	211.0175	2.556638
606.0373	0.189761	407.9841	0.341589	210.0754	2.647168
605.0027	0.190184	407.059	0.341935	208.9763	2.749962
603.9679	0.190686	405.9795	0.342828	208.0341	2.838619
602.9327	0.191225	405.054	0.343601	206.9348	2.938782

e. PPT-2

Lamdba Maks TiO2 2%  
 Tanggal Analisa : 19 Agustus 2020



Scan Analysis Report

Report Time : Wed 19 Aug 01:39:42 PM 2020

Method:

Batch: D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Endah Sri Puji\Lamdba Maks TiO2 2% (19-08-2020).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: TiO2 2%

Collection Time 8/19/2020 1:40:19 PM

Peak Table

Peak Style Peaks

Peak Threshold 0.0100

Range 800.1nm to 200.0nm

Wavelength (nm) Abs

369.9	0.583
343.1	0.641
335.0	0.665
284.9	0.908
281.9	0.924
267.0	1.004
262.9	1.027
258.1	1.065
253.0	1.091
248.9	1.126
243.0	1.202
236.0	1.328
232.0	1.526
230.0	1.525

Wavenumber (nm)	Absorbansi	Wavenumber (nm)	Absorbansi	Wavenumber (nm)	Absorbansi	Wavenumber (nm)	Absorbansi
800.0552	0.178418	602.0453	0.311284	403.9742	0.515101	205.05	2.712127
798.9461	0.178496	601.0096	0.312316	403.0484	0.516195	203.9505	2.809547
797.9753	0.178738	599.9736	0.312686	401.9682	0.517251	203.0079	2.883312
797.0041	0.179207	598.9374	0.313852	401.0421	0.518955	202.0653	2.896527
796.0325	0.178495	598.049	0.314106	399.9615	0.520123	200.9655	2.958502
795.0606	0.178829	597.0123	0.315106	399.0352	0.520712	200.0227	3.161517
793.9493	0.178795	595.9752	0.315875	397.9543	0.522525		
792.9766	0.179639	594.9379	0.316377	397.0276	0.523229		
792.0035	0.180616	594.0485	0.317619	395.9463	0.524352		
791.03	0.181492	593.0107	0.318152	395.0194	0.52572		
790.0561	0.181945	591.9725	0.318982	393.9377	0.527411		
788.9426	0.183222	590.9341	0.320033	393.0105	0.528697		
787.968	0.18332	590.0439	0.320455	391.9285	0.530163		
786.9929	0.183308	589.0049	0.321032	391.001	0.531543		
786.0175	0.183917	587.9658	0.322037	390.0733	0.533432		
785.0417	0.184665	586.9263	0.323042	388.9908	0.535097		
784.0656	0.185343	586.0351	0.323719	388.0629	0.536986		
782.9495	0.186059	584.9951	0.324266	386.98	0.538423		
781.9726	0.186336	583.9548	0.324907	386.0518	0.540547		
780.9952	0.187098	583.063	0.325337	384.9686	0.542543		
780.0176	0.187356	582.0222	0.325888	384.0401	0.544211		
779.0396	0.187754	580.9811	0.326972	382.9566	0.547193		
778.0611	0.188977	579.9398	0.327774	382.0278	0.547717		
776.9424	0.189415	579.0471	0.328191	380.9439	0.54998		
775.9633	0.189689	578.0052	0.329036	380.0148	0.552862		
774.9837	0.190596	576.9631	0.32964	378.9307	0.554594		
774.0037	0.192289	576.0696	0.329844	378.0013	0.557257		
773.0234	0.192214	575.027	0.330877	377.0717	0.558512		
772.0428	0.192669	573.9841	0.331493	375.9871	0.561541		

771.0618	0.193101	572.941	0.332304	375.0573	0.563217
769.9401	0.193681	572.0466	0.332625	373.9723	0.565334
768.9583	0.194236	571.003	0.333545	373.0422	0.568314
767.9761	0.193224	569.9591	0.334412	371.9569	0.570557
766.9936	0.194144	569.0641	0.336166	371.0265	0.57279
766.0107	0.194264	568.0197	0.336006	369.9409	0.582659
765.0274	0.194398	566.975	0.336992	369.0102	0.56932
764.0438	0.195296	565.93	0.337899	367.9243	0.586622
763.0598	0.196263	565.0341	0.338397	366.9933	0.582482
761.9348	0.197027	563.9886	0.339546	366.0623	0.582177
760.9501	0.19685	562.9429	0.339703	364.9758	0.591484
759.965	0.197017	562.0464	0.340114	364.0445	0.585048
758.9795	0.197172	561.0002	0.340754	362.9578	0.595147
757.9937	0.197149	559.9537	0.340984	362.0262	0.591576
757.0074	0.198038	559.0565	0.341835	360.9391	0.59151
756.0209	0.197638	558.0096	0.342262	360.0072	0.604403
755.034	0.198025	556.9623	0.342864	359.0752	0.597372
754.0468	0.199831	556.0645	0.343909	357.9877	0.607726
753.0591	0.198984	555.0168	0.344301	357.0554	0.607391
751.93	0.200162	553.9688	0.344585	355.9676	0.606514
750.9417	0.200711	553.0703	0.345003	355.035	0.613858
749.9529	0.200312	552.0219	0.345762	353.9469	0.61295
748.9638	0.200724	550.9731	0.34644	353.0141	0.616728
747.9744	0.201953	550.074	0.347127	351.9257	0.61236
746.9846	0.201155	549.0248	0.347401	350.9926	0.613064
745.9944	0.201877	547.9753	0.348004	350.0594	0.627602
745.004	0.202573	546.9256	0.348653	348.9705	0.620878
744.0131	0.203154	546.0256	0.349329	348.037	0.622476
743.0219	0.203499	544.9754	0.350121	346.9478	0.620691
742.0303	0.20338	543.925	0.350654	346.0141	0.62297

741.0385	0.203264	543.0244	0.352769	344.9246	0.639857
740.0462	0.203615	541.9734	0.35329	343.9906	0.63523
739.0536	0.203993	541.0724	0.352315	343.0565	0.641003
738.0607	0.204014	540.021	0.35418	341.9666	0.628351
737.0674	0.203465	538.9694	0.35519	341.0322	0.628211
735.9318	0.204314	538.0677	0.35585	339.942	0.645999
734.9377	0.203459	537.0156	0.357041	339.0073	0.642378
733.9433	0.203021	535.9632	0.35797	338.0726	0.651064
732.9486	0.203228	535.0609	0.358979	336.9819	0.644343
731.9535	0.202587	534.0081	0.361181	336.0469	0.644036
730.9581	0.201831	532.955	0.361277	334.956	0.665496
729.9623	0.201864	532.0521	0.362653	334.0207	0.65426
728.9662	0.202469	530.9985	0.365284	332.9295	0.662982
727.9697	0.201135	529.9446	0.366627	331.994	0.654857
726.973	0.20251	529.0412	0.36769	331.0584	0.664152
725.9758	0.20218	527.9869	0.367529	329.9667	0.672289
724.9783	0.20249	526.9323	0.369693	329.0308	0.668564
723.9805	0.202971	526.0283	0.37134	327.9389	0.668891
722.9823	0.203097	524.9733	0.37295	327.0027	0.671835
721.9838	0.203193	524.0687	0.374208	326.0666	0.675469
720.9849	0.203356	523.0133	0.375703	324.9742	0.680839
719.9857	0.203796	521.9576	0.377586	324.0377	0.681757
718.9862	0.204649	521.0525	0.378864	322.945	0.690896
717.9863	0.20525	519.9963	0.380085	322.0083	0.689549
716.9861	0.205667	518.9399	0.381837	321.0715	0.69592
715.9856	0.206546	518.0342	0.383136	319.9784	0.696601
714.9847	0.207362	516.9774	0.38457	319.0414	0.699963
713.9835	0.20824	516.0712	0.386261	317.948	0.70171
712.9819	0.209562	515.0139	0.387581	317.0107	0.708992
711.98	0.210392	513.9564	0.389296	316.0733	0.709011

710.9778	0.210959	513.0497	0.390036	314.9795	0.718069
709.9752	0.21168	511.9917	0.391465	314.0419	0.722473
708.9723	0.214222	510.9334	0.392676	312.9478	0.728027
707.9691	0.215353	510.0262	0.394226	312.0099	0.727679
706.9655	0.215636	508.9674	0.395426	311.072	0.73138
705.9615	0.21815	508.0598	0.396691	309.9775	0.739845
704.9573	0.219453	507.0006	0.398263	309.0393	0.746574
703.9528	0.220156	505.9413	0.399003	307.9446	0.755294
702.9479	0.221622	505.033	0.400014	307.0061	0.750069
701.9426	0.224221	503.9732	0.401848	306.0676	0.763273
700.9371	0.225538	503.0646	0.402404	304.9725	0.761642
699.9312	0.227029	502.0043	0.403913	304.0337	0.767835
699.0687	0.228346	500.9438	0.404677	302.9383	0.776337
698.0622	0.228449	500.0346	0.40537	301.9993	0.782612
697.0554	0.230397	498.9737	0.406322	301.0602	0.791902
696.0482	0.231463	498.0641	0.407559	299.9644	0.791259
695.0406	0.232473	497.0027	0.408314	299.0251	0.799398
694.0328	0.234038	495.9411	0.409514	297.929	0.808429
693.0247	0.2354	495.0309	0.409959	296.9895	0.812725
692.0162	0.236403	493.9689	0.411733	296.0498	0.817575
691.0074	0.237619	493.0584	0.412487	294.9534	0.824725
689.9982	0.238482	491.9959	0.41348	294.0135	0.833357
688.9888	0.240262	490.9332	0.413079	293.0735	0.842081
687.979	0.241499	490.0221	0.414885	291.9767	0.845033
686.9689	0.242006	488.9589	0.415693	291.0365	0.851902
685.9584	0.243096	488.0475	0.416303	289.9395	0.863961
684.9477	0.243441	486.9839	0.417151	288.9991	0.865562
683.9366	0.244854	486.0721	0.417831	288.0585	0.874447
683.0697	0.245777	485.0081	0.41826	286.9611	0.881437
682.058	0.246586	483.9438	0.419318	286.0204	0.893596

681.046	0.247572	483.0315	0.420345	284.9227	0.908246
680.0337	0.248428	481.9668	0.419848	283.9818	0.895644
679.0211	0.249537	481.0541	0.421129	283.0407	0.904255
678.0081	0.250566	479.989	0.42208	281.9427	0.923968
676.9948	0.251596	479.0759	0.422772	281.0014	0.910135
675.9812	0.252254	478.0104	0.424373	280.06	0.913307
674.9673	0.252818	476.9447	0.425249	278.9617	0.91976
673.9531	0.254433	476.031	0.427106	278.0201	0.921735
672.9385	0.255367	474.9649	0.428194	277.0784	0.943973
672.0686	0.255626	474.0509	0.429985	275.9797	0.934239
671.0535	0.256757	472.9843	0.431218	275.0378	0.940153
670.038	0.257753	472.0699	0.4321	273.9388	0.955531
669.0222	0.258647	471.003	0.434202	272.9967	0.946321
668.0061	0.259271	469.9358	0.435749	272.0545	0.969299
666.9897	0.25936	469.0209	0.437331	270.9552	0.961104
665.973	0.259894	467.9533	0.439029	270.0128	0.98169
664.9559	0.260823	467.038	0.440139	269.0703	0.983697
663.9385	0.261544	465.97	0.441319	267.9707	0.98753
663.0663	0.261938	465.0544	0.443236	267.028	1.003997
662.0483	0.262959	463.986	0.444293	265.9281	1.000844
661.0301	0.264273	463.07	0.446223	264.9852	0.987389
660.0115	0.264679	462.0012	0.448847	264.0422	1.009335
658.9927	0.264944	460.9321	0.449971	262.942	1.026754
657.9735	0.265789	460.0156	0.451563	261.9988	1.013563
656.954	0.266649	458.9462	0.452108	261.0555	1.010368
655.9342	0.267052	458.0294	0.45349	259.955	1.019985
655.0598	0.267858	456.9595	0.454971	259.0115	1.038883
654.0394	0.268014	456.0423	0.455364	258.068	1.064723
653.0187	0.269346	454.972	0.457	256.967	1.058807
651.9977	0.2697	454.0545	0.458312	256.0233	1.024397

