

**PEMBUATAN INDIKATOR pH MENGGUNAKAN PEWARNA
KUNYIT PADA *SMART PACKAGING* BERBAHAN
KITOSAN**

SKRIPSI

Oleh:
SHABIATUR RHOKIMAH
NIM. 16640049



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

**PEMBUATAN INDIKATOR pH MENGGUNAKAN PEWARNA
KUNYIT PADA *SMART PACKAGING* BERBAHAN
KITOSAN**

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:

**SHABIATUR RHOKIMAH
NIM. 16640049**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**PEMBUATAN INDIKATOR pH MENGGUNAKAN PEWARNA
KUNYIT PADA *SMART PACKAGING* BERBAHAN
KITOSAN**

SKRIPSI

Oleh:
Shabiatur Rhokimah
NIM. 16640049

Telah disetujui untuk diujikan
Pada tanggal, 10 Desember 2020

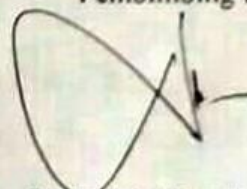
Pembimbing I



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

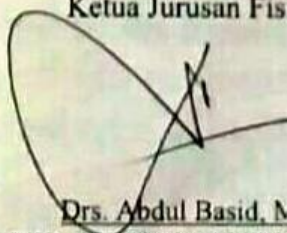
Menyetujui,

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

**PEMBUATAN INDIKATOR pH MENGGUNAKAN PEWARNA
KUNYIT PADA SAMRI PACKAGING BERBAHAN
KITOSAN**

SKRIPSI

Oleh:
Shabriatur Rhokimah
NIM 16640049

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 10 Desember 2020

Penguji Utama :	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 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,
Ketua Jurusan Fisika



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Shabiatur Rhokimah
NIM : 16640049
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pembuatan Indikator pH Menggunakan Pewarna
Kunyit pada Smart Packaging Berbahan Kitosan

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, 10 Desember 2020
Yang Membuat Pernyataan,



MOTTO

"Jika tidak bisa jadi orang alim, maka jadilah orang yang istiqomah"

(KH. M. Chusaini Al-Hafidz)

"Orang yang pesimis selalu melihat kesulitan di setiap kesempatan, tapi orang yang optimis selalu melihat kesempatan dalam setiap kesulitan"

(Ali bin Abi Thalib)

"Semakin banyak ilmu yang kamu miliki maka semakin besar pula ketaqwaanmu terhadap Allah"

(Abu Bakar Ash-Shiddiq)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismilahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berjuta kenikmatan dan memberikan ridho-Nya kepada saya, sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dengan ini akan saya persembahkan skripsi ini kepada:

Keluargaku Tercinta

kedua orang tua saya (Bapak Teman Hariono dan Ibu Jumilah)

Terimakasih saya ucapkan atas semua yang telah orang tua berikan berupa doa yang selalu menyertai dalam setiap langkah perjalanan saya, kesabaran yang begitu besar dalam membimbing saya, memberikan dukungan dan motivasi ketika saya jatuh serta gagal dalam segala hal, memberikan semangat agar saya dapat bangkit lagi, memberikan kasih sayang yang tiada hentinya, dan memberikan finansial sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan S1 saya. Saya bangga menjadi anak bapak dan ibu.

Adik saya (Davina Rahmadanti)

Terimakasih telah memberikan doa di setiap sholatmu, selalu memberikan semangat ketika saya gagal dan selalu percaya kepada saya. Kakak bangga dan sayang mempunyai adek sepertimu.

*Guru serta orang tua saya selama saya di Malang
Abah KH. M. Chusaini Al-Hafidz dan Keluarga*

Terimakasih saya ucapkan kepada abah dan keluarga yang sudah menjadi orang tua saya selama saya tinggal di Malang, yang sudah memberikan doa, motivasi, semangat sehingga dapat menjadikan saya orang yang lebih baik lagi. Terimakasih juga atas semua ilmu dan pengalaman yang beliau berikan terhadap saya. Semoga apa yang beliau berikan menjadi amal jariyah.

Semua guru-guru saya

Terimakasih kepada guru-guru saya yang sudah mengajarkan saya banyak ilmu dari saya yang tidak bisa apa-apa menjadi saya dapat mengetahui dan mengerti banyak hal. Jasa kalian tidak akan pernah saya lupakan dalam hidup saya. Tanpa guru-guru saya, saya tidak akan bisa sampai di titik ini.

Seluruh teman-teman saya

Terimakasih buat teman-teman fisika 2016 yang telah banyak membantu saya dari awal hingga kita menjadi satu keluarga fisika yang saling mendukung satu sama lain. Terimakasih buat teman-teman material 2016 yang sudah memberikan banyak pengalaman dan rela memberikan waktu kalian untuk bertukar pikiran. Terimakasih juga buat semua mbak-mbak PPTQ Nurul Furqon yang sudah membantu saya dalam segala hal, memotivasi saya, memberikan dukungan dan semangat kepada saya. Saya cinta kalian semua

Untuk semua pihak yang belum kusebutkan

Terimakasih atas semua bantuan, dukungan, dan motivasi yang sudah diberikan kepada saya

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 **“Pembuatan Indikator pH Menggunakan Pewarna Kunyit pada *Smart Packaging* Berbahan Kitosan”**.

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 berharga disetiap langkah penulis khususnya Penelitian Tugas Akhir.
8. Abah KH. Chusaini Al-Hafidz dan keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dukungan serta motivasi disetiap langkah penulis.
9. Kakak-kakak dan adik-adik Jurusan Fisika yang selalu membantu dan memberikan informasi selama pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir.
10. Keluarga MSC Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu dengan sabar dan tulus dalam penyusunan skripsi ini.
11. Sahabat-sahabat fisika 2016 dan semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
12. Teman-teman PPTQ Nurul Furqon yang telah memberikan dukungan, motivasi dan membantu dalam perjalanan skripsi ini.
13. Seluruh pihak yang membantu dalam penulisan skripsi ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, kurang lebihnya mohon maaf yang sebesar-besarnya. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan

banyak kenikmatan yang berlipat ganda. Semoga laporan ini dapat bermanfaat buat.

Amin

Malang, 27 November 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kemasan Pintar	7
2.2 Kunyit	9
2.3 Kitosan	11
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	14
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	14
3.3.1 Alat Penelitian	14
3.3.2 Bahan Penelitian	15
3.3.3 Karakterisasi	15
3.4 Prosedur Penelitian	16
3.4.1 Pembuatan Pewarna Kunyit	16
3.4.2 Pembuatan Label	16
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	18
3.5.1 Diagram Alir Pembuatan Pewarna Kunyit	18
3.5.2 Diagram Alir Pembuatan Label	19
3.6 Teknik Pengambilan Data	20
3.6.1 Uji Indikator Menggunakan Larutan pH.....	20
3.6.2 Uji Gugus Fungsi Menggunakan FTIR.....	21
3.6.3 Uji Sifat Mekanik menggunakan <i>Mechanical Universal</i>	

<i>Testing Machine</i>	21
3.7 Analisis Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Hasil Penelitian	23
4.2 Pembahasan	36
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komponen Kurkumin.....	8
Gambar 2.2	Degradasi Kurkumin	9
Gambar 2.3	Struktur Kitin dan Kitosan	11
Gambar 4.1	Label Indikator	24
Gambar 4.2	Hasil Spektrum Transmittansi oleh FTIR	25
Gambar 4.3	Label Indikator Uji Indikator Warna.....	26
Gambar 4.4	Colour Map Perubahan Warna pada Label Indikator.....	32
Gambar 4.5	Plot Grafik Hubungan Sampel dengan Modulus Young.....	34
Gambar 4.6	Plot Grafik Hubungan Sampel dengan Tensile Strength	35
Gambar 4.7	Plot Grafik Hubungan Sampel dengan Elongasi.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Contoh Tabel Data Hasil Uji Indikator pH	20
Tabel 3.2	Contoh Tabel Data Hasil Uji FTIR	20
Tabel 3.3	Contoh Tabel Data Hasil Uji Tarik	21
Tabel 4.1	Kode Sampel	24
Tabel 4.2	Gugus Fungsi dari Masing-masing Label	25
Tabel 4.3	Hasil Uji Indikator pada Kode Sampel SK	27
Tabel 4.4	Hasil Uji Indikator pada Kode Sampel SKK2	28
Tabel 4.5	Hasil Uji Indikator pada Kode Sampel SKK4	29
Table 4.6	Hasil Uji Indikator pada Kode Sampel SKK6	30
Tabel 4.7	Hasil Uji Indikator pada Kode Sampel SKK8	31
Tabe; 4.8	Hasil Uji Tarik	33

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 Data Dan Perhitungan Uji Mekanik**
- LAMPIRAN 2 Gambar Uji Tarik**
- LAMPIRAN 3 Gambar Penelitian**

ABSTRAK

Rhokimah, Shabiatur. 2020. Pembuatan Indikator pH Menggunakan Pewarna Kunyit Pada *Smart Packaging* Berbahan Kitosan. 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: kemasan pintar, kunyit, kitosan

Kemasan pintar dikembangkan dengan tujuan untuk mendeteksi kualitas makanan yang ditandai adanya perubahan pH, bau, rasa, serta terbentuknya senyawa volatil akibat aktivitas bakteri sehingga menunjukkan perubahan warna. Perubahan warna tersebut memiliki fungsi untuk memantau kondisi makanan secara *real time*, kualitas produk, menyelidiki titik-titik kritis dan memberi informasi secara detail. Penelitian ini menggunakan kunyit sebagai pewarna yang berperan sebagai indikator pH. Kunyit ditambahkan pada label kitosan dengan variasi 2 ml, 4 ml, 6 ml, dan 8 ml. Gugus fungsi yang didapatkan pada label indikator berbahan kitosan berupa O-H stretching, C-H stretching, Thiol S-H, N-H, CH₃, dan C-O stretching. Perubahan warna yang dihasilkan pada larutan pH 4 berwarna orange muda nilai RGB 132 dan orange kecoklatan nilai RGB 111, larutan pH 10 mengalami perubahan warna orange kecoklatan nilai RGB 66.7 dan coklat kehitaman nilai RGB 50.3 sedangkan larutan pH 7 tidak mengalami perubahan warna. Nilai modulus young terbesar 0.187 Mpa dan terkecil 0.032 MPa, nilai tensile strength terbesar 0.240 MPa dan terkecil 0.083 MPa serta nilai elongasi terbesar 0.0256 dan terkecil 0.0128.

ABSTRAK

Rhokimah, Shabiatur. 2020. The Making of pH Indicators Using Turmeric Coloring in Chitosan-based *Smart Packaging*. 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

Keywords: smart packaging, turmeric, chitosan

Smart packaging was developed with the aim of detecting food quality, which can be noticed by the changes in pH, smell, taste, and the formation of volatile compounds due to bacterial activity, thus showing a change in color. The color change has a function to monitor food conditions in *real time*, to know the product quality, to investigate critical points and provide detailed information. This study uses turmeric as a dye which acts as a pH indicator. Turmeric is added to the chitosan label with the variations of 2 ml, 4 ml, 6 ml, and 8 ml. The functional groups found on the indicator label made from chitosan are O-H stretching, C-H stretching, Thiol S-H, N-H, CH₃, and C-O stretching. The result of color change in pH 4 solution is light orange with RGB value of 132 and brownish orange with RGB value of 111, pH 10 solution has a brownish orange color change in RGB value of 66.7 and blackish brown with RGB value of 50.3, while pH 7 solution's color does not change. The largest young's modulus value is 0.187 MPa and the smallest is 0.032 MPa, the largest tensile strength value is 0.240 MPa and the smallest is 0.083 MPa and the largest elongation value is 0.0256 and the smallest is 0.0128.

المستخلص

الرحيمة، صابية. 2020. إنتاج دليل درجة الحموضة باستخدام أصباغ كركم في التحزيم الذكي المصنع من كيتوزان. 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: التحزيم الذكي، كركم، كيتوزان

يهدف تطوير التحزيم الذكي إلى استكشاف جودة الأغذية بالنظر إلى وجود تغير درجة الحموضة، الشم، المذاق، وتشكيل مركب الطيار بسبب نشاط بكتريا المؤدي إلى تغير اللون. يحدث هذا التغيير لرصد أحوال الغذاء زما حقيقيا، جودة الإنتاج، تعرف نقاط الحرج، وتقديم المعلومات بالتفصيل. يستخدم هذا البحث الكركم كالملون الذي يدور دليلا لدرجة الحموضة. تمت إضافة كركم في وسممة كيتوزان بنوعية 2 مليلتر، 4 مليلتر، 6 مليلتر، و8 مليلتر. تكتسب المجموعة الوظيفية من وسممة كيتوزان بوجود O-H stretching، C-H stretching، CH₃، N-H، Thiol S-H، وC-O stretching. فتغير اللون المنتج من مسيل درجة الحموضة 4 بلون البرتقالي بقيمة RGB 132 والكهرماني بقيمة RGB 111، وتغير مسيل درجة الحموضة 10 بلون الكهرماني بقيمة RGB 66.7 والبني بقيمة RGB 50.3. أما مسيل درجة الحموضة 7 فلا يتغير. فنسبة قيمة معامل يونج الأكبر هي 0.187 ميغا بسكال والأصغر هي 0.032 ميغا بسكال. نسبة قيمة إجهاد الشاد الأكبر هي 0.240 ميغا بسكال والأصغر 0.083 ميغا بسكال. أما نسبة قيمة التناول الأكبر هي 0.0256 والأصغر 0.0128.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan minat konsumen terhadap makanan yang berkualitas dan higienis menyebabkan timbulnya sebuah inovasi baru dalam teknologi pengemasan. Umumnya, kegunaan kemasan untuk melindungi produk dari penurunan kualitas terhadap kondisi lingkungan eksternal seperti panas, cahaya, uap air, tekanan, mikroorganisme dan emisi gas (Biji dkk, 2015). Pada saat ini dikembangkan kemasan yang memiliki label indikator untuk mendeteksi kualitas makanan. Kualitas makanan ditandai dengan adanya perubahan pH, bau, rasa, serta terbentuknya senyawa volatil yang disebabkan oleh aktivitas bakteri pada makanan. Dengan adanya hal tersebut, label indikator akan menunjukkan perubahan warna karena adanya reaksi antara dua zat atau lebih. Perubahan warna yang terjadi pada label indikator akan berfungsi untuk memantau kondisi makanan secara *real time*, kualitas produk, menyelidiki titik-titik kritis dan memberi informasi secara detail pada makanan (Ananta dkk, 2017).

Kemasan makanan umumnya terbuat dari bahan polimer. Polimer dibagi menjadi dua jenis yaitu polimer sintetis dan polimer alami. Polimer sintetis (nonbiodegradable) contohnya PET, *High Density Polyethylene* (HDPE), PVC, *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), dan PE (Kamsiati dkk, 2017).

Sedangkan polimer alami bersumber dari nabati dan hewan. Bahan polimer alami yang berasal dari sumber nabati yaitu selulosa, lignin, hemiselulosa, alga, dan pati. Selain itu polimer yang berasal dari sumber daya hewan yaitu protein, kitin dan kitosan. Kemasan sintetis dapat membahayakan lingkungan dan mengancam kesehatan manusia, karena sulit terdegradasi (Nisah, 2018). Sehingga dikembangkan polimer alami lebih ramah lingkungan dan aman untuk kesehatan salah satunya yaitu kitosan yang berasal limbah hasil laut seperti: udang, kepiting, ketam, dan kerang (Purnama, 2015). Kitosan merupakan produk alami tidak beracun, polisakarida, tidak larut air serta merupakan biopolimer kationik yang dapat terdegradasi (Rahardyani, 2011).

Hal tersebut sesuai dengan penjelasan Allah dalam Al-quran bahwa Allah tidak menciptakan segala sesuatu dengan sia-sia. Salah satu firman Allah yang menjelaskan hal tersebut dalam surat Al-imran ayat 190 - 191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ (١٩٠) الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَفُجُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا تُسَبِّحُكَ فَقَتَاعًا دَابَّ لِنَارٍ (١٩١)

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (Kebesaran Allah) bagi orang yang berakal (190) (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.”

Berdasarkan ayat diatas bahwasanya Allah SWT memerintahkan kepada manusia yang telah diberikan kelebihan akal untuk mengkaji segala sesuatu yang ada dilangit dan bumi, karena tidak ada ciptaan Allah di dunia ini yang sia-sia, artinya Allah menciptakan segala sesuatu dengan memberikan manfaat didalamnya untuk kesejahteraan manusia di muka bumi ini. Semua ciptaan Allah mempunyai manfaat

dan harus dimanfaatkan. Seperti halnya penelitian ini dilakukan memanfaatkan bahan berupa kitosan berasal dari cangkang kepiting maupun kerang dan kunyit yang dimanfaatkan untuk membuat suatu label indikator sebagai *smart packaging* yang aman untuk lingkungan. Dengan terungkapnya rahasia-rahasia Allah melalui hasil penelitian, akan menambah keyakinan akan kebesaran dan kekuasaan Allah.

Polimer yang ditambah dengan pewarna atau zat aktif dapat berubah warna terhadap pH, bau, rasa, serta senyawa volatil yang disebabkan oleh aktivitas bakteri pada makanan. Pewarna alami dapat dihasilkan dari hewan dan tumbuhan. Pewarna alami yang dihasilkan dari hewan yaitu mioglobin dan hemoglobin yang terdapat zat warna merah pada daging. Sedangkan jenis pewarna alami yang dihasilkan dari tumbuhan diantaranya, klorofil (hijau), antosianin (merah, oranye, ungu dan biru), biksin (kuning seperti mentega), karoten (jingga sampai merah) dan kurkumin (kuning) (Setiautami, 2013).

Setiautami (2013) membuat kemasan cerdas dari kitosan dengan indikator pewarna dari buah bit (*B. Vulgaris L. Var cicla L.*) didapatkan perubahan warna merah hingga kuning merah pada saat dipapari sinar matahari serta berubah menjadi merah pada penyimpanan suhu kulkas (3-5°C) dan suhu freezer (-5-(-10)°C). Nofrida (2013) menggunakan daun erpa (*aerva sanguinolenta*) sebagai indikator warna dan terjadi perubahan warna sampel dari merah menjadi kekuningan pada saat dipengaruhi oleh suhu dan cahaya. Rachmella, dkk (2018) membuat label TTI (Time Temperature Indicator) menggunakan ekstrak jagung hitam berbahan kitosan dengan pengukuran indikator pH pada suhu 10, 25 dan 40 °C. Larutan ekstrak berwarna

merah pada pH 2-3, kemudian merah muda pada pH 4-5, ungu pada pH 6-7, ungu pada pH 8, dan berubah menjadi kuning pada pH pengukuran 9-13.

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini dibuat *smart packaging* dari kitosan sebagai bahan utama dengan ditambah indikator pewarna dari kunyit yang mengandung kurkurmin. Zat warna kurkurmin merupakan kristal berwarna kuning orange, dalam alkali (basa) berwarna merah kecoklatan sedangkan dalam asam berwarna kuning muda. Kurkurmin memberikan warna yang berbeda pada setiap harga pH (Harjanti, 2008). Karakterisasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi pada label, uji indikator pH untuk mengetahui sensitivitas indikator pH pada label, dan uji tarik untuk mengetahui sifat mekanik pada label.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana gugus fungsi yang terbentuk pada label indikator berbahan kitosan?
2. Bagaimana pengaruh penambahan pewarna kunyit terhadap sensitivitas indikator pH pada label indikator berbahan kitosan?
3. Bagaimana pengaruh penambahan pewarna kunyit terhadap sifat mekanik pada label indikator berbahan kitosan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui bentuk gugus fungsi pada label indikator berbahan kitosan.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan pewarna kunyit terhadap sensitivitas indikator pH pada label indikator berbahan kitosan.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan pewarna kunyit terhadap sifat mekanik pada label indikator berbahan kitosan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kitosan dan kunyit sebagai pewarna indikator pH dengan variasi penambahan kunyit 2 ml, 4 ml, 6 ml dan 8 ml
2. Karakterisasi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi pada label tersebut, uji indikator pH untuk mengetahui waktu dan warna dari label tersebut, dan uji tarik untuk mengetahui sifat mekanik dari label tersebut
3. Kunyit yang digunakan adalah kunyit segar

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat khusus dari penelitian ini adalah untuk membuat label indikator dengan menambahkan kunyit sebagai sensor atau pendeteksi mutu makanan. Sedangkan manfaat secara umum dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi, pengetahuan, serta pengalaman bagi penulis maupun pembaca tentang *smart packaging*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kemasan Pintar