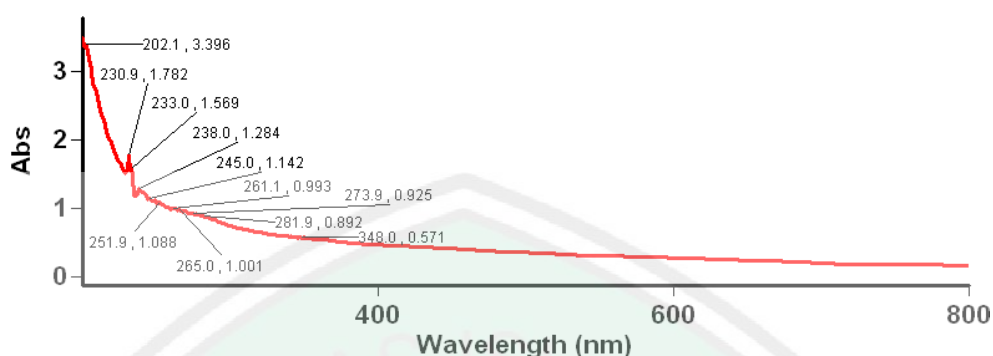
650.9764	0.270643	452.9839	0.459751	254.9222	1.064752
649.9548	0.27148	452.066	0.461091	253.9782	1.066344
648.9329	0.272192	450.995	0.463401	253.0342	1.090852
648.0568	0.272384	449.9237	0.46474	251.9328	1.0557
647.0342	0.273676	449.0053	0.466373	250.9886	1.07223
646.0115	0.274606	447.9337	0.46786	250.0443	1.122392
644.9883	0.276366	447.015	0.469167	248.9488	1.126137
643.965	0.276004	445.9429	0.470157	248.0099	1.123356
642.9413	0.277141	445.0238	0.469217	247.071	1.097787
642.0635	0.278223	443.9514	0.47155	245.9755	1.126124
641.0393	0.278745	443.032	0.472138	245.0363	1.140423
640.0147	0.279557	441.9592	0.475267	243.9406	1.152224
638.9899	0.280043	441.0395	0.474803	243.0013	1.202044
637.9647	0.280604	439.9662	0.475906	242.0619	1.175357
636.9392	0.281547	439.0462	0.477318	240.9659	1.16432
636.06	0.283315	437.9726	0.478566	240.0263	1.23556
635.0339	0.284646	437.0522	0.479973	238.93	1.254339
634.0076	0.285062	435.9782	0.480843	237.9903	1.286003
632.981	0.286368	435.0575	0.481464	237.0505	1.313073
631.954	0.286019	433.9832	0.483356	235.9539	1.327743
630.9268	0.288127	433.0621	0.484211	235.0139	1.226341
630.0461	0.288383	431.9874	0.485361	234.0738	1.249007
629.0183	0.289143	431.066	0.485963	232.977	1.324653
627.9902	0.289952	429.9909	0.488811	232.0367	1.526122
626.9619	0.29077	429.0692	0.489884	230.9396	1.439681
625.9332	0.291909	427.9937	0.49062	229.9992	1.525425
625.0512	0.291327	427.0717	0.492085	229.0587	1.476675
624.022	0.293336	425.9958	0.492945	227.9613	1.510816
622.9925	0.294565	425.0735	0.494086	227.0207	1.540292
621.9627	0.295187	423.9973	0.49307	225.9231	1.571887

620.9326	0.29602	423.0746	0.495789	224.9823	1.606101
620.0494	0.296908	421.998	0.497255	224.0414	1.641123
619.0187	0.29773	421.075	0.498276	222.9435	1.675221
617.9879	0.297587	419.9981	0.497612	222.0024	1.708051
616.9566	0.298794	419.0748	0.499343	221.0612	1.736132
616.0724	0.300109	417.9974	0.500279	219.9631	1.792128
615.0407	0.300851	417.0739	0.501892	219.0218	1.836614
614.0086	0.301904	415.9961	0.502724	217.9235	1.875449
612.9763	0.3025	415.0722	0.503571	216.982	1.923915
611.9437	0.303489	413.9941	0.505109	216.0404	1.965734
611.0583	0.304401	413.0699	0.505871	214.9418	2.042738
610.0251	0.304876	411.9915	0.507041	214.0001	2.091085
608.9916	0.305728	411.067	0.508236	213.0583	2.147784
607.9579	0.306497	409.9881	0.509052	211.9594	2.220999
607.0716	0.30733	409.0633	0.510582	211.0175	2.263483
606.0373	0.308025	407.9841	0.511581	210.0754	2.337833
605.0027	0.308828	407.059	0.512186	208.9763	2.433082
603.9679	0.309867	405.9795	0.513377	208.0341	2.489778
602.9327	0.31044	405.054	0.514374	206.9348	2.551315
				205.9925	2.614043

f. PPT-3

Lamdba Maks TiO<sub>2</sub> 3%

Tanggal Analisa : 19 Agustus 2020



Scan Analysis Report

Report Time : Wed 19 Aug 01:42:01 PM 2020

Method:

Batch: D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Endah Sri Puji\Lamdba Maks TiO<sub>2</sub> 3% (19-08-2020).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: TiO<sub>2</sub> 3%

Collection Time 8/19/2020 1:42:33 PM

Peak Table

Peak Style Peaks  
 Peak Threshold 0.0100  
 Range 800.1nm to 200.0nm

Wavelength (nm) Abs

348.0	0.571
281.9	0.892
273.9	0.925
265.0	1.001
261.1	0.993
251.9	1.088
245.0	1.142
238.0	1.284
233.0	1.569
230.9	1.782
202.1	3.396

Wavenumber (nm)	Absorbansi	Wavenumber (nm)	Absorbansi	Wavenumber (nm)	Absorbansi	Wavenumber (nm)	Absorbansi
800.0552	0.154892	602.0453	0.269719	403.9742	0.454818	205.9925	2.998722
798.9461	0.154849	601.0096	0.270311	403.0484	0.455396	205.05	3.146216
797.9753	0.155921	599.9736	0.271372	401.9682	0.456441	203.9505	3.159009
797.0041	0.155807	598.9374	0.271725	401.0421	0.457339	203.0079	3.305903
796.0325	0.156743	598.049	0.27247	399.9615	0.458944	202.0653	3.395761
795.0606	0.156985	597.0123	0.273064	399.0352	0.460164	200.9655	3.368902
793.9493	0.157064	595.9752	0.273899	397.9543	0.461388	200.0227	3.487299
792.9766	0.157757	594.9379	0.274479	397.0276	0.462331		
792.0035	0.158302	594.0485	0.275177	395.9463	0.463539		
791.03	0.158963	593.0107	0.275806	395.0194	0.465399		
790.0561	0.159524	591.9725	0.276959	393.9377	0.466156		
788.9426	0.160973	590.9341	0.277566	393.0105	0.467031		
787.968	0.160005	590.0439	0.278014	391.9285	0.468974		
786.9929	0.161577	589.0049	0.278694	391.001	0.470714		
786.0175	0.162489	587.9658	0.279458	390.0733	0.472461		
785.0417	0.16294	586.9263	0.28024	388.9908	0.473735		
784.0656	0.162879	586.0351	0.281182	388.0629	0.475832		
782.9495	0.162201	584.9951	0.281633	386.98	0.477385		
781.9726	0.16457	583.9548	0.282006	386.0518	0.479054		
780.9952	0.164847	583.063	0.282718	384.9686	0.481342		
780.0176	0.165107	582.0222	0.283302	384.0401	0.48285		
779.0396	0.166105	580.9811	0.284	382.9566	0.484938		
778.0611	0.165623	579.9398	0.284683	382.0278	0.487093		
776.9424	0.16696	579.0471	0.28494	380.9439	0.489265		
775.9633	0.167534	578.0052	0.285442	380.0148	0.491306		
774.9837	0.168308	576.9631	0.285689	378.9307	0.493749		
774.0037	0.168352	576.0696	0.286487	378.0013	0.496346		
773.0234	0.170425	575.027	0.286771	377.0717	0.498177		

772.0428	0.168594	573.9841	0.287184	375.9871	0.50035
771.0618	0.170633	572.941	0.287516	375.0573	0.502315
769.9401	0.169266	572.0466	0.288077	373.9723	0.50552
768.9583	0.170981	571.003	0.288413	373.0422	0.507799
767.9761	0.170997	569.9591	0.289348	371.9569	0.509505
766.9936	0.170791	569.0641	0.290099	371.0265	0.515254
766.0107	0.17177	568.0197	0.291123	369.9409	0.516189
765.0274	0.171787	566.975	0.290785	369.0102	0.520144
764.0438	0.172836	565.93	0.291655	367.9243	0.520919
763.0598	0.172421	565.0341	0.292022	366.9933	0.521271
761.9348	0.173114	563.9886	0.29221	366.0623	0.528715
760.9501	0.173598	562.9429	0.292583	364.9758	0.531539
759.965	0.174506	562.0464	0.293207	364.0445	0.530587
758.9795	0.174204	561.0002	0.293506	362.9578	0.530085
757.9937	0.174383	559.9537	0.294257	362.0262	0.533535
757.0074	0.173902	559.0565	0.293959	360.9391	0.536069
756.0209	0.1752	558.0096	0.295322	360.0072	0.538948
755.034	0.175396	556.9623	0.295272	359.0752	0.541883
754.0468	0.175538	556.0645	0.296029	357.9877	0.544881
753.0591	0.176554	555.0168	0.296452	357.0554	0.543887
751.93	0.176218	553.9688	0.296983	355.9676	0.542044
750.9417	0.176516	553.0703	0.297301	355.035	0.547945
749.9529	0.176607	552.0219	0.297826	353.9469	0.552183
748.9638	0.176848	550.9731	0.298567	353.0141	0.552999
747.9744	0.176828	550.074	0.299158	351.9257	0.555067
746.9846	0.17684	549.0248	0.299515	350.9926	0.554222
745.9944	0.176981	547.9753	0.300299	350.0594	0.566518
745.004	0.177212	546.9256	0.300877	348.9705	0.562804
744.0131	0.177328	546.0256	0.301672	348.037	0.570821
743.0219	0.177385	544.9754	0.302445	346.9478	0.56832

742.0303	0.177893	543.925	0.302951	346.0141	0.558291
741.0385	0.17705	543.0244	0.304507	344.9246	0.57256
740.0462	0.177097	541.9734	0.305378	343.9906	0.570789
739.0536	0.176876	541.0724	0.304983	343.0565	0.581644
738.0607	0.177173	540.021	0.305868	341.9666	0.580479
737.0674	0.176983	538.9694	0.306539	341.0322	0.58435
735.9318	0.175893	538.0677	0.307005	339.942	0.581854
734.9377	0.175918	537.0156	0.307927	339.0073	0.586732
733.9433	0.175228	535.9632	0.308869	338.0726	0.587998
732.9486	0.17565	535.0609	0.3095	336.9819	0.587389
731.9535	0.174453	534.0081	0.311757	336.0469	0.594413
730.9581	0.174351	532.955	0.311854	334.956	0.595043
729.9623	0.173765	532.0521	0.312861	334.0207	0.595002
728.9662	0.174401	530.9985	0.315151	332.9295	0.598872
727.9697	0.173396	529.9446	0.315952	331.994	0.595966
726.973	0.174596	529.0412	0.317391	331.0584	0.609515
725.9758	0.173908	527.9869	0.317528	329.9667	0.605803
724.9783	0.17366	526.9323	0.3189	329.0308	0.605952
723.9805	0.174063	526.0283	0.320215	327.9389	0.616731
722.9823	0.173937	524.9733	0.321722	327.0027	0.613228
721.9838	0.174607	524.0687	0.322632	326.0666	0.617902
720.9849	0.174774	523.0133	0.323885	324.9742	0.622115
719.9857	0.175045	521.9576	0.325561	324.0377	0.632412
718.9862	0.175513	521.0525	0.326649	322.945	0.629619
717.9863	0.176154	519.9963	0.328054	322.0083	0.635844
716.9861	0.176338	518.9399	0.329379	321.0715	0.638091
715.9856	0.176938	518.0342	0.330368	319.9784	0.639605
714.9847	0.177788	516.9774	0.331606	319.0414	0.645284
713.9835	0.178734	516.0712	0.332748	317.948	0.649663
712.9819	0.179675	515.0139	0.334195	317.0107	0.652393

711.98	0.180607	513.9564	0.335228	316.0733	0.654015
710.9778	0.180379	513.0497	0.336153	314.9795	0.660769
709.9752	0.182067	511.9917	0.33738	314.0419	0.668894
708.9723	0.183922	510.9334	0.338288	312.9478	0.67239
707.9691	0.184783	510.0262	0.339203	312.0099	0.678467
706.9655	0.185746	508.9674	0.340612	311.072	0.677044
705.9615	0.187086	508.0598	0.340872	309.9775	0.683081
704.9573	0.187712	507.0006	0.342467	309.0393	0.685592
703.9528	0.189407	505.9413	0.342998	307.9446	0.695843
702.9479	0.190441	505.033	0.344119	307.0061	0.700784
701.9426	0.192139	503.9732	0.344985	306.0676	0.703405
700.9371	0.194146	503.0646	0.345905	304.9725	0.704165
699.9312	0.195048	502.0043	0.346836	304.0337	0.721301
699.0687	0.195859	500.9438	0.34803	302.9383	0.718159
698.0622	0.195964	500.0346	0.348509	301.9993	0.725099
697.0554	0.197144	498.9737	0.349491	301.0602	0.733796
696.0482	0.198603	498.0641	0.35023	299.9644	0.738796
695.0406	0.198891	497.0027	0.351563	299.0251	0.743757
694.0328	0.199977	495.9411	0.351863	297.929	0.75493
693.0247	0.200796	495.0309	0.352552	296.9895	0.760527
692.0162	0.202282	493.9689	0.354355	296.0498	0.768709
691.0074	0.203765	493.0584	0.354823	294.9534	0.776433
689.9982	0.204039	491.9959	0.356165	294.0135	0.787483
688.9888	0.205245	490.9332	0.355084	293.0735	0.796175
687.979	0.206433	490.0221	0.356942	291.9767	0.801194
686.9689	0.20773	488.9589	0.357697	291.0365	0.814181
685.9584	0.208372	488.0475	0.358482	289.9395	0.822652
684.9477	0.209072	486.9839	0.359304	288.9991	0.824491
683.9366	0.210311	486.0721	0.359533	288.0585	0.822048
683.0697	0.211084	485.0081	0.360045	286.9611	0.842301