Kemasan pintar adalah pengemasan yang berisi indikator eksternal atau internal untuk memberikan informasi tentang aspek sejarah paket dan atau kualitas makanan (Dobrucka dkk, 2014). Kemasan cerdas ini dapat memberikan informasi kepada konsumen mengenai kerusakan produk apabila tidak diperlakukan sesuai syarat penyimpanan, melacak titik-titik kritis, dan memberikan informasi lebih rinci seluruh rantai suplai dan distribusi produk, sehingga keamanan produk konsumen lebih terjamin. Teknik kemasan cerdas yang ada saat ini di antaranya Time Temperature Indikator, indikator oksigen, indikator CO₂, indikator patogen, indikator kesegaran, dan breakage indicator. Indikator ini bertujuan untuk menunjukkan apakah mutu produk di dalamnya sudah menurun dan mengalami kerusakan (Nofrida, 2013). Kemasan cerdas (*smart packaging*) sebagai kemasan yang memiliki indikator, baik yang diletakkan secara internal maupun secara eksternal dan mampu memberikan informasi tentang keadaan kemasan dan kualitas makanan di dalamnya (Hasnedi, 2009). Kemasan pintar menggunakan berbagai sensor untuk memantau kualitas dan keamanan pangan, misalnya dengan mendeteksi dan menganalisis kesegaran, patogen, kebocoran, karbon dioksida, oksigen, tingkat pH, waktu atau suhu. Fungsi yang tepat dari solusi pengemasan cerdas tertentu bervariasi dan bergantung pada produk aktual yang dikemas, misalnya, makanan, minuman, obat-obatan, atau berbagai jenis produk kesehatan dan rumah tangga. Kemasan cerdas memungkinkan untuk melacak suatu produk di sepanjang siklus hidupnya dan menganalisis serta

mengendalikan lingkungan di dalam atau di luar paket untuk memberi tahu pabrikan, pengecer atau konsumen mengenai kondisi produk pada waktu tertentu (Schaefer dan Wai, 2018).

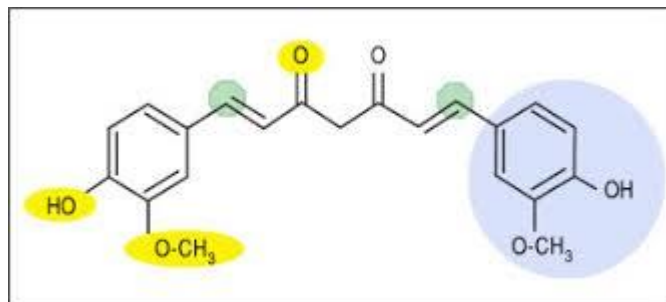
Indikator dapat didefinisikan sebagai zat yang menunjukkan ada, tidak adanya atau konsentrasi zat lain atau tingkat reaksi antara dua atau lebih zat melalui perubahan karakteristik, terutama dalam warna (Biji dkk, 2015). Salah satu indikator tersebut yaitu Time Temperature Indicator (TTI). Time Temperature Indicator (TTI) adalah perangkat yang tertanam dalam paket produk yang dapat memberikan informasi kualitas produk karena paparan suhu selama periode waktu tertentu. TTI yang baik membutuhkan kemampuan untuk menunjukkan reaksi ireversibel yang jelas dan berkelanjutan terhadap perubahan suhu (Rachmella dkk, 2018).

Kemasan makanan umumnya terbuat dari bahan polimer. Polimer dibagi menjadi dua jenis yaitu polimer sintetis dan polimer alami. polimer sintetis memiliki sifat mekanik dan stabilitas termal yang baik, jauh lebih baik daripada beberapa polimer alami. Ada juga batasan kinerja beberapa polimer alam dibandingkan dengan polimer sintetis. Polimer sintetis dapat diolah menjadi berbagai macam bentuk, sedangkan untuk polimer alam beberapa bentuk tidak mudah diperoleh; misalnya, suhu tinggi yang dikenakan dalam pemrosesan dapat merusak struktur aslinya (Sionkowska, 2011). Polimer sintetis (nonbiodegradable) contohnya PET, *High Density Polyethylene* (HDPE), PVC, *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), PE, dan (Kamsiati dkk, 2017). Sedangkan polimer alami bersumber dari nabati dan hewan. Bahan polimer alami yang berasal dari sumber nabati yaitu selulosa, lignin, hemiselulosa, alga, dan pati. Selain itu polimer yang

berasal dari sumber daya hewan yaitu protein, kitin dan kitosan. Kemasan sintetis dapat membahayakan lingkungan dan mengancam kesehatan manusia, karena sulit terdegradasi (Nisah, 2018).

2.2 Kunyit

Kunyit merupakan pewarna alami yang dapat digunakan di sekolah karena harganya relatif murah, mudah dicari, tidak karsinogenik, dan biodegradable. Pigmen aktif pada kunyit yang dapat mewarnai jaringan tumbuhan dan memberikan warna kuning adalah kurkuminoid. Kurkuminoid merupakan senyawa dari gugus fenolik yang tersusun atas kurkumin, monodesmetokurkumin, dan bidesmetokurkumin. Komponen yang khas dan dapat memberikan warna kuning adalah kurkumin (1,7-bis(4-hidroksi-3-metoksifenil)-1,6-heptadien-3,5-dion (Auliyatus dkk, 2015).

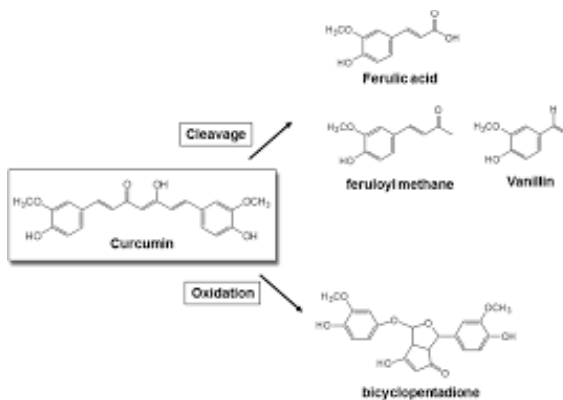


Gambar 2.1 Komponen Kurkumin (Hu dkk, 2017)

Kunyit memiliki senyawa bioaktif yang berperan sebagai antimikroba adalah kurkumin, desmetoksikumin dan bidesmetoksikumin dimana di dalamnya terdapat saponin yang terkandung surfaktan yang berfungsi sebagai emulgator (Berlian dkk, 2017). Curcumin dikenal sebagai curcumin I yang terlihat secara alami di rimpang *Curcuma longa* dan ditanam secara komersial serta dijual sebagai kunyit atau pewarna kuning-oranye. Secara spektrofotometri, curcumin memiliki penyerapan

maksimum (λ_{max}) dalam metanol pada 430 nm, dengan kisaran hukum Bir 0,5 hingga 5 $\mu\text{g} / \text{mL}$. Ini menyerap maksimal pada 415 hingga 420 nm dalam aseton dan larutan 1% curcumin memiliki 1650 unit absorbansi. Curcumin memiliki rona kuning cemerlang pada pH 2,5 hingga 7 dan rona merah pada pH > 7 (Bagchi, 2012).

Kurkumin merupakan pigmen yang larut dalam larutan yang bersifat lipofil, seperti etanol dan metanol, serta larut dalam asam asetat glasial, tetapi praktis tidak larut dalam air dan eter. Aseton juga dapat digunakan sebagai pelarut dalam proses pabrikan. Kurkumin stabil dalam suasana asam, tetapi tidak stabil dalam suasana basa dan kondisi terang. Dalam suasana pH netral atau basa, kurkumin dapat terdegradasi menjadi asam ferulat (asam 4-hidroksi-3-metoksinamit) dan ferulilmetan (4-hidroksi-3-metoksinamoyl-metana). Pada range pH 1-7 larutan berwarna kuning sedangkan pada pH >7,5 terjadi perubahan warna menjadi merah (Lina, 2008).



Gambar 2.2 Degradasi Kurkumin (Tsuda, 2018)

Kurkumin adalah senyawa yang relatif tidak stabil yang terdegradasi dengan cepat dalam larutan netral menjadi basa. Produk degradasi kurkumin meliputi asam ferulic, feruloyl methane, dan vanillin (Tsuda, 2018). Degradasi kurkumin mengikuti

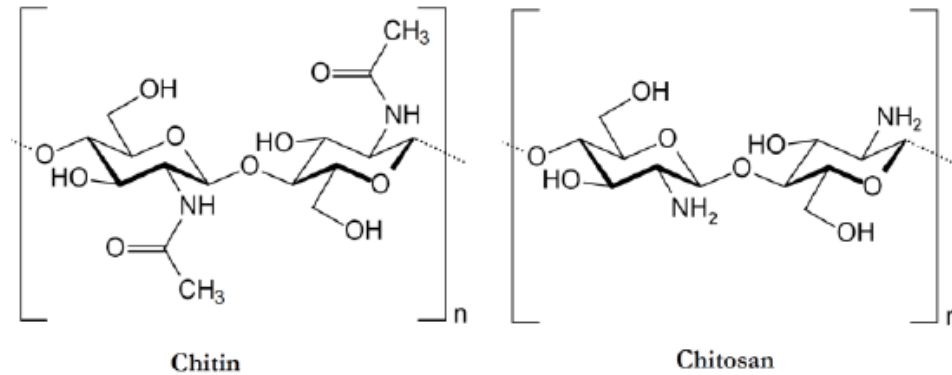
kinetika orde dua dalam sistem metanol / air dengan fosfat (pH 6-9) atau karbonat (pH 9-10) sebagai buffer dan reaksi degradatif kurkumin berlangsung jauh lebih lambat. laju dalam kondisi asam dibandingkan pada pH yang lebih tinggi. Dalam sistem metanol / air, asam ferulic dan feruloylmethane merupakan produk degradasi awal, diikuti dengan hidrolisis feruloylmethane menjadi vanillin dan aseton. Selain itu, senyawa seperti kuning kecoklatan juga terdapat, diyakini sebagai produk dari kondensasi feruloylmethane (Lee dkk, 2013).

2.3 Kitosan

Kitin (gambar 2.1) sebagai sumber awal kitosan merupakan biopolimer yang cukup melimpah di alam. Sebagian besar kitin dapat diperoleh dari krustasea laut, misalnya kepiting, udang, oyster dan cumi-cumi. Kitosan merupakan produk awal dari proses deasetilasi kitin yang memiliki sifat unik sehingga dapat digunakan dalam berbagai keperluan. Hal ini menyebabkan kitosan memiliki potensi industri yang cukup besar. Kitosan juga merupakan produk alami yang tidak beracun dan polisakarida yang tidak larut air serta merupakan biopolimer kationik yang dapat didegradasi (Rahardyani, 2011).

Kitosan (gambar 2.2) adalah sebagian polimer deasetilasi Nacetyl glucosamine yang dapat diperoleh melalui deasetilasi basa kitin. Ini terdiri dari residu β - (1,4) -linked-D-glukosamin dengan kelompok amina yang terasetilasi secara acak. Amina dan $-OH$ menganugerahkan kitosan dengan banyak sifat khusus, sehingga dapat diterapkan di banyak daerah dan mudah tersedia untuk reaksi kimia. Kitosan

aman, tidak beracun dan dapat berinteraksi dengan polyanion untuk membentuk kompleks dan gel (Zhao dkk, 2011).



Gambar 2.3 Struktur Kitin dan Kitosan (Younes dkk, 2015)

Kitosan memiliki tiga jenis gugus fungsi reaktif, gugus amino serta gugus hidroksil primer dan sekunder pada masing-masing posisi C-2, C-3 dan C-6. Modifikasi kimia dari kelompok-kelompok ini telah menyediakan banyak bahan berguna dalam berbagai bidang aplikasi (Shahidi dkk, 1999). Kitosan sebagian besar diperoleh dari bahan baku cangkang krustasea, kapang, cumi-cumi dan lain-lain, melalui proses deproteinasi menggunakan NaOH, demineralisasi dengan menggunakan HCl dan deasetilasi dengan NaOH 50%. Masing-masing proses memiliki tujuan yang berbeda. Proses deproteinasi bertujuan untuk menghilangkan protein yang terdapat pada cangkang, demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan kandungan mineral yang terdapat pada cangkang dan proses deasetilasi bertujuan untuk menghilangkan gugus asetil. Proses ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas fungsi dari kitosan (Rahardyanti, 2011).

Aplikasi kitosan sudah banyak digunakan dalam berbagai bidang, diantaranya pada bidang pangan, mikrobiologi, kesehatan, pertanian, kecantikan, bioteknologi, industri tekstil dan kertas, dan lain sebagainya. Pada bidang bioteknologi, kitosan digunakan dalam imobilisasi enzim dan media kultur tumbuhan. Sifat kitosan yang memiliki afinitas antibakteri dan biodegradable sehingga banyak dimanfaatkan pada industri tekstil dan kertas sebagai zat aditif. Dalam bidang kesehatan dapat berperan sebagai antibakteri, antikoagulan dalam darah, pengganti tulang rawan, pengganti saluran darah, antitumor sel leukemia. Pemanfaatan kitosan yang potensial adalah sebagai pengental, flokulan, penyerap, dan pembentuk lapisan yang baik dalam pengolahan limbah cair di bidang pertanian, industri kimia, obat-obatan, kosmetik, pangan, dan industri tekstil (Setiautami, 2013).

Kitosan dihasilkan dari limbah cangkang hewan yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan dengan banyak manfaat. Hal ini sesuai dengan firman Allah dalam Al-quran surah Yaasiin ayat 71-73:

أَوَلَمْ يَرَوْا أَنَّا خَلَقْنَا لَهُمْ مِمَّا عَمِلَتْ أَيْدِينَا أَنْعَامًا فَهُمْ لَهَا مَالِكُونَ (٧١) وَذَلَّلْنَاهَا لَهُمْ فَمِنْهَا رَكُوبُهُمْ وَمِنْهَا يَأْكُلُونَ (٧٢)
وَلَهُمْ فِيهَا مَنَافِعُ وَمَشَارِبٌ أَفَلَا يَشْكُرُونَ (٧٣)

“Dan tidaklah mereka melihat bahwa kami telah menciptakan hewan ternak untuk mereka, yaitu sebagian dari apa yang telah kami ciptakan dengan kekuasaan kami, lalu mereka menguasainya? (71) Dan kami menundukkannya (hewan-hewan itu) untuk mereka; lalu sebagiannya untuk menjadi tanggungan mereka dan sebagian untuk mereka makan (72) Dan mereka memperoleh manfaat dan minuman darinya. Maka mengapa mereka tidak bersyukur(73).”

Berdasarkan ayat diatas menjelaskan bahwa Allah menciptakan binatang ternak untuk diambil manfaatnya. Salah satu binatang ternak tersebut berupa kepiting dan kerang. Dari kepiting dan kerang dapat diambil daging dan juga kerangngnya. Kerang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan kitosan.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan eksperimen menggunakan bahan dasar kitosan dan kunyit untuk pembuatan label indikator. Proses yang dilakukan meliputi yaitu pembuatan pewarna kunyit, pembuatan label, dan karakterisasi. Karakterisasi sampel menggunakan uji FTIR, uji indikator pH, dan uji tarik.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada tanggal 29 juni 2020 sampai 14 agustus 2020 , di Laboratorium Riset Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi menggunakan uji FTIR dilakukan di Jurusan Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi menggunakan uji indikator pH di Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Dan karakterisasi menggunakan uji tarik di Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Gelas beker
2. Neraca digital
3. Spatula
4. *Aluminium foil*

5. Magnetic Stirrer
6. Hotplate
7. Gelas ukur
8. Pipet tetes
9. Pinset
10. Alu
11. Mortar
12. Oven
13. Cawan Petri
14. Blender
15. Kain saring

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Kitosan
2. Kunyit
3. Alkohol 70%
4. Asam asetat 1%
5. Gliserol
6. Aquades

3.3.3 Karakterisasi

Adapun karakterisasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Uji FTIR, berfungsi untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam sampel.

2. Uji Indikator pH, berfungsi untuk mengetahui perubahan warna pada selang waktu tertentu pada sampel tersebut.
3. Uji Tarik, berfungsi untuk mengetahui sifat mekanik dari sampel tersebut.

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap kegiatan yaitu pembuatan pewarna kunyit dan pembuatan label.

3.4.1 Pembuatan Pewarna Kunyit

Proses pembuatan pewarna kunyit yaitu:

1. Kunyit dikupas dan dihancurkan menggunakan blender dengan diberi tambahan air. Perbandingan kunyit dan air adalah 2:1 (gr/ml).
2. Setelah dihancurkan, kunyit disaring dengan kain saring untuk mendapatkan larutan pewarna.
3. Kemudian larutan pewarna dicampurkan ke dalam larutan label untuk dijadikan indikator dengan variasi larutan pewarna 2 ml, 4 ml, 6 ml dan 8 ml.

3.4.2 Pembuatan Label

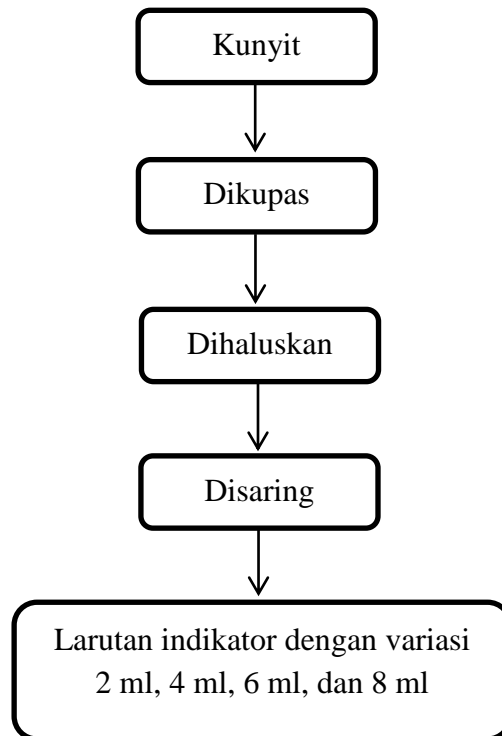
Proses pembuatan label yaitu:

1. 1 gram kitosan dilarutkan dalam 80 ml asam asetat 1%. Kitosan dicampurkan sedikit demi sedikit.
2. Kitosan dihomogenkan pada suhu 50°C dengan kecepatan 250 rpm selama 30 menit menggunakan pengaduk stirrer.
3. Larutan tersebut ditambahkan pewarna kunyit dengan variasi 2 ml, 4 ml, 6 ml, dan 8 ml dan gliserol 1,5 ml.

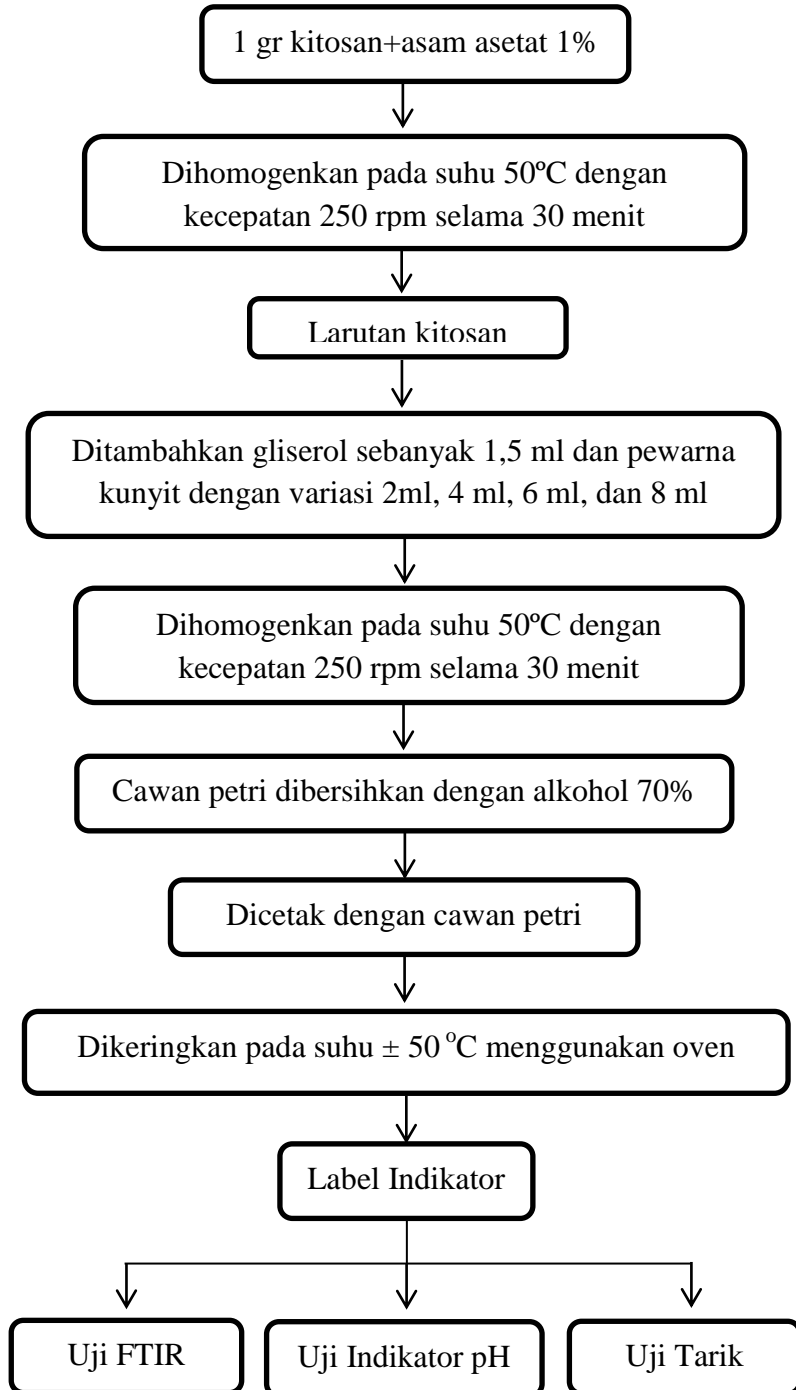
4. Kemudian semua larutan dihomogenkan pada suhu 50°C dengan kecepatan 250 rpm selama 60 menit menggunakan pengaduk stirrer.
5. Cawan petri dibersihkan dengan alkohol 70%.
6. Sampel dicetak dengan menggunakan cawan petri.
7. Sampel dikeringkan pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$.