682.058	0.211598	483.9438	0.361202	286.0204	0.842074
681.046	0.213038	483.0315	0.361956	284.9227	0.862023
680.0337	0.213584	481.9668	0.361628	283.9818	0.857422
679.0211	0.214566	481.0541	0.362666	283.0407	0.873925
678.0081	0.21554	479.989	0.363683	281.9427	0.892025
676.9948	0.216468	479.0759	0.364545	281.0014	0.874787
675.9812	0.217495	478.0104	0.365793	280.06	0.889095
674.9673	0.217673	476.9447	0.367062	278.9617	0.899657
673.9531	0.218511	476.031	0.368119	278.0201	0.902282
672.9385	0.219857	474.9649	0.369719	277.0784	0.910806
672.0686	0.220226	474.0509	0.370957	275.9797	0.908763
671.0535	0.221353	472.9843	0.37281	275.0378	0.918455
670.038	0.221739	472.0699	0.374072	273.9388	0.925379
669.0222	0.222765	471.003	0.375675	272.9967	0.915238
668.0061	0.222733	469.9358	0.377176	272.0545	0.923538
666.9897	0.223483	469.0209	0.378686	270.9552	0.937
665.973	0.223951	467.9533	0.380201	270.0128	0.94857
664.9559	0.224428	467.038	0.381535	269.0703	0.951663
663.9385	0.224694	465.97	0.38285	267.9707	0.945698
663.0663	0.225294	465.0544	0.384709	267.028	0.957637
662.0483	0.226048	463.986	0.38656	265.9281	0.959068
661.0301	0.227629	463.07	0.387602	264.9852	1.001386
660.0115	0.228454	462.0012	0.390138	264.0422	0.960577
658.9927	0.227708	460.9321	0.391572	262.942	0.984966
657.9735	0.2286	460.0156	0.393145	261.9988	0.987863
656.954	0.228338	458.9462	0.393557	261.0555	0.992986
655.9342	0.229405	458.0294	0.394944	259.955	0.979705
655.0598	0.229786	456.9595	0.396458	259.0115	0.999758
654.0394	0.231175	456.0423	0.397194	258.068	1.012301
653.0187	0.231045	454.972	0.398586	256.967	1.016269

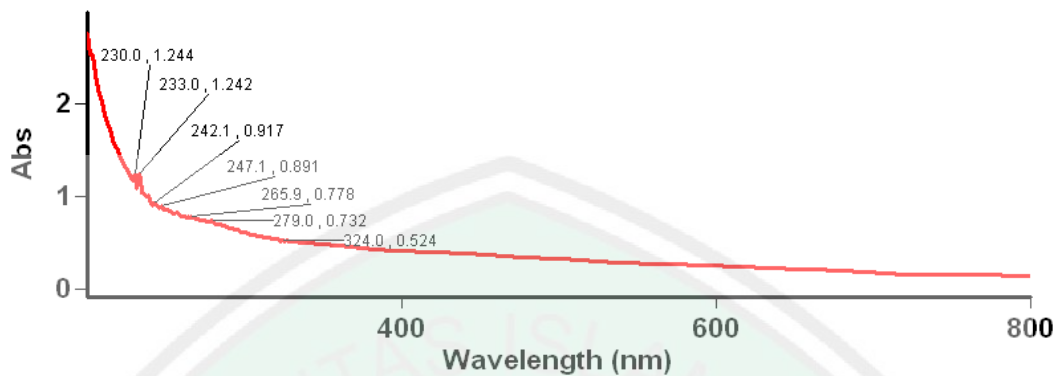
651.9977	0.231963	454.0545	0.39978	256.0233	1.030591
650.9764	0.232432	452.9839	0.401189	254.9222	1.042363
649.9548	0.233176	452.066	0.402344	253.9782	1.042501
648.9329	0.234189	450.995	0.404534	253.0342	1.059952
648.0568	0.235006	449.9237	0.405996	251.9328	1.088073
647.0342	0.235182	449.0053	0.407095	250.9886	1.068725
646.0115	0.236555	447.9337	0.408554	250.0443	1.075085
644.9883	0.23658	447.015	0.409779	248.9488	1.114507
643.965	0.23811	445.9429	0.411026	248.0099	1.106829
642.9413	0.237897	445.0238	0.410564	247.071	1.1108
642.0635	0.238801	443.9514	0.411777	245.9755	1.13155
641.0393	0.240038	443.032	0.412501	245.0363	1.142332
640.0147	0.240474	441.9592	0.415545	243.9406	1.127314
638.9899	0.241226	441.0395	0.414737	243.0013	1.184129
637.9647	0.242362	439.9662	0.416409	242.0619	1.194928
636.9392	0.242561	439.0462	0.417484	240.9659	1.222199
636.06	0.244145	437.9726	0.418826	240.0263	1.221035
635.0339	0.245256	437.0522	0.419741	238.93	1.258147
634.0076	0.245333	435.9782	0.420865	237.9903	1.28376
632.981	0.246647	435.0575	0.421895	237.0505	1.216672
631.954	0.246389	433.9832	0.422931	235.9539	1.166251
630.9268	0.247801	433.0621	0.424008	235.0139	1.169233
630.0461	0.248528	431.9874	0.425029	234.0738	1.48967
629.0183	0.249209	431.066	0.425726	232.977	1.568852
627.9902	0.249892	429.9909	0.428171	232.0367	1.547849
626.9619	0.250667	429.0692	0.429227	230.9396	1.782001
625.9332	0.251663	427.9937	0.430069	229.9992	1.540282
625.0512	0.251587	427.0717	0.430914	229.0587	1.504253
624.022	0.252894	425.9958	0.432189	227.9613	1.548092
622.9925	0.253928	425.0735	0.433303	227.0207	1.583908

621.9627	0.254809	423.9973	0.432333	225.9231	1.624694
620.9326	0.255067	423.0746	0.435357	224.9823	1.668002
620.0494	0.256251	421.998	0.436429	224.0414	1.710972
619.0187	0.256807	421.075	0.437552	222.9435	1.759624
617.9879	0.256772	419.9981	0.437574	222.0024	1.797171
616.9566	0.257209	419.0748	0.438494	221.0612	1.837163
616.0724	0.259181	417.9974	0.439854	219.9631	1.906919
615.0407	0.260312	417.0739	0.440645	219.0218	1.954168
614.0086	0.260676	415.9961	0.441747	217.9235	2.019543
612.9763	0.261801	415.0722	0.443205	216.982	2.071498
611.9437	0.262326	413.9941	0.443921	216.0404	2.125028
611.0583	0.263025	413.0699	0.445304	214.9418	2.218344
610.0251	0.263536	411.9915	0.445503	214.0001	2.291454
608.9916	0.264413	411.067	0.446945	213.0583	2.361869
607.9579	0.265218	409.9881	0.448237	211.9594	2.425289
607.0716	0.265666	409.0633	0.449456	211.0175	2.515939
606.0373	0.266589	407.9841	0.450281	210.0754	2.598231
605.0027	0.267339	407.059	0.451041	208.9763	2.695949
603.9679	0.268026	405.9795	0.452071	208.0341	2.783207
602.9327	0.26885	405.054	0.453158	206.9348	2.840136

g. PPT-4

Lamdha Maks TiO2 4%

Tanggal Analisa : 19 Agustus 2020



Scan Analysis Report

Report Time : Wed 19 Aug 01:44:15 PM 2020

Method:

Batch: D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Endah Sri Puji\Lamdha Maks TiO2 4% (19-08-2020).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: TiO2 4%

Collection Time 8/19/2020 1:44:50 PM

Peak Table

Peak Style Peaks  
 Peak Threshold 0.0100  
 Range 800.1nm to 200.0nm

Wavelength (nm) Abs

324.0	0.524
279.0	0.732
265.9	0.778
247.1	0.891
242.1	0.917
233.0	1.242
230.0	1.244

Wavenumber (nm)	Absorbansi	Wavenumber (nm)	Absorbansi	Wavenumber (nm)	Absorbansi	Wavenumber (nm)	Absorbansi
800.0552	0.137539	602.0453	0.246235	403.9742	0.405126	205.9925	2.233263
798.9461	0.138277	601.0096	0.246987	403.0484	0.405423	205.05	2.32409
797.9753	0.138481	599.9736	0.247509	401.9682	0.406084	203.9505	2.410971
797.0041	0.137222	598.9374	0.248231	401.0421	0.406682	203.0079	2.519902
796.0325	0.138385	598.049	0.248707	399.9615	0.407284	202.0653	2.53098
795.0606	0.138049	597.0123	0.249035	399.0352	0.408159	200.9655	2.635032
793.9493	0.138064	595.9752	0.249921	397.9543	0.409077	200.0227	2.755736
792.9766	0.138537	594.9379	0.250461	397.0276	0.409555		
792.0035	0.139548	594.0485	0.251167	395.9463	0.4102		
791.03	0.140211	593.0107	0.251957	395.0194	0.411137		
790.0561	0.140043	591.9725	0.252516	393.9377	0.412062		
788.9426	0.140992	590.9341	0.25319	393.0105	0.412896		
787.968	0.140834	590.0439	0.253773	391.9285	0.413732		
786.9929	0.143519	589.0049	0.254467	391.001	0.414928		
786.0175	0.143521	587.9658	0.255424	390.0733	0.41601		
785.0417	0.142933	586.9263	0.255365	388.9908	0.417171		
784.0656	0.143745	586.0351	0.255952	388.0629	0.41829		
782.9495	0.143015	584.9951	0.256866	386.98	0.419813		
781.9726	0.143547	583.9548	0.25755	386.0518	0.420588		
780.9952	0.145702	583.063	0.258119	384.9686	0.422105		
780.0176	0.144571	582.0222	0.258731	384.0401	0.423508		
779.0396	0.145156	580.9811	0.259087	382.9566	0.425053		
778.0611	0.146014	579.9398	0.259767	382.0278	0.426245		
776.9424	0.147024	579.0471	0.260468	380.9439	0.427882		
775.9633	0.146397	578.0052	0.261138	380.0148	0.429302		
774.9837	0.147119	576.9631	0.261535	378.9307	0.430557		
774.0037	0.146575	576.0696	0.261441	378.0013	0.43284		
773.0234	0.146886	575.027	0.262408	377.0717	0.434169		

772.0428	0.148368	573.9841	0.262902	375.9871	0.435645
771.0618	0.148396	572.941	0.263271	375.0573	0.437528
769.9401	0.148519	572.0466	0.263617	373.9723	0.439257
768.9583	0.149566	571.003	0.264339	373.0422	0.441331
767.9761	0.148938	569.9591	0.264945	371.9569	0.442622
766.9936	0.14912	569.0641	0.266243	371.0265	0.447496
766.0107	0.149894	568.0197	0.26685	369.9409	0.45255
765.0274	0.150981	566.975	0.267137	369.0102	0.44861
764.0438	0.151177	565.93	0.267848	367.9243	0.454424
763.0598	0.15208	565.0341	0.268231	366.9933	0.451877
761.9348	0.15208	563.9886	0.268623	366.0623	0.451909
760.9501	0.152087	562.9429	0.269233	364.9758	0.458959
759.965	0.152971	562.0464	0.269717	364.0445	0.459185
758.9795	0.152532	561.0002	0.269899	362.9578	0.461087
757.9937	0.15321	559.9537	0.270793	362.0262	0.462579
757.0074	0.153413	559.0565	0.270546	360.9391	0.464597
756.0209	0.153664	558.0096	0.270957	360.0072	0.463876
755.034	0.153678	556.9623	0.271442	359.0752	0.465917
754.0468	0.154963	556.0645	0.271884	357.9877	0.467513
753.0591	0.154537	555.0168	0.272448	357.0554	0.468714
751.93	0.155106	553.9688	0.27233	355.9676	0.469403
750.9417	0.155123	553.0703	0.27281	355.035	0.468786
749.9529	0.155324	552.0219	0.272831	353.9469	0.475039
748.9638	0.156317	550.9731	0.27356	353.0141	0.477605
747.9744	0.156042	550.074	0.274018	351.9257	0.47904
746.9846	0.156546	549.0248	0.274153	350.9926	0.481697
745.9944	0.156606	547.9753	0.274429	350.0594	0.485382
745.004	0.156959	546.9256	0.274974	348.9705	0.484645
744.0131	0.158013	546.0256	0.275402	348.037	0.481227
743.0219	0.157504	544.9754	0.276043	346.9478	0.483481

742.0303	0.157601	543.925	0.276137	346.0141	0.484323
741.0385	0.157901	543.0244	0.27795	344.9246	0.487016
740.0462	0.158212	541.9734	0.278482	343.9906	0.491636
739.0536	0.157636	541.0724	0.277645	343.0565	0.49094
738.0607	0.156991	540.021	0.278858	341.9666	0.493721
737.0674	0.157335	538.9694	0.279692	341.0322	0.494379
735.9318	0.156138	538.0677	0.280227	339.942	0.494564
734.9377	0.156217	537.0156	0.280809	339.0073	0.498012
733.9433	0.156039	535.9632	0.282157	338.0726	0.494895
732.9486	0.155655	535.0609	0.282716	336.9819	0.500774
731.9535	0.155096	534.0081	0.284856	336.0469	0.500731
730.9581	0.154951	532.955	0.284644	334.956	0.498174
729.9623	0.15446	532.0521	0.286029	334.0207	0.502152
728.9662	0.155075	530.9985	0.288442	332.9295	0.503849
727.9697	0.153964	529.9446	0.289551	331.994	0.512194
726.973	0.154605	529.0412	0.290209	331.0584	0.507035
725.9758	0.15465	527.9869	0.29005	329.9667	0.514243
724.9783	0.154448	526.9323	0.291804	329.0308	0.511656
723.9805	0.154519	526.0283	0.293158	327.9389	0.511127
722.9823	0.154532	524.9733	0.294882	327.0027	0.518673
721.9838	0.155096	524.0687	0.295716	326.0666	0.512976
720.9849	0.155201	523.0133	0.297025	324.9742	0.519123
719.9857	0.155655	521.9576	0.298633	324.0377	0.52387
718.9862	0.155851	521.0525	0.300018	322.945	0.512562
717.9863	0.156589	519.9963	0.301306	322.0083	0.524939
716.9861	0.156393	518.9399	0.302597	321.0715	0.531837
715.9856	0.156881	518.0342	0.303617	319.9784	0.535177
714.9847	0.1578	516.9774	0.30501	319.0414	0.537786
713.9835	0.158895	516.0712	0.306361	317.948	0.537229
712.9819	0.159512	515.0139	0.307475	317.0107	0.543316