3.5 Diagram Alir Penelitian

3.5.1 Pembuatan Pewarna Kunyit



3.5.2 Pembuatan Label



3.6 Teknik Pengumpulan Data

3.6.1 Uji Indikator Menggunakan Larutan pH

Uji Indikator pH berfungsi untuk mengetahui perubahan warna pada plastik tersebut dengan menggunakan jenis pH yang berbeda-beda.

Tabel 3.1 Contoh Tabel Data Hasil Uji Indikator pH

Sampel	Waktu Perubahan (Hari)	Sebelum Karakterisasi	Larutan pH		
			4	7	10
SK	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

3.6.2 Uji Gugus Fungsi Menggunakan FTIR

Setelah data hasil pengujian menggunakan alat FTIR, data dianalisis berdasarkan spektrum dengan lembah-lembah struktural dari setiap sampel yang berbeda-beda. Lembah-lembah dari spektrum tersebut menandakan gugus-gugus fungsi yang berbeda-beda untuk setiap panjang gelombang.

Tabel 3.2 Contoh Tabel Data Hasil Uji FTIR

Bilangan Gelombang (cm^{-1})					Gugus
SK	SKK2	SKK4	SKK6	SKK8	Fugsi

3.6.3 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*. Kuat tarik adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh material sebelum putus. Elongasi merupakan perubahan panjang maksimum film sebelum terputus. Perhitungan memperoleh nilai kuat tarik, elongasi, dan modulus young diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut (Arini dkk, 2017):

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3.1)$$

$$\varepsilon = \frac{l-l_0}{l_0} \times 100 \% \quad (3.2)$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3.3)$$

Tabel 3.3 Contoh Tabel Data Hasil Uji Tarik

Kode Sampel	Sampel	Modulus Young (MPa)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi
SK	Kitosan + Gliserol			
SKK2	Kitosan + Kunyit 2 ml + Gliserol			
SKK4	Kitosan + Kunyit 4 ml + Gliserol			
SKK6	Kitosan + Kunyit 6 ml + Gliserol			
SKK8	Kitosan + Kunyit 8 ml + Gliserol			

3.7 Analisis Data

Analisis pada penelitian yang berjudul pembuatan indikator pH menggunakan pewarna kunyit pada *smart packaging* berbahan kitosan dengan data berupa grafik dan gambar, kemudian dijelaskan secara deskriptif hubungan antara nomor gelombang dan transmitan, gambar perubahan warna, serta sifat mekanik dan sampel.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan kitosan dan pewarna kunyit sebagai bahan utama pembuatan label indikator dalam *smart packaging*. Bahan tambahan yang digunakan berupa asam asetat 1%, dan gliserol. Langkah pertama yaitu pembuatan ekstrak pewarna dengan menggunakan kunyit yang diblender dan disaring untuk memisahkan ampas dan pewarnanya. Langkah kedua yaitu pembuatan label indikator dengan melarutkan 1 gram kitosan dalam larutan asam asetat konsentrasi 1% sebanyak 80 ml. Larutan asam asetat bertujuan untuk melarutkan kitosan, karena memiliki sifat tidak larut air tetapi dapat larut dalam larutan asam dengan pH kurang dari 6 dan asam organik seperti asam asetat, asam format, serta asam laktat (Setiautami, 2013). Larutan tersebut diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 250 rpm pada suhu 50° C selama 30 menit untuk mendapatkan larutan yang homogen. Kemudian ditambahkan gliserol sebagai *plasticizer* sebanyak 1,5 ml dan pewarna kunyit dengan variasi volume 2 ml, 4 ml, 6 ml, serta 8 ml. Gliserol berfungsi untuk meningkatkan elastisitas label indikator. Selanjutnya, Larutan tersebut diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 250 rpm pada suhu 50° C selama 30 menit. Kemudian larutan label indikator dicetak menggunakan cawan petri dan dikeringkan pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ dengan tujuan untuk menghasilkan warna yang stabil. Suhu pengeringan yang cukup tinggi juga sangat berpengaruh terhadap kestabilan warna indikator (Warsiki dkk, 2012). Label indikator yang dihasilkan diberi kode sesuai dengan tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kode Sampel

No	Komposisi Sampel	Kode Sampel
1.	Kitosan + Gliserol	SK
2.	Kitosan + Gliserol + Kunyit 2 ml	SKK2
3.	Kitosan + Gliserol + Kunyit 4 ml	SKK4
4.	Kitosan + Gliserol + Kunyit 6 ml	SKK6
5.	Kitosan + Gliserol + Kunyit 8 ml	SKK8

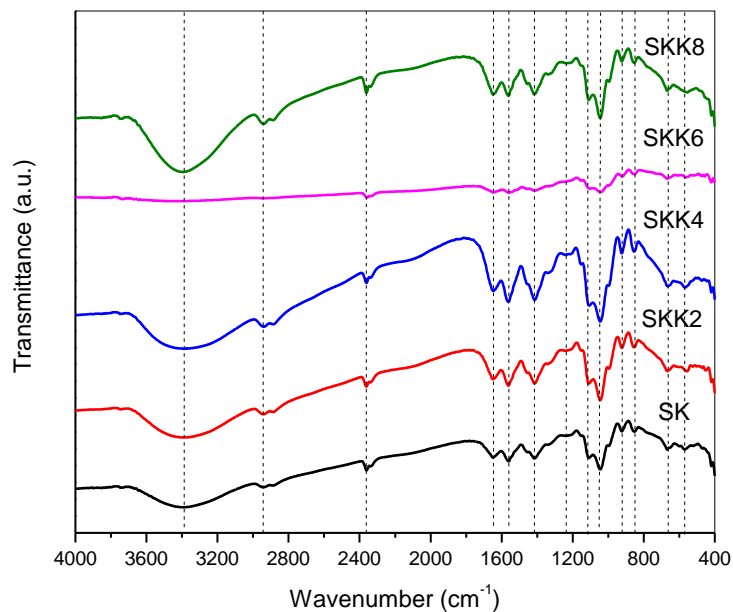
Hasil sampel setelah dikeringkan menggunakan oven ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Label Indikator

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa dengan perlakuan yang sama label indikator pada sampel SKK8 memiliki warna lebih pekat dibandingkan dengan sampel yang lain. Hal ini dikarenakan perwarna kunyit yang ditambahkan semakin besar sehingga menghasilkan warna yang lebih pekat.

Gugus fungsi yang terbentuk pada label indikator dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Hasil dianalisis dengan mencocokkan lembah pada spektrum dengan lembah standar pada literasi yang menunjukkan gugus fungsi penyusun label indikator dengan rentang serapan tertentu. Rentang serapan yang digunakan sebesar 4000 cm^{-1} sampai 400 cm^{-1} . Grafik hasil uji FTIR pada label indikator dapat ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Spektrum Tranmitansi oleh FTIR

Gambar 4.2 menunjukkan hasil spektrum fungsi bilangan gelombang dan transmitansi pada seluruh sampel. Hasil spektrum pada grafik diatas ditunjukkan pada tabel 4.2.

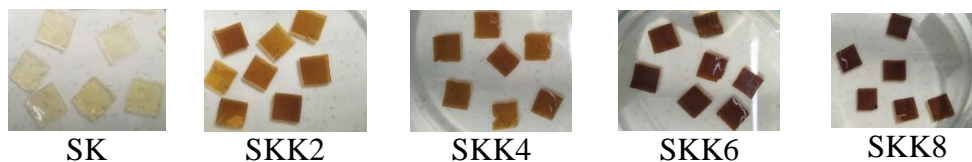
Tabel 4.2 Gugus Fungsi dari Masing-Masing Label

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)					Gugus Fungsi
SK	SKK2	SKK4	SKK6	SKK8	
3388.759	3391.958	3388.895	3386.484	3395.882	O-H stretching
2940.840	2940.593	2939.343	2889.098	2940.370	C-H stretching
2360.925	2361.745	2361.451	2359.287	2361.404	Thiol S-H
1649.191	1649.486	1648.294	1648.416	1648.982	N-H
1560.702	1561.628	1562.208	1557.629	1561.373	N-H
1414.987	1414.340	1413.851	1414.704	1415.370	CH ₃
-	1340.790	1339.333	-	1338.807	CH ₃
1240.227	1241.964	1242.218	-	1235.993	C-O stretching
1108.736	1108.633	1107.381	1102.089	1109.280	C-O stretching

1045.144	1045.030	1045.022	1043.477	1045.421	C-O <i>stretching</i>
923.626	923.637	923.948	922.127	923.875	C-O <i>stretching</i>
852.682	854.801	853.770	852.044	854.247	C-O <i>stretching</i>
667.715	667.293	665.837	668.957	668.154	N-H
569.965	556.973	567.328	564.842	554.247	N-H

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa penambahan kunyit pada label menyebabkan adanya puncak baru yaitu pada bilangan gelombang 1340.790 cm^{-1} , 1339.333 cm^{-1} , 1338.807 cm^{-1} gugus fungsi berupa CH_3 . Selain itu, terdapat gugus fungsi C-H, O-H, N-H, C-O terdapat pada kitosan. Sedangkan gugus fungsi C-H, O-H, C-O terdapat pada gliserol. Dan gugus C-H, C-O, CH_3 menunjukkan adanya senyawa asam asetat.