711.98	0.160601	513.9564	0.309079	316.0733	0.545227
710.9778	0.160453	513.0497	0.309747	314.9795	0.550058
709.9752	0.161547	511.9917	0.310968	314.0419	0.552928
708.9723	0.163481	510.9334	0.311866	312.9478	0.555559
707.9691	0.164553	510.0262	0.313072	312.0099	0.557959
706.9655	0.164779	508.9674	0.314545	311.072	0.564111
705.9615	0.167437	508.0598	0.315357	309.9775	0.563703
704.9573	0.167836	507.0006	0.316253	309.0393	0.570188
703.9528	0.168954	505.9413	0.317491	307.9446	0.573242
702.9479	0.170267	505.033	0.318214	307.0061	0.579389
701.9426	0.172162	503.9732	0.319063	306.0676	0.582393
700.9371	0.173458	503.0646	0.319867	304.9725	0.587705
699.9312	0.174713	502.0043	0.321009	304.0337	0.587669
699.0687	0.175335	500.9438	0.32159	302.9383	0.594066
698.0622	0.175585	500.0346	0.32227	301.9993	0.596259
697.0554	0.176659	498.9737	0.322895	301.0602	0.604512
696.0482	0.178675	498.0641	0.323838	299.9644	0.605521
695.0406	0.179634	497.0027	0.324561	299.0251	0.610354
694.0328	0.180509	495.9411	0.325337	297.929	0.615541
693.0247	0.181667	495.0309	0.325839	296.9895	0.623421
692.0162	0.182394	493.9689	0.327254	296.0498	0.632136
691.0074	0.183727	493.0584	0.327435	294.9534	0.64016
689.9982	0.18466	491.9959	0.328534	294.0135	0.639985
688.9888	0.18586	490.9332	0.327993	293.0735	0.646703
687.979	0.186784	490.0221	0.329382	291.9767	0.650613
686.9689	0.187496	488.9589	0.329834	291.0365	0.659034
685.9584	0.188819	488.0475	0.330395	289.9395	0.658245
684.9477	0.189238	486.9839	0.331109	288.9991	0.667527
683.9366	0.190621	486.0721	0.331376	288.0585	0.679794
683.0697	0.191135	485.0081	0.331696	286.9611	0.684378

682.058	0.191927	483.9438	0.332736	286.0204	0.683697
681.046	0.192571	483.0315	0.333226	284.9227	0.690681
680.0337	0.193561	481.9668	0.332675	283.9818	0.700602
679.0211	0.194698	481.0541	0.333407	283.0407	0.699031
678.0081	0.195315	479.989	0.334205	281.9427	0.698353
676.9948	0.19642	479.0759	0.335166	281.0014	0.707185
675.9812	0.197494	478.0104	0.336042	280.06	0.712086
674.9673	0.197851	476.9447	0.337288	278.9617	0.732099
673.9531	0.198936	476.031	0.338482	278.0201	0.721656
672.9385	0.199586	474.9649	0.339459	277.0784	0.726091
672.0686	0.200232	474.0509	0.340998	275.9797	0.730419
671.0535	0.201585	472.9843	0.342188	275.0378	0.733264
670.038	0.201946	472.0699	0.343379	273.9388	0.736899
669.0222	0.202826	471.003	0.344821	272.9967	0.734923
668.0061	0.202967	469.9358	0.346233	272.0545	0.743342
666.9897	0.203289	469.0209	0.347294	270.9552	0.749117
665.973	0.20363	467.9533	0.348817	270.0128	0.754017
664.9559	0.204438	467.038	0.349613	269.0703	0.756541
663.9385	0.205029	465.97	0.351147	267.9707	0.763761
663.0663	0.205491	465.0544	0.352713	267.028	0.771422
662.0483	0.205872	463.986	0.353824	265.9281	0.778489
661.0301	0.207783	463.07	0.355238	264.9852	0.766655
660.0115	0.207469	462.0012	0.357312	264.0422	0.78049
658.9927	0.207644	460.9321	0.35865	262.942	0.773909
657.9735	0.207584	460.0156	0.359941	261.9988	0.779964
656.954	0.20833	458.9462	0.360267	261.0555	0.783123
655.9342	0.208784	458.0294	0.361115	259.955	0.78819
655.0598	0.209532	456.9595	0.362196	259.0115	0.799287
654.0394	0.210169	456.0423	0.363354	258.068	0.810756
653.0187	0.21162	454.972	0.364159	256.967	0.818461

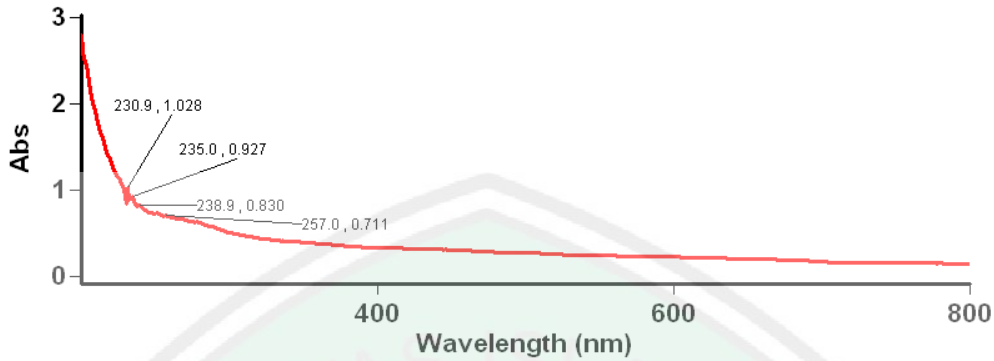
651.9977	0.211587	454.0545	0.365409	256.0233	0.81615
650.9764	0.211478	452.9839	0.366116	254.9222	0.816363
649.9548	0.212682	452.066	0.367453	253.9782	0.828544
648.9329	0.213615	450.995	0.369525	253.0342	0.839027
648.0568	0.214445	449.9237	0.370651	251.9328	0.838803
647.0342	0.214655	449.0053	0.371677	250.9886	0.847565
646.0115	0.214918	447.9337	0.372662	250.0443	0.855156
644.9883	0.215895	447.015	0.37349	248.9488	0.858194
643.965	0.217107	445.9429	0.374494	248.0099	0.871483
642.9413	0.216982	445.0238	0.373955	247.071	0.890727
642.0635	0.218059	443.9514	0.375076	245.9755	0.869674
641.0393	0.218413	443.032	0.375701	245.0363	0.895322
640.0147	0.219136	441.9592	0.378111	243.9406	0.909299
638.9899	0.220453	441.0395	0.377446	243.0013	0.911179
637.9647	0.220688	439.9662	0.378633	242.0619	0.917416
636.9392	0.220796	439.0462	0.37956	240.9659	0.89967
636.06	0.223151	437.9726	0.380609	240.0263	0.956083
635.0339	0.223491	437.0522	0.381263	238.93	1.00371
634.0076	0.224375	435.9782	0.382349	237.9903	0.993906
632.981	0.224882	435.0575	0.382909	237.0505	0.999659
631.954	0.224121	433.9832	0.383765	235.9539	1.018779
630.9268	0.226101	433.0621	0.384436	235.0139	1.045179
630.0461	0.226421	431.9874	0.385133	234.0738	1.195962
629.0183	0.226667	431.066	0.38582	232.977	1.24196
627.9902	0.228235	429.9909	0.388262	232.0367	1.122202
626.9619	0.228361	429.0692	0.388715	230.9396	1.083233
625.9332	0.229545	427.9937	0.389481	229.9992	1.244225
625.0512	0.229142	427.0717	0.390141	229.0587	1.17334
624.022	0.230778	425.9958	0.390968	227.9613	1.201457
622.9925	0.231499	425.0735	0.391906	227.0207	1.222648

621.9627	0.233051	423.9973	0.390351	225.9231	1.254424
620.9326	0.233331	423.0746	0.393138	224.9823	1.289297
620.0494	0.234306	421.998	0.393998	224.0414	1.318261
619.0187	0.234591	421.075	0.395017	222.9435	1.352372
617.9879	0.234506	419.9981	0.394462	222.0024	1.379028
616.9566	0.235112	419.0748	0.395274	221.0612	1.406755
616.0724	0.237014	417.9974	0.395824	219.9631	1.456145
615.0407	0.237208	417.0739	0.396811	219.0218	1.492157
614.0086	0.237808	415.9961	0.397493	217.9235	1.538501
612.9763	0.238131	415.0722	0.398044	216.982	1.571948
611.9437	0.239279	413.9941	0.398853	216.0404	1.614171
611.0583	0.239873	413.0699	0.399354	214.9418	1.672588
610.0251	0.240679	411.9915	0.400034	214.0001	1.724909
608.9916	0.241251	411.067	0.400552	213.0583	1.778397
607.9579	0.241967	409.9881	0.401609	211.9594	1.833665
607.0716	0.242792	409.0633	0.401876	211.0175	1.881948
606.0373	0.243543	407.9841	0.402641	210.0754	1.957559
605.0027	0.24393	407.059	0.402829	208.9763	2.024536
603.9679	0.244698	405.9795	0.403289	208.0341	2.096996
602.9327	0.245596	405.054	0.404235	206.9348	2.167045

h. PPT-5

Lamda Maks TiO2 5%

Tanggal Analisa : 19 Agustus 2020



Scan Analysis Report

Report Time : Wed 19 Aug 01:46:36 PM 2020

Method:

Batch: D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Endah Sri Puji\Lamdha Maks TiO2 5% (19-08-2020).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: TiO2 5%

Collection Time 8/19/2020 1:47:08 PM

Peak Table

Peak Style Peaks

Peak Threshold 0.0100

Range 800.1nm to 200.0nm

Wavelength (nm) Abs

257.0	0.711
238.9	0.830
235.0	0.927
230.9	1.028

Wavenumber (nm)	Absorban si	Wavenumber (nm)	Absorban si	Wavenumber (nm)	Absorban si	Wavenumber (nm)	Absorban si
800.0552	0.14547	602.0453	0.225882	403.9742	0.332146	205.9925	2.152244
798.9461	0.146585	601.0096	0.226258	403.0484	0.332639	205.05	2.259708
797.9753	0.146285	599.9736	0.226808	401.9682	0.333107	203.9505	2.360866
797.0041	0.147005	598.9374	0.22717	401.0421	0.333484	203.0079	2.452319
796.0325	0.147368	598.049	0.227158	399.9615	0.333961	202.0653	2.527427

795.0606	0.146519	597.0123	0.227707	399.0352	0.334082	200.9655	2.628983
793.9493	0.147305	595.9752	0.228173	397.9543	0.335022	200.0227	2.795608
792.9766	0.147181	594.9379	0.228736	397.0276	0.335455		
792.0035	0.148066	594.0485	0.229038	395.9463	0.335926		
791.03	0.146954	593.0107	0.229291	395.0194	0.336463		
790.0561	0.147948	591.9725	0.229757	393.9377	0.33746		
788.9426	0.148313	590.9341	0.230109	393.0105	0.338048		
787.968	0.148592	590.0439	0.230468	391.9285	0.338911		
786.9929	0.149387	589.0049	0.230998	391.001	0.339727		
786.0175	0.150397	587.9658	0.231435	390.0733	0.340784		
785.0417	0.150919	586.9263	0.231647	388.9908	0.341558		
784.0656	0.151026	586.0351	0.232194	388.0629	0.342593		
782.9495	0.152244	584.9951	0.232912	386.98	0.343671		
781.9726	0.151849	583.9548	0.233014	386.0518	0.34459		
780.9952	0.15336	583.063	0.233038	384.9686	0.345884		
780.0176	0.152756	582.0222	0.233464	384.0401	0.347067		
779.0396	0.153185	580.9811	0.233756	382.9566	0.348502		
778.0611	0.152329	579.9398	0.234224	382.0278	0.349423		
776.9424	0.153635	579.0471	0.234368	380.9439	0.351062		
775.9633	0.153305	578.0052	0.234615	380.0148	0.352407		
774.9837	0.153736	576.9631	0.234969	378.9307	0.353658		
774.0037	0.15485	576.0696	0.235109	378.0013	0.354972		
773.0234	0.154827	575.027	0.235565	377.0717	0.356395		
772.0428	0.155042	573.9841	0.235809	375.9871	0.358074		
771.0618	0.156056	572.941	0.236001	375.0573	0.359721		
769.9401	0.155719	572.0466	0.236249	373.9723	0.361518		
768.9583	0.155508	571.003	0.236533	373.0422	0.362656		
767.9761	0.156185	569.9591	0.237039	371.9569	0.364444		
766.9936	0.1567	569.0641	0.237986	371.0265	0.36912		
766.0107	0.156921	568.0197	0.23831	369.9409	0.368425		

765.0274	0.156961	566.975	0.238314	369.0102	0.371993
764.0438	0.15784	565.93	0.238811	367.9243	0.374145
763.0598	0.157702	565.0341	0.23893	366.9933	0.373669
761.9348	0.158496	563.9886	0.239415	366.0623	0.374833
760.9501	0.15823	562.9429	0.239377	364.9758	0.378636
759.965	0.158267	562.0464	0.239426	364.0445	0.377098
758.9795	0.158519	561.0002	0.23986	362.9578	0.379061
757.9937	0.157635	559.9537	0.239852	362.0262	0.379939
757.0074	0.158456	559.0565	0.239866	360.9391	0.383334
756.0209	0.158611	558.0096	0.240337	360.0072	0.383238
755.034	0.158798	556.9623	0.240556	359.0752	0.382413
754.0468	0.159265	556.0645	0.240567	357.9877	0.384623
753.0591	0.158875	555.0168	0.240562	357.0554	0.387705
751.93	0.159091	553.9688	0.240484	355.9676	0.391004
750.9417	0.159617	553.0703	0.240721	355.035	0.390403
749.9529	0.15964	552.0219	0.240381	353.9469	0.390178
748.9638	0.159654	550.9731	0.240741	353.0141	0.394477
747.9744	0.160008	550.074	0.240896	351.9257	0.394991
746.9846	0.159055	549.0248	0.240792	350.9926	0.397009
745.9944	0.159401	547.9753	0.240896	350.0594	0.397689
745.004	0.160498	546.9256	0.241139	348.9705	0.397189
744.0131	0.159841	546.0256	0.241293	348.037	0.399857
743.0219	0.15961	544.9754	0.241434	346.9478	0.399606
742.0303	0.159737	543.925	0.241589	346.0141	0.400856
741.0385	0.159785	543.0244	0.243052	344.9246	0.401127
740.0462	0.159898	541.9734	0.243168	343.9906	0.402854
739.0536	0.159723	541.0724	0.24231	343.0565	0.404528
738.0607	0.159232	540.021	0.243093	341.9666	0.40521
737.0674	0.159218	538.9694	0.24353	341.0322	0.407097
735.9318	0.159104	538.0677	0.243909	339.942	0.407708