Untuk mengetahui pengaruh penambahan pewarna kunyit pada label dilakukan uji indikator pH menggunakan larutan pH. Uji indikator pH bertujuan untuk mengetahui sensitivitas label indikator terhadap larutan pH. Label dipotong dengan ukuran panjang dan lebar 1 cm yang ditunjukkan pada gambar 4.2.



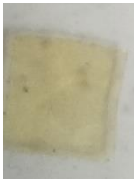







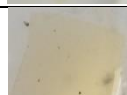





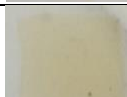

Gambar 4.3 Label Indikator Uji Indikator Warna

Berdasarkan gambar 4.3 semakin banyak kadar volume kunyit yang ditambahkan maka warna label semakin pekat sehingga menghasilkan warna yang berbeda-beda.

Larutan pH yang digunakan yaitu pH 4, pH 7, dan pH 10. pH disiapkan pada suatu wadah kemudian label dimasukkan ke dalam larutan pH tersebut. Selanjutnya,



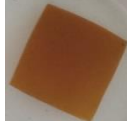


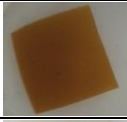


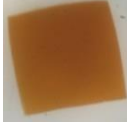
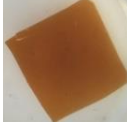
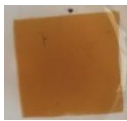
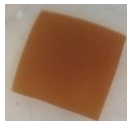




label diamati waktu dan perubahan warnanya yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Uji Indikator pada Kode Sampel SK

Sampel	Waktu Perubahan (Hari)	Sebelum Karakterisasi	Larutan pH		
			4	7	10
SK	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

















Tabel 4.3 menunjukkan bahwa sampel dengan kode SK tidak mengalami perubahan ketika direndam kedalam larutan pH 4, pH 7, dan pH 10. Hal ini dikarenakan tidak ada volume kunyit yang ditambahkan pada sampel ini.

Tabel 4.4 Hasil Uji Indikator pada Kode Sampel SKK2

Sampel	Waktu Perubahan (Hari)	Sebelum Karakterisasi	Larutan pH		
			4	7	10
SKK2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				


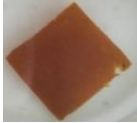
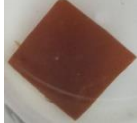
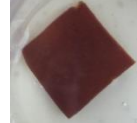
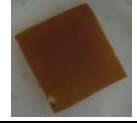




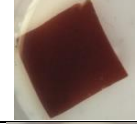

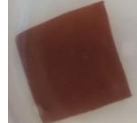
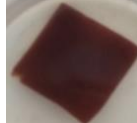



Berdasarkan tabel 4.4 menunjukkan bahwa sampel dengan kode SKK2 mengalami perubahan warna ketika direndam kedalam larutan pH 4, pH 7, dan pH 10. Perubahan warna yang didapatkan dari rendaman larutan pH 4 yaitu berwarna orange muda. Sedangkan rendaman larutan pH 7 memiliki warna seperti sampel sebelum dikarakterisasi. Dan rendaman larutan pH 10 mengalami perubahan warna orange kecoklatan.

Tabel 4.5 Hasil Uji Indikator pada Kode Sampel SKK4

Sampel	Waktu Perubahan (Hari)	Sebelum Karakterisasi	Larutan pH		
			4	7	10
SKK4	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

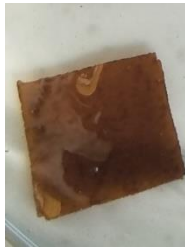

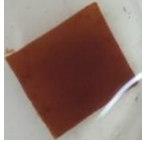
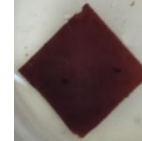

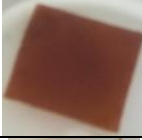
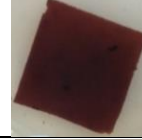

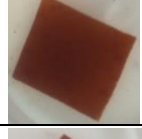






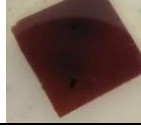
Berdasarkan tabel 4.5 menunjukkan bahwa sampel dengan kode SKK4 mengalami perubahan warna ketika direndam kedalam larutan pH 4, pH 7, dan pH 10. Perubahan warna yang didapatkan dari rendaman larutan pH 4 yaitu berwarna orange muda. Sedangkan rendaman larutan pH 7 memiliki warna seperti sampel sebelum dikarakterisasi. Dan rendaman larutan pH 10 mengalami perubahan warna orange kecoklatan.

Tabel 4.6 Hasil Uji Indikator pada Kode Sampel SKK6

Sampel	Waktu Perubahan (Hari)	Sebelum Karakterisasi	Larutan pH		
			4	7	10
SKK6	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

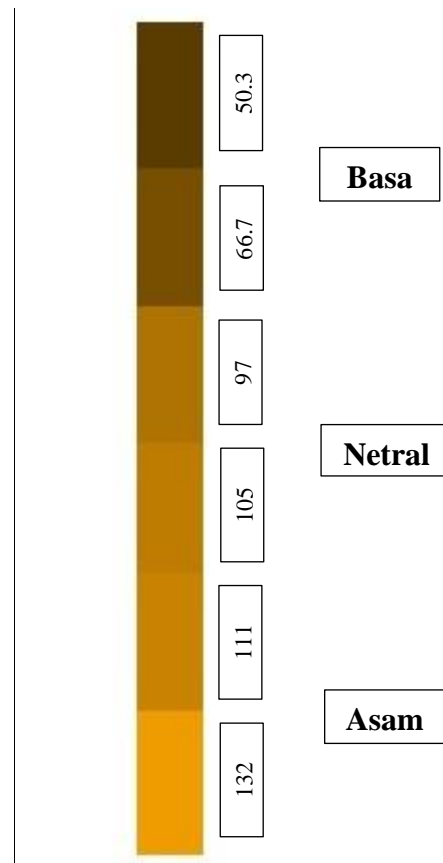
Berdasarkan tabel 4.6 menunjukkan bahwa sampel dengan kode SKK6 mengalami perubahan warna ketika direndam kedalam larutan pH 4, pH 7, dan pH 10. Perubahan warna yang didapatkan dari rendaman larutan pH 4 yaitu berwarna orange kecoklatan. Sedangkan rendaman larutan pH 7 memiliki warna seperti sampel sebelum dikarakterisasi. Dan rendaman larutan pH 10 mengalami perubahan warna coklat kehitaman.

Tabel 4.7 Hasil Uji Indikator pada Kode Sampel SKK8

Sampel	Waktu Perubahan (Hari)	Sebelum Karakterisasi	Larutan pH		
			4	7	10
SKK8	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Berdasarkan tabel 4.7 menunjukkan bahwa sampel dengan kode SKK8 mengalami perubahan warna ketika direndam kedalam larutan pH 4, pH 7, dan pH 10. Perubahan warna yang didapatkan dari rendaman larutan pH 4 yaitu berwarna orange kecoklatan. Sedangkan rendaman larutan pH 7 memiliki warna seperti sampel sebelum dikarakterisasi. Dan rendaman larutan pH 10 mengalami perubahan warna coklat kehitaman.

Berdasarkan dari hasil perubahan warna diatas dapat dibuat colour map label yang ditunjukkan pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Colour Map Perubahan Warna pada Label Indikator

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa perubahan warna pada kondisi asam dengan nilai RGB 132 dan 111 memiliki nilai RGB lebih besar daripada kondisi basa dengan nilai RGB 66.7 dan 50.3. Semakin banyak pewarna kunyit yang ditambahkan maka nilai RGB yang dihasilkan semakin kecil.

Untuk mengetahui sifat mekanik dari label yang dihasilkan, maka pengujian sifat mekanik dilakukan dengan menggunakan alat *mechanical universal testing machine*. Pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali dengan panjang 7.8 cm dan lebar 1 cm kemudian dirata-rata untuk mengetahui nilai kuat tarik pada label. Setelah sampel didapatkan nilai kuat tariknya, kemudian dihitung nilai Modulus Young dan elongasinya. Kuat tarik adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh material

sebelum putus. Elongasi merupakan perubahan panjang maksimum film sebelum terputus. Perhitungan memperoleh nilai kuat tarik, elongasi, dan modulus young diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut (Arini dkk, 2017):

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (4.1)$$

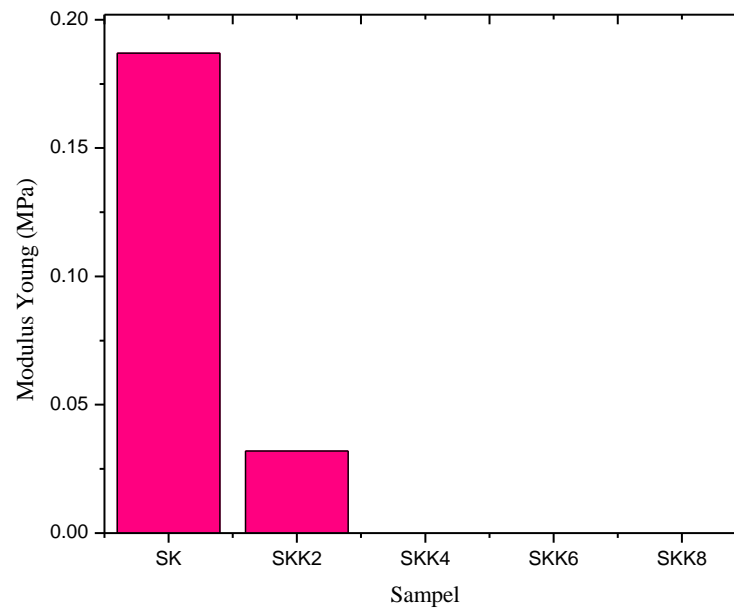
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \% \quad (4.2)$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (4.3)$$