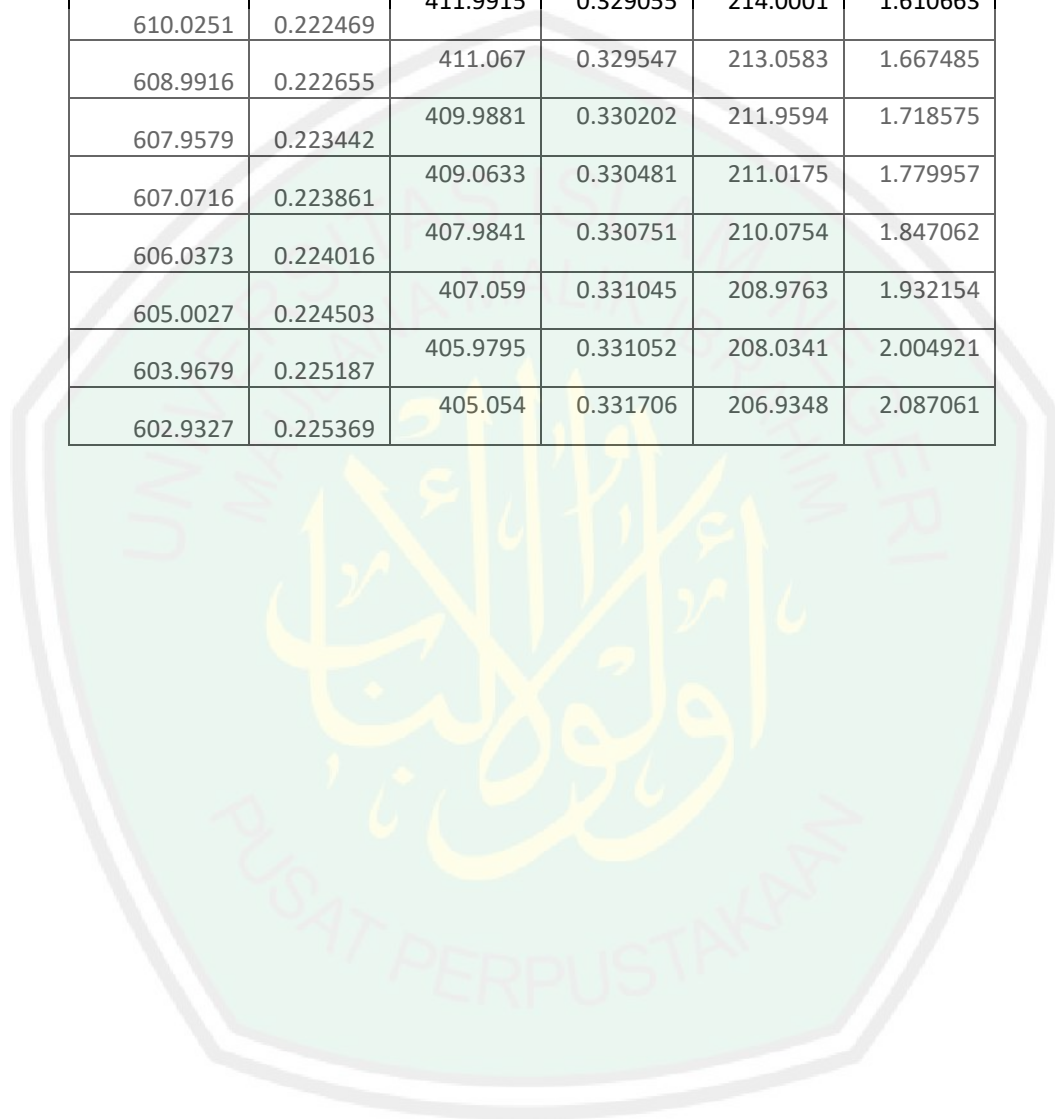
734.9377	0.15876	537.0156	0.244677	339.0073	0.412475
733.9433	0.158225	535.9632	0.245092	338.0726	0.410257
732.9486	0.158432	535.0609	0.245601	336.9819	0.410686
731.9535	0.157493	534.0081	0.24732	336.0469	0.414948
730.9581	0.157026	532.955	0.247043	334.956	0.41331
729.9623	0.156517	532.0521	0.247922	334.0207	0.418233
728.9662	0.156884	530.9985	0.250093	332.9295	0.421297
727.9697	0.15511	529.9446	0.250704	331.994	0.417702
726.973	0.156403	529.0412	0.251549	331.0584	0.420448
725.9758	0.155969	527.9869	0.251195	329.9667	0.425064
724.9783	0.155209	526.9323	0.252711	329.0308	0.424188
723.9805	0.155841	526.0283	0.253533	327.9389	0.425727
722.9823	0.155429	524.9733	0.254724	327.0027	0.430893
721.9838	0.155407	524.0687	0.25551	326.0666	0.427962
720.9849	0.155488	523.0133	0.256954	324.9742	0.428285
719.9857	0.155798	521.9576	0.257704	324.0377	0.430951
718.9862	0.156041	521.0525	0.258864	322.945	0.439868
717.9863	0.156244	519.9963	0.259775	322.0083	0.439865
716.9861	0.156893	518.9399	0.260908	321.0715	0.440428
715.9856	0.157171	518.0342	0.261775	319.9784	0.445778
714.9847	0.158201	516.9774	0.262707	319.0414	0.445593
713.9835	0.158748	516.0712	0.263693	317.948	0.448095
712.9819	0.159591	515.0139	0.264795	317.0107	0.449039
711.98	0.160256	513.9564	0.265864	316.0733	0.45489
710.9778	0.160484	513.0497	0.266429	314.9795	0.458536
709.9752	0.161219	511.9917	0.267212	314.0419	0.45826
708.9723	0.163345	510.9334	0.26818	312.9478	0.462259
707.9691	0.163976	510.0262	0.2689	312.0099	0.468627
706.9655	0.164176	508.9674	0.270001	311.072	0.468921
705.9615	0.167114	508.0598	0.270488	309.9775	0.47295

704.9573	0.166932	507.0006	0.271611	309.0393	0.474699
703.9528	0.167964	505.9413	0.272022	307.9446	0.480322
702.9479	0.16921	505.033	0.272809	307.0061	0.481095
701.9426	0.171387	503.9732	0.273398	306.0676	0.488386
700.9371	0.17227	503.0646	0.273889	304.9725	0.495457
699.9312	0.173446	502.0043	0.274677	304.0337	0.492474
699.0687	0.174452	500.9438	0.275174	302.9383	0.499197
698.0622	0.174928	500.0346	0.275573	301.9993	0.502471
697.0554	0.175554	498.9737	0.276169	301.0602	0.507482
696.0482	0.176608	498.0641	0.276583	299.9644	0.510355
695.0406	0.177861	497.0027	0.277071	299.0251	0.51475
694.0328	0.179001	495.9411	0.277485	297.929	0.521082
693.0247	0.17992	495.0309	0.277595	296.9895	0.525523
692.0162	0.180541	493.9689	0.278937	296.0498	0.530274
691.0074	0.181746	493.0584	0.279088	294.9534	0.539513
689.9982	0.182908	491.9959	0.279697	294.0135	0.544621
688.9888	0.183056	490.9332	0.278251	293.0735	0.548745
687.979	0.184342	490.0221	0.280037	291.9767	0.553793
686.9689	0.185085	488.9589	0.280138	291.0365	0.562358
685.9584	0.18573	488.0475	0.280552	289.9395	0.56734
684.9477	0.186758	486.9839	0.280829	288.9991	0.574047
683.9366	0.187233	486.0721	0.280664	288.0585	0.578537
683.0697	0.187916	485.0081	0.280767	286.9611	0.584285
682.058	0.188279	483.9438	0.281565	286.0204	0.586044
681.046	0.18883	483.0315	0.282001	284.9227	0.593718
680.0337	0.18981	481.9668	0.281063	283.9818	0.59586
679.0211	0.190317	481.0541	0.281616	283.0407	0.607542
678.0081	0.19111	479.989	0.281994	281.9427	0.610483
676.9948	0.192242	479.0759	0.282386	281.0014	0.619442
675.9812	0.192384	478.0104	0.283207	280.06	0.620103

674.9673	0.193131	476.9447	0.283872	278.9617	0.621056
673.9531	0.193691	476.031	0.284956	278.0201	0.631502
672.9385	0.194696	474.9649	0.285815	277.0784	0.626454
672.0686	0.194731	474.0509	0.286891	275.9797	0.637463
671.0535	0.195222	472.9843	0.287517	275.0378	0.636264
670.038	0.196145	472.0699	0.288576	273.9388	0.633316
669.0222	0.196579	471.003	0.289599	272.9967	0.639968
668.0061	0.196617	469.9358	0.290868	272.0545	0.6512
666.9897	0.197254	469.0209	0.291711	270.9552	0.655338
665.973	0.197296	467.9533	0.293071	270.0128	0.656274
664.9559	0.1975	467.038	0.293919	269.0703	0.662237
663.9385	0.198079	465.97	0.29451	267.9707	0.661411
663.0663	0.198471	465.0544	0.295797	267.028	0.673747
662.0483	0.198839	463.986	0.296761	265.9281	0.674351
661.0301	0.199862	463.07	0.297901	264.9852	0.665919
660.0115	0.200357	462.0012	0.299735	264.0422	0.672511
658.9927	0.199745	460.9321	0.300513	262.942	0.681782
657.9735	0.200102	460.0156	0.30177	261.9988	0.685007
656.954	0.200896	458.9462	0.301538	261.0555	0.682415
655.9342	0.200966	458.0294	0.302475	259.955	0.688675
655.0598	0.201026	456.9595	0.303294	259.0115	0.701164
654.0394	0.202501	456.0423	0.303755	258.068	0.699262
653.0187	0.202259	454.972	0.304922	256.967	0.711036
651.9977	0.202746	454.0545	0.305405	256.0233	0.688751
650.9764	0.203306	452.9839	0.306214	254.9222	0.707691
649.9548	0.203675	452.066	0.307196	253.9782	0.714151
648.9329	0.204236	450.995	0.308857	253.0342	0.725498
648.0568	0.20507	449.9237	0.309884	251.9328	0.727008
647.0342	0.205095	449.0053	0.310572	250.9886	0.734258
646.0115	0.205291	447.9337	0.311455	250.0443	0.730996

644.9883	0.20572	447.015	0.311962	248.9488	0.731966
643.965	0.205996	445.9429	0.31284	248.0099	0.73579
642.9413	0.206645	445.0238	0.311894	247.071	0.743802
642.0635	0.207228	443.9514	0.3126	245.9755	0.736482
641.0393	0.207243	443.032	0.31295	245.0363	0.759276
640.0147	0.207777	441.9592	0.3152	243.9406	0.767658
638.9899	0.208278	441.0395	0.31452	243.0013	0.774579
637.9647	0.20874	439.9662	0.315083	242.0619	0.769546
636.9392	0.208949	439.0462	0.315753	240.9659	0.800428
636.06	0.210404	437.9726	0.31647	240.0263	0.823512
635.0339	0.211011	437.0522	0.317241	238.93	0.830278
634.0076	0.211923	435.9782	0.317575	237.9903	0.815618
632.981	0.212089	435.0575	0.318192	237.0505	0.824857
631.954	0.211307	433.9832	0.318575	235.9539	0.847602
630.9268	0.213063	433.0621	0.319098	235.0139	0.927424
630.0461	0.213432	431.9874	0.319541	234.0738	0.901057
629.0183	0.213691	431.066	0.32018	232.977	0.906277
627.9902	0.214408	429.9909	0.321845	232.0367	0.884265
626.9619	0.214497	429.0692	0.322297	230.9396	1.028391
625.9332	0.215288	427.9937	0.32248	229.9992	0.834445
625.0512	0.214666	427.0717	0.323254	229.0587	1.019908
624.022	0.216625	425.9958	0.323718	227.9613	1.055329
622.9925	0.216819	425.0735	0.324257	227.0207	1.075395
621.9627	0.217209	423.9973	0.322444	225.9231	1.108546
620.9326	0.217715	423.0746	0.325174	224.9823	1.141183
620.0494	0.21816	421.998	0.325562	224.0414	1.174042
619.0187	0.218763	421.075	0.326319	222.9435	1.20602
617.9879	0.218097	419.9981	0.325342	222.0024	1.235208
616.9566	0.218267	419.0748	0.326021	221.0612	1.264149
616.0724	0.219788	417.9974	0.326414	219.9631	1.317731

615.0407	0.220285	417.0739	0.32706	219.0218	1.359087
614.0086	0.220352	415.9961	0.327484	217.9235	1.40131
612.9763	0.221566	415.0722	0.327868	216.982	1.441074
611.9437	0.221633	413.9941	0.328497	216.0404	1.485488
611.0583	0.222079	413.0699	0.328856	214.9418	1.55081
610.0251	0.222469	411.9915	0.329055	214.0001	1.610663
608.9916	0.222655	411.067	0.329547	213.0583	1.667485
607.9579	0.223442	409.9881	0.330202	211.9594	1.718575
607.0716	0.223861	409.0633	0.330481	211.0175	1.779957
606.0373	0.224016	407.9841	0.330751	210.0754	1.847062
605.0027	0.224503	407.059	0.331045	208.9763	1.932154
603.9679	0.225187	405.9795	0.331052	208.0341	2.004921
602.9327	0.225369	405.054	0.331706	206.9348	2.087061



## LAMPIRAN 4 DATA DAN PERHITUNGAN LUX METER

### 1. Data

Sampel	Io (ftcd)				Rata-rata Io (ftcd)	Rata-rata Io (cd)	Ii (ftcd)				Rata-rata Ii (ftcd)	Rata-rata Ii (cd)	%Ii
	1	2	3	4			1	2	3	4			
Tapioka	8,7	8.7	9.3	7.2	8.7	93.646	2.7	2.2	1.5	0.5	2.45	26.371	28.16
PPT-0	24	14.3	15.5	16.2	17.5	188.368	0.5	0.3	0.2	0.3	0.325	3.498	1.857
PPT-1	26.6	14	13	13.7	16.825	181.102	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	3.229	1.783
PPT-2	26	15.5	12.1	13	16.65	179.219	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	2.152	1.201
PPT-3	23.7	9.6	13.3	13.6	15.05	161.996	0.1	0.2	0.2	0.1	0.15	1.614	0.996
PPT-4	24.7	12.5	10.1	12.1	15.05	161.996	0.1	0.1	0.2	0.1	0.125	1.345	0.83
PPT-5	24.5	10.3	9.3	11.5	14.1	151.646	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.076	0.709

Ket :

Io = intensitas awal

Ii = intensitas akhir

### 2. Perhitungan

Diket =

Tapioka Io = 93.646 cd      PPT-2 Io = 179.219 cd      PPT-5 Io = 151.646 cd

$I_T = 26.37$  cd

$I_T = 2.152$  cd

$I_T = 1.076$  cd

PPT-0 Io = 188.368 cd      PPT-3 Io = 161.069 cd

$I_T = 3.498$  cd

$I_T = 1.614$  cd

PPT-1 Io = 181.102 cd      PPT-4 Io = 161.069 cd

$I_T = 3.229$  cd

$I_T = 1.345$  cd

Ditanya =

- Intensitas sinar yang diserap ( $I_A$ )?
- % Intensitas sinar yang diserap?

Jawab =

Intensitas sinar yang diserap ( $I_A$ ) =  $I_T - I_0$

%Intensitas sinar yang diserap ( $I_A$ ) =  $\frac{I_A}{I_0} \times 100\%$

a. Tapioka

$$I_A = 26,371 - 93,646 = 28,160 \text{ cd}$$

$$\% I_A = \frac{28,160}{93,646} \times 100\% = 71,839 \%$$

b. PPT-0

$$I_A = 188,368 - 3,498 = 184,870 \text{ cd}$$

$$\% I_A = \frac{184,870}{188,368} \times 100 \% = 98,142\%$$

c. PPT-1

$$I_A = 181,102 - 3,229 = 177,873 \text{ cd}$$

$$\% I_A = \frac{177,873}{181,102} \times 100 \% = 98,216 \%$$

d. PPT-2

$$I_A = 179,219 - 2,152 = 177,066 \text{ cd}$$

$$\% I_A = \frac{177,066}{179,219} \times 100 \% = 98,798 \%$$

e. PPT-3

$$I_A = 161,996 - 1,614 = 160,651 \text{ cd}$$

$$\% I_A = \frac{160,651}{161,996} \times 100 \% = 99,003 \%$$

f. PPT-4

$$I_A = 161,996 - 1,345 = 160,651 \text{ cd}$$

$$\% I_A = \frac{160,651}{161,996} \times 100 \% = 99,169 \%$$

g. PPT-5

$$I_A = 151,771 - 1,076 = 150,694 \text{ cd}$$

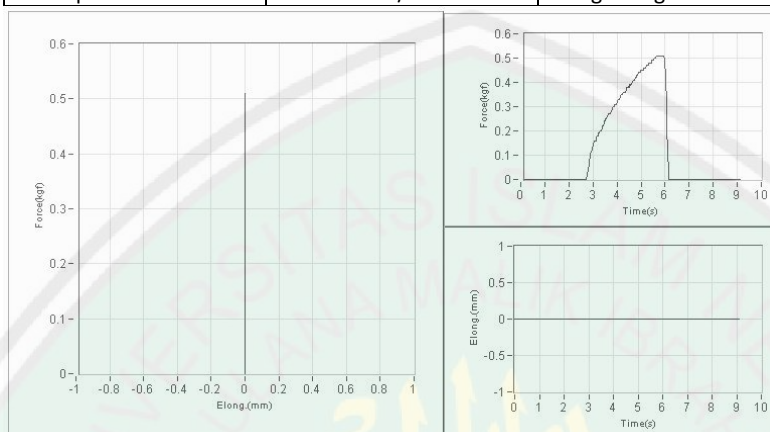
$$\% I_A = \frac{150,694}{151,771} \times 100 \% = 99,29 \%$$

## LAMPIRAN 5 DATA DAN PERHITUNGAN MECHANICAL UNIVERSAL TESTING MACHINE

### 1. Data

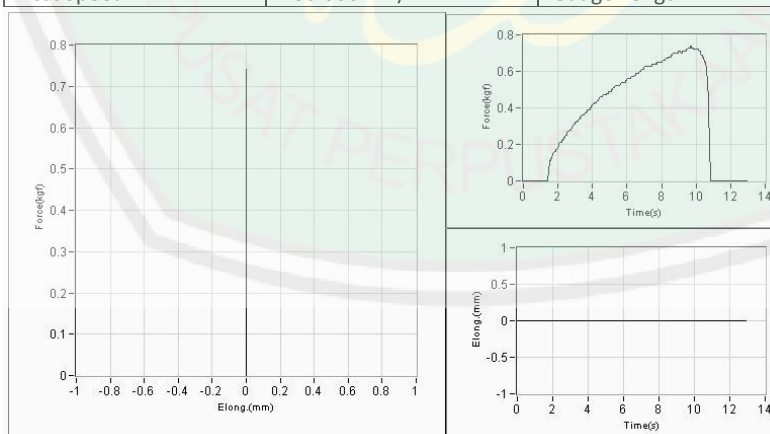
#### a. Tapioka

Customer Name	ENDAH UIN	Test Date	8/24/2020 3:05:35 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	65.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	GaugeLength/LoadSpan (mm)
1	0.510	1.000	0.000	0.000	5.000	65.000

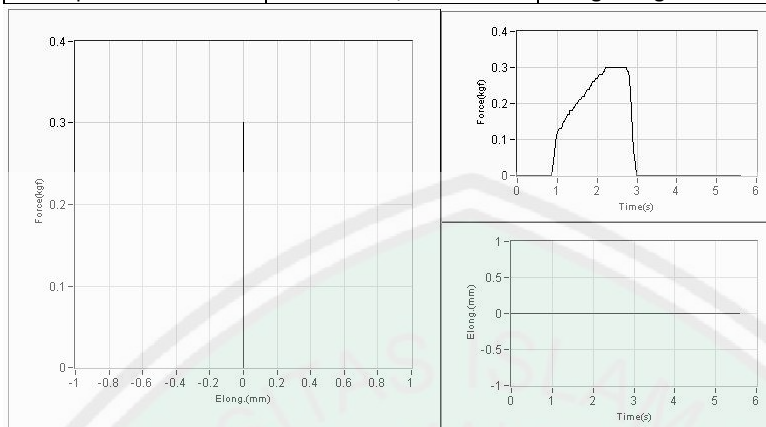
Customer Name	ENDAH UIN	Test Date	8/24/2020 12:41:14 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	60.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	GaugeLength/LoadSpan (mm)
1	0.740	1.451	0.000	0.000	5.000	60.000

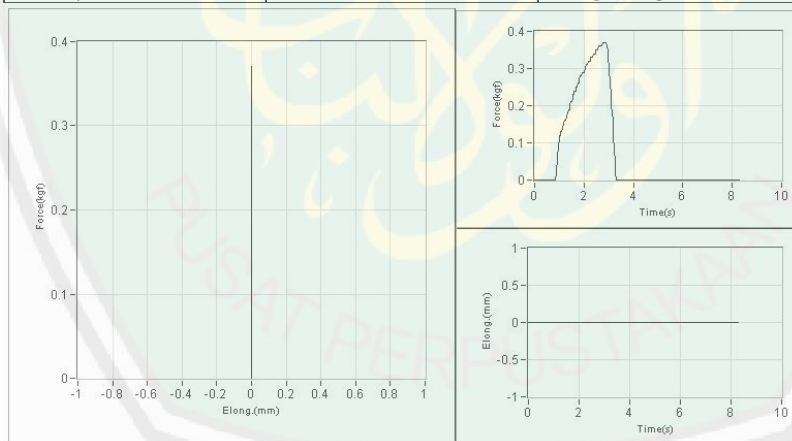
b. PPT-0

Customer Name	TANTINI UIN	Test Date	8/7/2020 1:46:39 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	83.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	GaugeLength/LoadSpan (mm)
1	0.300	0.392	0.000	0.000	7.500	83.000

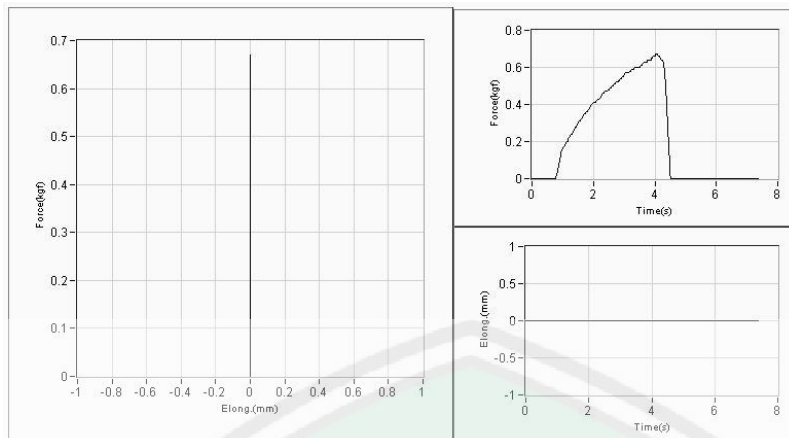
Customer Name	ENDAH UIN	Test Date	8/18/2020 3:40:17 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	70.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	GaugeLength/LoadSpan (mm)
1	0.370	0.484	0.000	0.000	7.500	70.000

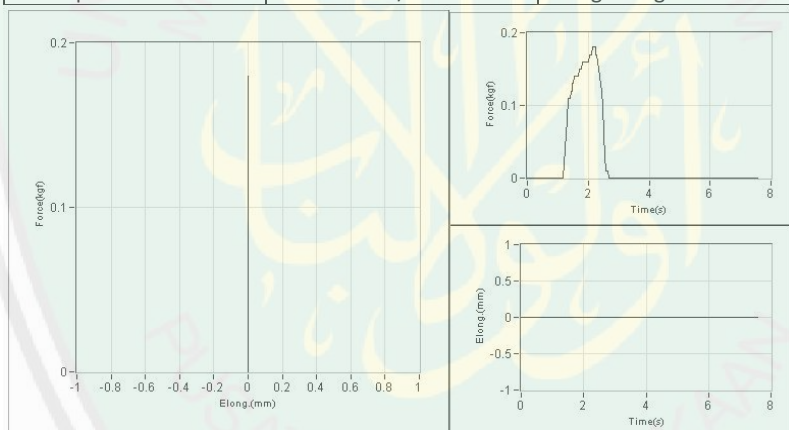
c. PPT-1

Customer Name	TANTINI UIN	Test Date	8/7/2020 1:32:32 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	82.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	GaugeLength/LoadSpan (mm)
1	0.670	0.876	0.000	0.000	7.500	82.000

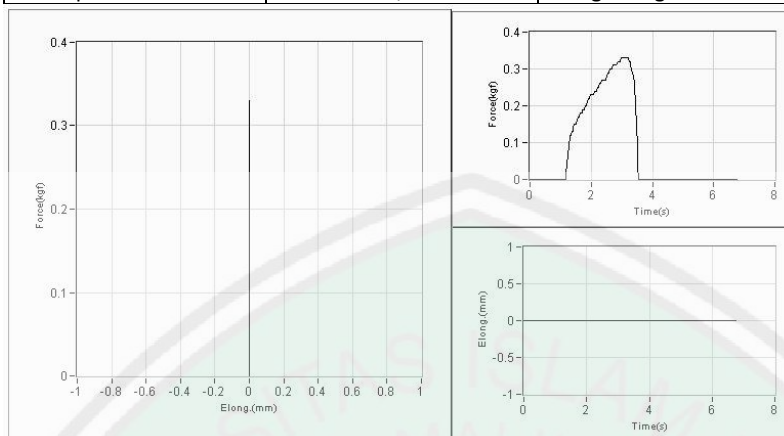
Customer Name	ENDAH UIN	Test Date	8/18/2020 3:43:02 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	65.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	GaugeLength/LoadSpan (mm)
1	0.180	0.235	0.000	0.000	7.500	65.000

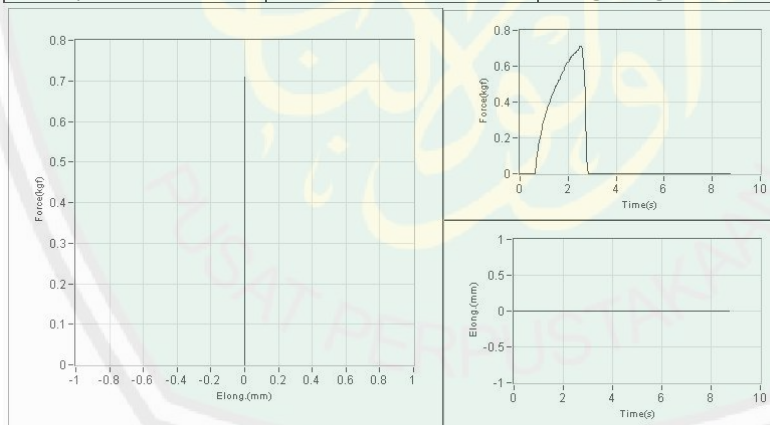
d. PPT-2

Customer Name	TANTINI UIN	Test Date	8/7/2020 1:29:16 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	87.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Gauge Length/LoadSpan (mm)
1	0.330	0.432	0.000	0.000	7.500	87.000