Tabel 4.8 Hasil Uji Tarik

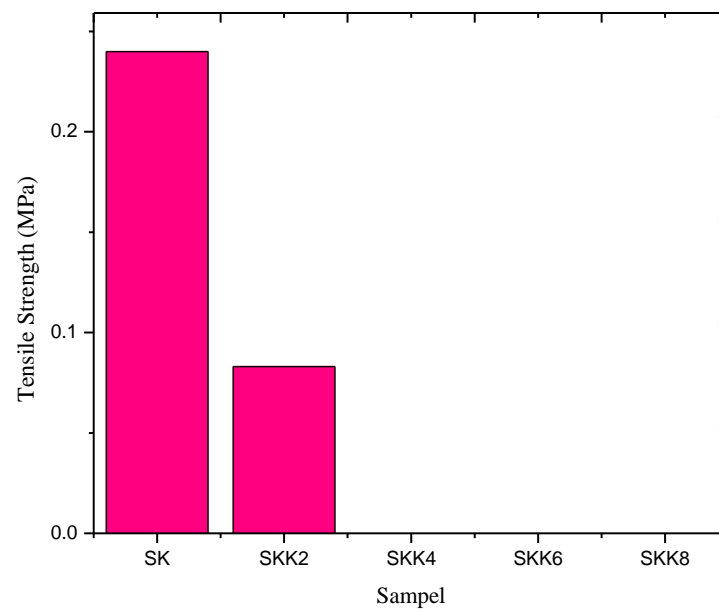
Kode Sampel	Sampel	Modulus Young (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongasi
SK	Kitosan + Gliserol	0.187	0.240	0.0128
SKK2	Kitosan + Kunyit 2 ml + Gliserol	0.032	0.083	0.0256
SKK4	Kitosan + Kunyit 4 ml + Gliserol	-	-	0.0256
SKK6	Kitosan + Kunyit 6 ml + Gliserol	-	-	0.0256
SKK8	Kitosan + Kunyit 8 ml + Gliserol	-	-	0.0256

Dari tabel 4.8 kemudian dibuat grafik hubungan antara sampel dengan hasil uji mekanik ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



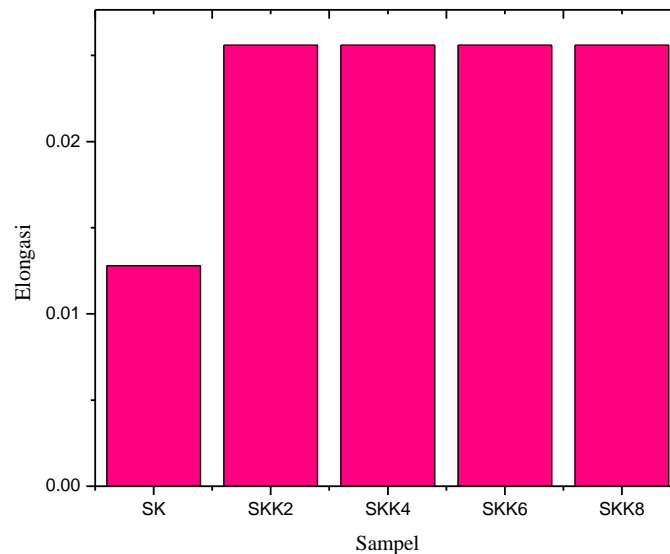
Gambar 4.5 Plot Grafik Hubungan Sampel dengan Modulus Young

Berdasarkan dari gambar 4.5 menunjukkan bahwa nilai modulus young tertinggi 0.187 Mpa dan terkecil 0.032 MPa untuk SKK4, SKK6, SKK8 tidak dapat diukur nilainya.



Gambar 4.6 Plot Grafik Hubungan Sampel dengan Tensile Strength

Berdasarkan dari gambar 4.6 menunjukkan bahwa nilai tensile strength tertinggi 0.24 Mpa dan terendah 0.083 Mpa. untuk SKK4, SKK6, SKK8 tidak dapat terukur nilainya.



Gambar 4.7 Plot Grafik Hubungan Sampel dengan Elongasi

Berdasarkan dari gambar 4.7 menunjukkan bahwa nilai elongasi tertinggi sebesar 0.0128 dan terkecil 0.0256. semakin besar volume kunyit yang ditambahkan maka nilai elongasi sama dan tidak mengalami perubahan.

4.2 Pembahasan

Label pada penelitian ini dibuat dari bahan utama kitosan dan kunyit sebagai pewarna indikator dengan variasi kunyit yaitu 2 ml, 4 ml, 6 ml, dan 8 ml. Kunyit digunakan sebagai indikator pewarna karena kunyit memiliki sifat sensitif pada larutan *buffer* dan memiliki kandungan kurkumin yang dapat memberikan warna pada label tersebut (Sri, 2008).

Analisa data spektrum *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) pada sampel kontrol menunjukkan adanya gugus O-H stretching, Thiol S-H, C-H stretching, N-H, dan C-O stretching yang merupakan indikasi adanya senyawa

kitosan, gliserol, asam asetat. Gugus fungsi kitosan berupa C-H, O-H, N-H, C-O dan gliserol C-H, O-H, C-O (Hayati, 2020). Sedangkan gugus fungsi pada asam asetat berupa gugus C-H, C-O, CH₃ (Kusumawati dkk, 2015). Penambahan kunyit menyebabkan adanya puncak baru yaitu pada bilangan gelombang 1338.807 cm⁻¹ - 1340.790 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus CH₃ yang merupakan komponen dari kurkumin. Hal ini sesuai dengan penelitian Sari (2008) yang menyatakan bahwa pada senyawa kurkumin, gugus kromofornya berupa gugus karbonil. Gugus kromofor yaitu gugus tidak jenuh kovalen yang menyebabkan serapan elektronik. Gugus fungsi thiol S-H menghasilkan struktur adonan yang memiliki viskositas yang tinggi dikarenakan mobilitas molekul protein yang tinggi (Nuraisyah, 2018). Namun pada sampel SKK6 menunjukkan intensitas yang kecil dengan adanya puncak kurang tajam pada gugus O-H karena adanya gugus O-H yang hilang karena proses pemanasan.

Analisis hasil uji indikator pH pada label menunjukkan bahwa variasi sampel menggunakan larutan buffer pH 4 pada kode sampel SKK2 dan SKK4 memiliki warna orange muda pada rata-rata nilai RGB 132 serta pada kode sampel SKK6 dan SKK8 memiliki warna orange kecoklatan pada rata-rata nilai RGB 111. Variasi sampel menggunakan larutan buffer pH 7 pada kode sampel SKK2 dan SKK4 memiliki warna orange pada nilai RGB 105 serta pada kode sampel SKK6 dan SKK8 memiliki warna coklat pada rata-rata nilai RGB 97. Sedangkan variasi sampel menggunakan larutan pH 10 kode sampel SKK2 dan SKK4 memiliki warna orange kecoklatan pada rata-rata nilai RGB 66.7 serta pada kode sampel SKK6 dan SKK8

memiliki warna coklat kehitaman pada rata-rata nilai RGB 50.3. Penambahan kunyit untuk hasil nilai RGB pada pH 4 sampel SKK2 SKK4 lebih besar daripada SKK6 SKK8 dengan nilai RGB sebesar 132 dan 111. Dan penambahan kunyit untuk hasil nilai RGB pada pH 7 sampel SKK2 SKK4 lebih besar daripada SKK6 SKK8 dengan nilai RGB sebesar 105 dan 97. Sedangkan untuk penambahan kunyit untuk hasil nilai RGB pada pH 10 sampel SKK2 SKK4 lebih besar daripada SKK6 SKK8 sebesar 66.7 dan 50.3. Hal ini sesuai dengan penelitian Sri (2008) perubahan warna ini dikarenakan kunyit memiliki sifat sensitif pada larutan *buffer* dan memiliki kandungan kurkumin yang dapat memberikan warna pada label tersebut. Zat warna kurkumin merupakan kristal berwarna kuning orange, tidak larut dalam ether, larut dalam minyak, dalam alkali berwarna merah kecoklatan, sedangkan dalam asam berwarna kuning muda. Kurkumin stabil dalam suasana asam, tetapi tidak stabil dalam suasana basa dan kondisi terang. Dalam suasana pH netral atau basa, kurkumin dapat terdegradasi menjadi asam firulat (asam 4-hidroksi-3-metoksinamit) dan furolilmetan (4-hidroksi-3-metoksinamoil-metana). Pada range pH 1-7 larutan berwarna kuning sedangkan pada pH >7,5 terjadi perubahan warna menjadi merah (Lina, 2008). Sedangkan variasi hari pada larutan pH 4 semakin bertambah waktu perendaman maka warna label yang dihasilkan semakin berkurang warna dari kunyit tersebut. Variasi hari pada larutan pH 7 semakin bertambah waktu perendaman maka warna label yang dihasilkan tidak mengalami perubahan warna. Variasi hari pada larutan pH 8 semakin bertambah waktu perendaman maka warna label semakin bertambah warna dari kunyit. Semakin banyak pewarna kunyit yang ditambahkan

maka semakin sensitif warna tersebut untuk mengalami perubahan. Hal ini dikarenakan konsentrasi kunyit didalam sampel lebih tinggi.

Berdasarkan hasil uji tarik bahwa semakin besar penambahan volume kunyit maka nilai modulus young dan kuat tarik pada sampel semakin menurun serta tidak dapat diukur pada konsentrasi kunyit 4 ml, 6 ml, 8 ml. Hal ini dikarenakan adanya penambahan pewarna kunyit dengan kadar gliserol dan berat kitosan yang sama. Sehingga semakin besar konsentrasi kitosan maka akan semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat di dalam bioplastik sehingga ikatan kimia di dalam bioplastik akan semakin kuat dan sulit untuk diputus. Namun hasil uji elongasinya tidak terlalu besar atau memiliki nilai konstan, karena komposisi gliserol yang tetap dan faktor penambahan pewarna kunyit (Hayati dkk, 2020). Beberapa poliol, seperti gliserol, xylitol, sorbitol dan maltitol, adalah banyak digunakan untuk plastisisasi kitosan. Kinerja film kitosan yang diplastiskan tergantung pada proporsi pmlastis dan sifat kimianya. Penambahan gliserol menghasilkan struktur yang lebih hidrofilik dan peningkatan afinitas matriks film terhadap air. Dibandingkan poliol lainnya, film kitosan terplastisisasi sorbitol memiliki sifat mekanik dan fisikokimia yang lebih baik. Ditemukan bahwa film plasticized gliserol lebih fleksibel. Selain itu, penambahan sorbitol pada kitosan dapat menghasilkan struktur yang lebih teratur. Pengaruh berbagai pmlastis poliol, dan menemukan bahwa film kitosan yang diplastisisasi dengan poliol dengan berat molekul tertinggi menunjukkan sifat termal, mekanik dan reologi tertinggi. Selain poliol, air memiliki peran penting dalam plastisisasi biopolymer (Ma dkk, 2019).