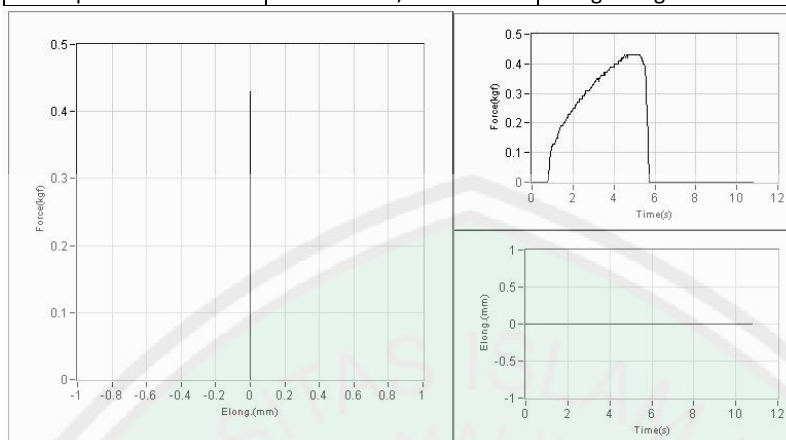
Customer Name	ENDAH UIN	Test Date	8/18/2020 3:46:39 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	70.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Gauge Length/LoadSpan (mm)
1	0.710	0.928	0.000	0.000	7.500	70.000

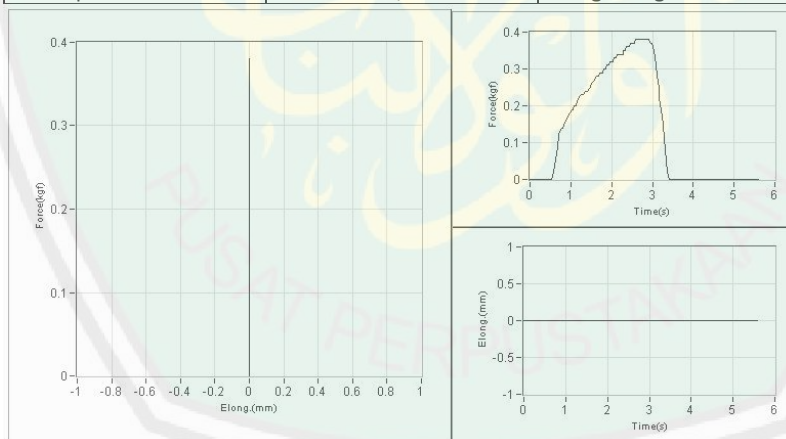
e. PPT-3

Customer Name	TANTINI UIN	Test Date	8/7/2020 1:27:03 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	87.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	GaugeLength/LoadSpan (mm)
1	0.430	0.562	0.000	0.000	7.500	87.000

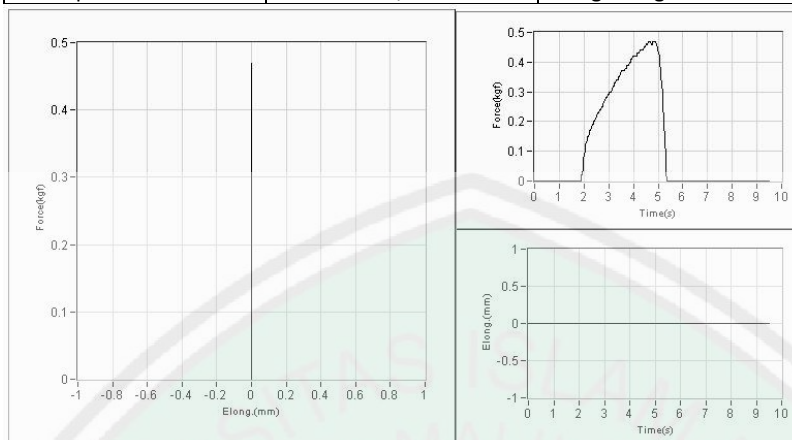
Customer Name	ENDAH UIN	Test Date	8/18/2020 3:49:47 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	70.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	GaugeLength/LoadSpan (mm)
1	0.380	0.497	0.000	0.000	7.500	70.000

f. PPT-4

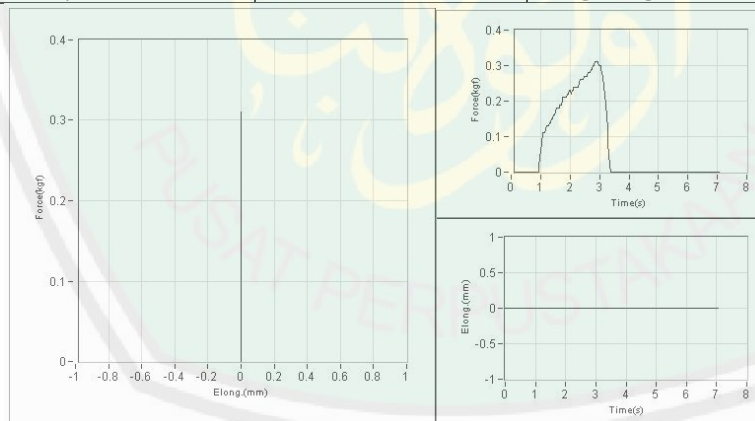
Customer Name	TANTINI UIN	Test Date	8/7/2020 1:22:40 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	85.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	GaugeLength/LoadSpan (mm)
1	0.470	0.615	0.000	0.000	7.500	85.000

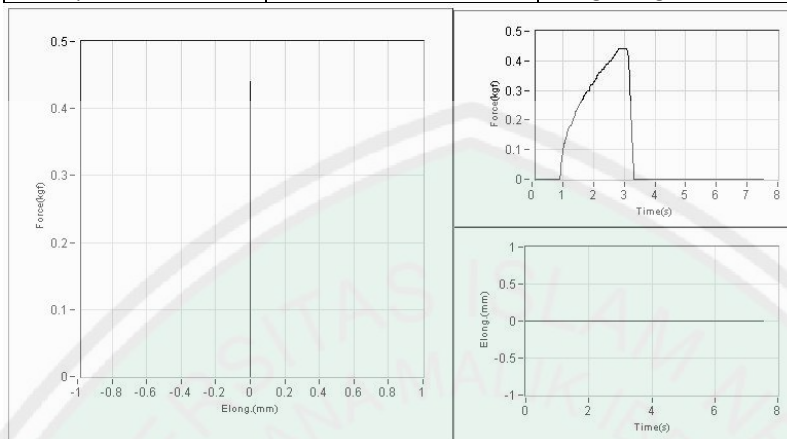
g. PPT-5

Customer Name	TANTINI UIN	Test Date	8/7/2020 1:19:58 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	90.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	GaugeLength/LoadSpan (mm)
1	0.310	0.405	0.000	0.000	7.500	90.000

Customer Name	ENDAH UIN	Test Date	8/24/2020 12:38:13 AM
Operator	NURUN NAYIROH	Test Standard	
Test Speed	100.000mm/min	Gauge Length	70.000mm



No.	Force @ Peak (kgf)	Tensile Stress (MPa)	Elong. @ Peak (mm)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	GaugeLength/LoadSpan (mm)
1	0.440	0.575	0.000	0.000	7.500	70.000

Sampel	Tensile Stress (MPa) Pertama	Tensile Stress (MPa) Kedua	Rata-rata Tensile Stress (MPa)
Tapioka	1	1,451	1,225
PPT-0	0,392	0,484	0,438
PPT-1	0,876	0,235	0,555
PPT-2	0,432	0,928	0,68
PPT-3	0,562	0,497	0,529
PPT-4	0,615	0,615	0,615
PPT-5	0,405	0,575	0,49

## 2. Perhitungan

### 1. Elongasi

Sampel	l <sub>o</sub> (cm)		l <sub>i</sub> (cm)		Rata-rata (cm)		Δl (cm)
	1	2	1	2	l <sub>o</sub>	l <sub>i</sub>	
Tapioka	6,5	6,5	6,6	6,7	6,5	6,65	0,15
PPT-0	7	8,3	7,1	8,4	7,65	7,75	0,1
PPT-1	8,2	6,5	8,3	6,7	7,35	7,5	0,15
PPT-2	8,7	7	8,8	7,1	7,85	7,95	0,1
PPT-3	8,7	7	8,6	8,6	7,85	8	0,15
PPT-4	8,5	8,5	8,6	8,6	8,5	8,6	0,1
PPT-5	9	7	9,1	7,1	8	8,1	0,1

Ket =

Lo = panjang mula-mula; li = panjang akhir;  $\Delta l = li - lo$

Diket =

$\Delta l$ tapioka	= 0,15 cm	lo tapioka	= 6,5 cm
$\Delta l$ PPT-0	= 0,1 cm	lo PPT-0	= 7,65 cm
$\Delta l$ PPT-1	= 0,15 cm	lo PPT-1	= 7,35 cm
$\Delta l$ PPT-2	= 0,1 cm	lo PPT-2	= 7,385 cm
$\Delta l$ PPT-3	= 0,15 cm	lo PPT-3	= 7,385 cm
$\Delta l$ PPT-4	= 0,1 cm	lo PPT-4	= 8,5 cm
$\Delta l$ PPT-5	= 0,1 cm	lo PPT-5	= 8 cm

Ditanya =

%Elongasi ?

Jawab =

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{lo} \times 100\%$$

- Tapioka =  $\frac{0,15}{6,5} \times 100\% = 0,2307 \times 100\% = 2,307\%$
- PPT-0 =  $\frac{0,1}{7,65} \times 100\% = 0,01307 \times 100\% = 1,307\%$
- PPT-1 =  $\frac{0,15}{7,35} \times 100\% = 0,0204 \times 100\% = 2,04\%$
- PPT-2 =  $\frac{0,1}{7,385} \times 100\% = 0,0127 \times 100\% = 1,27\%$
- PPT-3 =  $\frac{0,15}{7,385} \times 100\% = 0,0191 \times 100\% = 1,91\%$
- PPT-4 =  $\frac{0,1}{8,5} \times 100\% = 0,0117 \times 100\% = 1,17\%$
- PPT-5 =  $\frac{8}{0,1} \times 100\% = 0,0125 \times 100\% = 1,25\%$

## 2. Modulus Young

Diket =

$\sigma$ tapioka	= 1,225 MPa	$\epsilon$ tapioka	= 0,023
$\sigma$ PPT-0	= 0,438 MPa	$\epsilon$ PPT-0	= 0,013
$\sigma$ PPT-1	= 0,555 MPa	$\epsilon$ PPT-1	= 0,02

$\sigma$ PPT 2	= 0,68 MPa	$\epsilon$ PPT-2 = 0,012
$\sigma$ PPT-3	= 0,529 MPa	$\epsilon$ PPT-3 = 0,019
$\sigma$ PPT-4	= 0,615 MPa	$\epsilon$ PPT-4 = 0,011
$\sigma$ PPT-5	= 0,49 MPa	$\epsilon$ PPT-5 = 0,012

Ditanya =

Modulus Young ?

Jawab =

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$\text{➤ } E \text{ Tapioka} = \frac{1,225}{2,307} = 53,105 \text{ MPa}$$

$$\text{➤ } E \text{ PPT-0} = \frac{0,438}{1,307} = 33,507 \text{ MPa}$$

$$\text{➤ } E \text{ PPT-1} = \frac{0,555}{2,04} = 27,219 \text{ MPa}$$

$$\text{➤ } E \text{ PPT-2} = \frac{0,68}{1,273} = 53,38 \text{ MPa}$$

$$\text{➤ } E \text{ PPT-3} = \frac{0,529}{1,91} = 27,71 \text{ MPa}$$

$$\text{➤ } E \text{ PPT-4} = \frac{0,615}{1,176} = 52,275 \text{ MPa}$$

$$\text{➤ } E \text{ PPT-5} = \frac{0,49}{1,25} = 39,2 \text{ MPa}$$

## LAMPIRAN 6 DATA DAN PERHITUNGAN UJI BIODEGRADABLE

### 1. Data

#### a. Tanpa menggunakan EM4

Sampel	Hari 1		Hari 2		Hari 3		Hari 4		Hari 5		Hari 6		Hari 7	
	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)
Tapioka	0,34	0,33	0,29	0,29	0,24	0,23	0,24	0,22	0,21	0,18	0,18	0,15	0,17	0,15
PPT-0	0,23	0,21	0,23	0,21	0,23	0,21	0,23	0,21	0,23	0,19	0,23	0,18	0,23	0,18
PPT-1	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,22	0,19	0,17	0,19	0,16	0,18	0,15	0,18	0,15
PPT-2	0,25	0,24	0,29	0,27	0,24	0,21	0,24	0,21	0,26	0,22	0,21	0,17	0,21	0,17
PPT-3	0,24	0,24	0,23	0,21	0,23	0,21	0,23	0,18	0,23	0,17	0,21	0,14	0,21	0,13
PPT-4	0,26	0,26	0,26	0,24	0,24	0,22	0,23	0,21	0,22	0,19	0,21	0,18	0,21	0,14
PPT-5	0,21	0,21	0,22	0,19	0,22	0,18	0,22	0,17	0,21	0,16	0,21	0,16	0,21	0,13

Ket = m<sub>o</sub> = massa awal; m<sub>i</sub> = masa akhir

#### b. Menggunakan EM4

Sampel	Hari 1		Hari 2		Hari 3		Hari 4		Hari 5	
	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)	m <sub>o</sub> (g)	m <sub>i</sub> (g)
Tapioka	0,18	0,17	0,18	0,16	0,17	0,15	0,16	0,14	0,16	0,14
PPT-0	0,2	0,19	0,2	0,16	0,2	0,14	0,2	0,13	0,2	0,12
PPT-1	0,29	0,28	0,22	0,19	0,21	0,18	0,2	0,16	0,2	0,15
PPT-2	0,27	0,26	0,25	0,23	0,23	0,19	0,2	0,16	0,17	0,13
PPT-3	0,21	0,2	0,22	0,19	0,2	0,17	0,18	0,15	0,15	0,12
PPT-4	0,25	0,24	0,22	0,19	0,2	0,18	0,2	0,17	0,18	0,15
PPT-5	0,25	0,24	0,22	0,21	0,21	0,19	0,15	0,13	0,2	0,17

Ket = m<sub>o</sub> = massa awal; m<sub>i</sub> = masa akhir

### 2. Perhitungan

#### a. Tanpa menggunakan EM4

Ditanya =

% pengurangan massa ?

Jawab =

$$\% \text{ pengurangan massa} = \frac{m_o - m_i}{m_o} \times 100\% =$$

Hari 1

$$\text{➤ Tapioka} = \frac{0,34-0,33}{0,34} \times 100\% = 2,9\%$$

$$\text{➤ PPT-0} = \frac{0,23-0,21}{0,23} \times 100\% = 8,6\%$$

$$\text{➤ PPT-1} = \frac{0,22-0,22}{0,22} \times 100\% = 0\%$$

$$\text{➤ PPT-2} = \frac{0,25-0,24}{0,25} \times 100\% = 4\%$$

$$\text{➤ PPT-3} = \frac{0,24-0,24}{0,24} \times 100\% = 0\%$$

$$\text{➤ PPT-4} = \frac{0,26-0,26}{0,26} \times 100\% = 0\%$$

$$\text{➤ PPT-5} = \frac{0,21-0,21}{0,21} \times 100\% = 0\%$$

Hari 3

$$\text{➤ Tapioka} = \frac{0,24-0,23}{0,24} \times 100\% = 4,1\%$$

$$\text{➤ PPT-0} = \frac{0,23-0,21}{0,23} \times 100\% = 8,6\%$$

$$\text{➤ PPT-1} = \frac{0,21-0,2}{0,22} \times 100\% = 4,7\%$$

$$\text{➤ PPT-2} = \frac{0,24-0,21}{0,24} \times 100\% = 12,5\%$$

$$\text{➤ PPT-3} = \frac{0,23-0,21}{0,23} \times 100\% = 8,6\%$$

$$\text{➤ PPT-4} = \frac{0,24-0,22}{0,24} \times 100\% = 8,3\%$$

$$\text{➤ PPT-5} = \frac{0,2-0,18}{0,2} \times 100\% = 10\%$$

Hari 5

$$\text{➤ Tapioka} = \frac{0,21-0,18}{0,21} \times 100\% = 14,2\%$$

$$\text{➤ PPT-0} = \frac{0,23-0,19}{0,23} \times 100\% = 17,3\%$$

$$\text{➤ PPT-1} = \frac{0,19-0,16}{0,19} \times 100\% = 15,7\%$$

$$\text{➤ PPT-2} = \frac{0,26-0,22}{0,26} \times 100\% = 15,3\%$$

hari 2

$$\% = \frac{0,29-0,29}{0,29} \times 100\% = 0\%$$

$$\% = \frac{0,23-0,21}{0,23} \times 100\% = 8,6\%$$

$$\% = \frac{0,23-0,21}{0,23} \times 100\% = 4,5\%$$

$$\% = \frac{0,29-0,27}{0,29} \times 100\% = 6,8\%$$

$$\% = \frac{0,23-0,21}{0,21} \times 100\% = 8,6\%$$

$$\% = \frac{0,26-0,24}{0,26} \times 100\% = 7,6\%$$

$$\% = \frac{0,2-0,19}{0,2} \times 100\% = 5\%$$

hari 4

$$\% = \frac{0,24-0,22}{0,24} \times 100\% = 8,3\%$$

$$\% = \frac{0,23-0,21}{0,23} \times 100\% = 8,6\%$$

$$\% = \frac{0,19-0,17}{0,19} \times 100\% = 10,5\%$$

$$\% = \frac{0,24-0,21}{0,24} \times 100\% = 12,5\%$$

$$\% = \frac{0,2-0,18}{0,2} \times 100\% = 10\%$$

$$\% = \frac{0,23-0,21}{0,23} \times 100\% = 8,6\%$$

$$\% = \frac{0,2-0,17}{0,2} \times 100\% = 15\%$$

hari 6

$$\% = \frac{0,18-0,15}{0,18} \times 100\% = 16,6\%$$

$$\% = \frac{0,23-0,18}{0,23} \times 100\% = 21,7\%$$

$$\% = \frac{0,18-0,15}{0,18} \times 100\% = 16,6\%$$

$$\% = \frac{0,21-0,17}{0,21} \times 100\% = 19\%$$

$$\begin{aligned} \text{➤ PPT-3} &= \frac{0,2-0,17}{0,2} \times 100\% = 15\% & \% &= \frac{0,17-0,14}{0,17} \times 100\% = 17,6\% \\ \text{➤ PPT-4} &= \frac{0,22-0,19}{0,22} \times 100\% = 13,6\% & \% &= \frac{0,21-0,18}{0,21} \times 100\% = 14,2\% \\ \text{➤ PPT-5} &= \frac{0,19-0,16}{0,19} \times 100\% = 15,7\% & \% &= \frac{0,19-0,16}{0,19} \times 100\% = 15,7\% \end{aligned}$$

Hari 7

$$\begin{aligned} \text{➤ Tapioka} &= \frac{0,17-0,15}{0,17} \times 100\% = 11,7\% \\ \text{➤ PPT-0} &= \frac{0,23-0,18}{0,23} \times 100\% = 21,7\% \\ \text{➤ PPT-1} &= \frac{0,18-0,15}{0,18} \times 100\% = 16,6\% \\ \text{➤ PPT-2} &= \frac{0,21-0,17}{0,21} \times 100\% = 19\% \\ \text{➤ PPT-3} &= \frac{0,16-0,13}{0,16} \times 100\% = 18,7\% \\ \text{➤ PPT-4} &= \frac{0,17-0,14}{0,17} \times 100\% = 17,6\% \\ \text{➤ PPT-5} &= \frac{0,16-0,13}{0,16} \times 100\% = 18,7\% \end{aligned}$$

b. Menggunakan EM4

Hari 1

$$\begin{aligned} \text{➤ Tapioka} &= \frac{0,18-0,17}{0,18} \times 100\% = 5,5\% \\ \text{➤ PPT-0} &= \frac{0,2-0,19}{0,2} \times 100\% = 5\% \\ \text{➤ PPT-1} &= \frac{0,29-0,28}{0,29} \times 100\% = 3,4\% \\ \text{➤ PPT-2} &= \frac{0,27-0,26}{0,27} \times 100\% = 3,7\% \\ \text{➤ PPT-3} &= \frac{0,21-0,2}{0,21} \times 100\% = 4,7\% \\ \text{➤ PPT-4} &= \frac{0,25-0,24}{0,25} \times 100\% = 4\% \\ \text{➤ PPT-5} &= \frac{0,25-0,24}{0,25} \times 100\% = 4\% \end{aligned}$$

hari 2

$$\begin{aligned} \% &= \frac{0,18-0,16}{0,18} \times 100\% = 11,1\% \\ \% &= \frac{0,2-0,16}{0,2} \times 100\% = 20\% \\ \% &= \frac{0,22-0,19}{0,22} \times 100\% = 13,6\% \\ \% &= \frac{0,25-0,23}{0,25} \times 100\% = 8\% \\ \% &= \frac{0,22-0,19}{0,22} \times 100\% = 13,6\% \\ \% &= \frac{0,22-0,19}{0,22} \times 100\% = 13,6\% \\ \% &= \frac{0,22-0,21}{0,22} \times 100\% = 4,5\% \end{aligned}$$

Hari 3

$$\text{➤ Tapioka} = \frac{0,17-0,15}{0,17} \times 100\% = 11,1\%$$

$$\text{➤ PPT-0} = \frac{0,2-0,14}{0,2} \times 100\% = 30\%$$

$$\text{➤ PPT-1} = \frac{0,21-0,18}{0,21} \times 100\% = 14,2\%$$

$$\text{➤ PPT-2} = \frac{0,23-0,19}{0,23} \times 100\% = 17,3\%$$

$$\text{➤ PPT-3} = \frac{0,2-0,17}{0,2} \times 100\% = 15\%$$

$$\text{➤ PPT-4} = \frac{0,2-0,18}{0,2} \times 100\% = 10\%$$

$$\text{➤ PPT-5} = \frac{0,21-0,19}{0,21} \times 100\% = 9,5\%$$

hari 4

$$\% = \frac{0,16-0,14}{0,16} \times 100\% = 12,5\%$$

$$\% = \frac{0,2-0,13}{0,2} \times 100\% = 35\%$$

$$\% = \frac{0,2-0,16}{0,2} \times 100\% = 20\%$$

$$\% = \frac{0,2-0,16}{0,2} \times 100\% = 20\%$$

$$\% = \frac{0,18-0,15}{0,18} \times 100\% = 16,6\%$$

$$\% = \frac{0,2-0,17}{0,2} \times 100\% = 15\%$$

$$\% = \frac{0,15-0,13}{0,15} \times 100\% = 13,3\%$$

Hari 5

$$\text{➤ Tapioka} = \frac{0,16-0,14}{0,16} \times 100\% = 12,5\%$$

$$\text{➤ PPT-0} = \frac{0,2-0,12}{0,2} \times 100\% = 40\%$$

$$\text{➤ PPT-1} = \frac{0,2-0,15}{0,2} \times 100\% = 25\%$$

$$\text{➤ PPT-2} = \frac{0,17-0,13}{0,17} \times 100\% = 23,5\%$$

$$\text{➤ PPT-3} = \frac{0,15-0,12}{0,15} \times 100\% = 20\%$$

$$\text{➤ PPT-4} = \frac{0,18-0,15}{0,18} \times 100\% = 16,6\%$$

$$\text{➤ PPT-5} = \frac{0,2-0,17}{0,2} \times 100\% = 15\%$$

## LAMPIRAN 7 GAMBAR PENELITIAN



Mengupas Kulit Ari Biji Durian



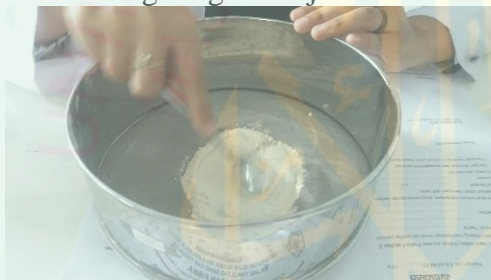
Merendam Biji Durian dengan Air Kapur



Mengeringkan Biji Durian



Menumbuk Biji Durian



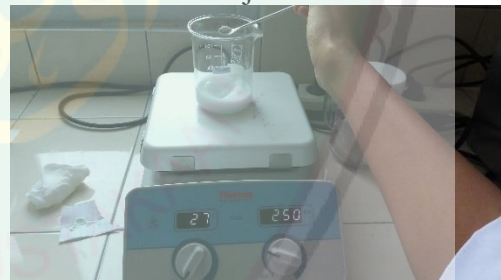
Mengayak Biji Durian



Pati Biji Durian



Mendispersikan TiO<sub>2</sub>



Memasukkan CMC dan Gliserol



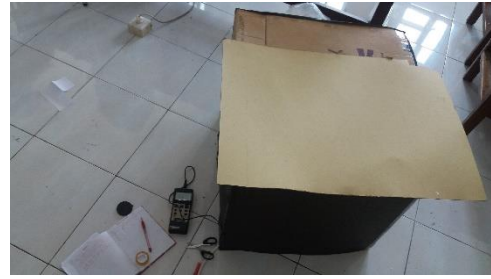
Memasukkan Pati Biji Durian



Menuangkan larutan film biopolimer ke dalam Cawan Petri



Mengeringkan Film Biopolimer



Uji Intensitas Sinar UV menggunakan  
Lux Meter





KEMENTRIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Gajayana NO.50 Dinoyo Malang (0341)551345 Fax.

### BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Endah Sri Puji Hastuti  
NIM : 16640036  
Fakultas/Jurusan : Saintek/Fisika  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan TiO<sub>2</sub> Terhadap Perlindungan Sinar Ultra Violet Pada Smart Packaging Dengan Bahan Pati Biji Durian  
Pembimbing 1 : Erna Hastuti, M.Si  
Pembimbing 2 : Drs. Abdul Basid, M.Si

No.	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1.	16 Juni 2020	Konsultasi Bab I, II dan III	
2.	19 Agustus 2020	Konsultasi Bab I, II dan III	
3.	02 Oktober 2020	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
4.	28 Oktober 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
5.	03 November 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
6.	11 November 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
7.	16 November 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
8.	23 November 2020	Konsultasi Kajian Agama	
9.	26 Desember 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
10.	01 Desember 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
11.	12 Desember 2020	Konsultasi Abstrak, Bab IV, dan Bab V	
12.	14 Desember 2020	Konsultasi Kajian Agama	
13.	17 Desember 2020	ACC Kajian Agama	
14.	17 Desember 2020	Konsultasi Abstrak, Bab IV, dan Bab V	
15.	18 Desember 2020	Konsultasi Abstrak, Bab IV, dan Bab V dan ACC	



**KEMENTRIAN AGAMA RI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)**  
**MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
*Jl. Gajayana NO.50 Dinoyo Malang (0341)551345 Fax.*

---

Malang, 19 Desember 2020  
Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika

Dr. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