Berdasarkan dari hasil yang diperoleh label indikator dapat digunakan untuk mengurangi dampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan yang menimbulkan kerusakan seperti dalam ayat Al-Qur'an surah Ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (٤١)

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

Ayat tersebut menjelaskan bahwa darat dan laut telah mengalami kerusakan, ketidakseimbangan, serta kekurangan manfaat. Seperti laut telah tercemar sehingga ikan mati dan daratan semakin panas maka terjadi kemarau panjang yang menyebabkan keseimbangan lingkungan menjadi kacau (Shihab, 2002).

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari data yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Gugus fungsi yang terbentuk pada label indikator mengidentifikasi adanya senyawa kitosan, gliserol, dan asam asetat. Penambahan kunyit menyebabkan adanya puncak baru yaitu pada bilangan gelombang 1338.807 cm^{-1} - 1340.790 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus CH_3 yang merupakan komponen dari kurkumin.
2. Penambahan pewarna kunyit berpengaruh terhadap sensitivitas indikator pH. Pada SKK8 uji larutan asam (pH 4) berwarna orange kecoklatan dengan nilai RGB 111 lebih kecil daripada SKK2 dengan nilai 132 berwarna orange muda. Sedangkan SKK8 uji larutan basa (pH 10) berwarna coklat kehitaman dengan nilai RGB 50.3 lebih kecil dibandingkan dengan SKK2 dengan nilai RGB 66.7 berwarna orange kecoklatan.
3. Penambahan konsentrasi kunyit pada label indikator menyebabkan nilai modulus young dan kuat tarik menurun serta tidak dapat diukur pada konsentrasi kunyit 4 ml, 6 ml, dan 8 ml.

5.2 Saran

Penelitian ini masih perlu dikembangkan dengan menggunakan alat uji tarik yang sesuai dengan bahan yang digunakan sehingga nanti akan menghasilkan label indikator yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananta, Rosalina dkk. 2017. *Film Berbasis Ekstrak Antosianin Ubi Jalar Ungu Sebagai Bioindikator Kerusakan Daging Ayam*. Indonesian Journal of Chemical Science 6 (1).
- Arini, Dewi dkk. 2017. *Pembuatan dan Pengujian Sifat Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Tepung Biji Durian*. Journal of Science and Thechnology. Vol 6(3): 276-283
- Al-Quran Terjemahan. 2015. Departmen Agama RI. Bandung: CV Darus Sunnah.
- Auliyatus, dkk. 2015. *Penggunaan Filtrat Kunyit (Curcuma Domestica Val.) sebagai Pewarna Alternatif Jaringan Tumbuhan pada Tanaman Melinjo (Gnetum Gnemon)*. Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi, Vol.4. No.1.
- Bagchi, Anamika. 2012. *Extraction of Curcumin*. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT) ISSN: 2319-2402, ISBN: 2319-2399. Volume 1, Issue 3, PP 01-16.
- Berlian, dkk. 2017. *Efektivitas Kunyit (Curcuma Domestica) Sebagai Pereduksi Formalin Pada Tahu*. Jurnal SainHealth, Vol. 1 No. 1.
- Biji, K. B, dkk. 2015. *Smart packaging systems for food applications: a review*. J Food Sci Technol. 52(10): 6125–6135.
- Dobrucka, Renata and Ryszard Cierpiszewski. 2014. *Active and Intelligent Packaging Food – Research and Development – A Review*. Pol. J. Food Nutr. Sci, Vol. 64, No.1, pp. 7-15.
- Hasnedi, Yogi Waldingga. 2009. *Pengembangan Kemasan Cerdas (Smart Packaging) Dengan Sensor Berbahan Dasar Chitosan-Asetat, Polivinil Alkohol, Dan Pewarna Indikator Bromthymol Blue Sebagai Pendeteksi Kebusukan Fillet Ikan Nila*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Harjanti, Ratna Sri. 2008. *Pemungutan Kurkumin dari Kunyit (curcuma domestica val) dan Pemakaiannya Sebagai Indikator Analisis Volumentri*. Jurnal Rkayasa Proses. Vol. 2. No. 2.

- Hayati, dkk. 2020. *Pengaruh Penambahan Kitosan terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable dari Limbah Nata de Coco dengan Metode Inversi Fasa*. Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan Vol. 4, No. 1, pp. 9-14.
- Hu, dkk. 2017. *Curcumin in Hepatobiliary Disease: Pharmacotherapeutic Properties and Emerging Potential Clinical Applications*. The Official Journal of The Mexian Association of Hepatology. Vol. 16. No. 6. (835-841).
- Kamsiati, Elmi dkk. 2017. *Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu dan Ubikayu di Indonesia*. Jurnal Litbang Pertanian. Vo. 36. No. 2. (67-76).
- Kusumawati, Avelisia. 2015. *Reaksi Eksterifikasi Butanol Dengan Asam Asetat Terkatalisis Zr^{4+} -Zeolit Beta (cocos nucifera)*. Indonesian Journal of Chemical Science. 4(3).
- Lee, dkk. 2013. *Curcumin And its Derivatives: The Application in Neuropharmacology and Neuroscience in The 21st Century*. Current Neuropharmacology. 11: (338-378).
- Lina. 2008. *Standarisasi Ekstrak Rimpang Kunyit (curcuma domestica val)*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Ma, Xianguang dkk. 2019. *Structural Characterization And Properties of Polyols Plasticized Chitosan Films*. International Journal of Biological Macromolecules.135: (240-245).
- Nisah, Khairun. 2018. *Pembuatan Plastik Biodegradable dari Polimer Alam*. Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology. Vol. 4. No. 2.
- Nofrida, Rini. 2013. *Film Indikator Warna Daun Erpa (Aerva Sanguinolenta) sebagai Kemasan Cerdas untuk Produk Rentan Suhu dan Cahaya*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nuraisyah, Ani dkk. 2018. *Karakterisasi Kimia Roti Tepung Bebas dengan Tambahan Enzim Transglutaminase*. Jurnal Teknologi Industri Pertanian. 28(3): 318-330.

- Purnama, Sari Diana dkk. 2015. *Pemafaatan Kulit Udang dan Cangkang Kepiting sebagai Bahan Baku Kitosan*. Jurnal Harpodon Borneo ,Vol.8. No.2.
- Rachmella, Dwi, dkk. 2018. *Time Temperature Indicator Label using Black Corn Extract and Chitosan Matrix*. IOP Publishing: Universitas Indonesia.
- Rahardyanti, Restiningtyas. 2011. *Efek Daya Hambat Kitosan Sebagai Edible Coating Terhadap Mutu Daging Sapi Selama Penyimpanan Suhu Dingin*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sari, Wulanningsih Fitria. 2008. *Uji aktivitas Antioksidan Senyawa Campuran Derivat Kurkumin dan Katekin Hasil Isolasi dari Daun The (Camellia sinensis)*. Depok: FMIPA UI
- Setiautami, Asih. 2013. *Pembuatan Kemasan Cerdas Indikator Warna Dengan Pewarna Bit (B. Vulgaris L. Var Cicla L.)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Schaefer, Dirk and Wai M. Cheung. 2018. *Smart Packaging: Opportunities and Challenges*. Procedia CIRP 72: 1022-1027.
- Shahidi, dkk. 1999. *Food Applications of Chitin and Chitosans*. Trends in Food Science and Technology 10, pp37-51.
- Shibab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati
- Sionkowska, Alina. 2011. *Current Research on The Blends of Natural and Synthetic Polymer as New Biomaterials: Review*. Progress in Polymer Science. 36: 1254-1276
- Sri, Harjanti Ratna. 2008. *Pemungutan Kurkumin dari Kunyit (Curcuma domestica val.) dan Pemakaiannya Sebagai Indikator Analisis Volumetri*. Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 2, No. 2
- Tsuda, Takanori. 2018. *Curcumin As a Functional Food Derived Factor: Degradation Products, Metabolites, Bioactivity and Future Perspectives*. Food Funct. 9: 705-714

Warsiki, Endang dan Citra Dewi Wahyono Putri. 2012. *Pembuatan Label Film Indikator Warna dengan Pewarna Alami dan Sintetis*. E-Jurnal Agroindustri Indonesia. Vol. 1. No. 2. p 82-87.

Younes, Islem, dkk. 2015. *Chitin and Chitosan Preparation from Marine Sources. Structure, Properties and Applications*. Mar. Drugs, 13, 1133-1174

Zhao, dkk. 2011. *Preparation and Application of Chitosan Nanoparticles and Nanofibers*. Brazilian Journal of Chemical Engineering, Vol.28, No.03, pp. 353 – 362.

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN UJI MEKANIK

1. Elongasi

a. Sampel Kontrol (SK)

$$\text{Diket : } L_0 = 7.8 \text{ cm}$$

$$L = 7.9 \text{ cm}$$

$$\Delta L = L - L_0$$

$$= 7.9 - 7.8$$

$$= 0.1 \text{ cm}$$

Ditanya : Elongasi....?

$$\text{Jawab : } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$$= \frac{0.1}{7.8}$$

$$= 0.0128$$

b. Sampel dengan Kunyit 2 ml (SKK2)

$$\text{Diket : } L_0 = 7.8 \text{ cm}$$

$$L = 8 \text{ cm}$$

$$\Delta L = L - L_0$$

$$= 8 - 7.8$$

$$= 0.2 \text{ cm}$$

Ditanya : Elongasi....?

$$\text{Jawab : } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$$= \frac{0.2}{7.8}$$

$$= 0.0256$$

c. Sampel dengan Kunyit 4 ml (SKK4)

$$\text{Diket : } L_0 = 7.8 \text{ cm}$$

$$L = 8 \text{ cm}$$

$$\Delta L = L - L_0$$

$$= 8 - 7.8$$

$$= 0.2 \text{ cm}$$

Ditanya : Elongasi....?

$$\begin{aligned}\text{Jawab} : \varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \\ &= \frac{0.2}{7.8} \\ &= 0.0256\end{aligned}$$

d. Sampel dengan Kunyit 6 ml (SKK6)

Diket : $L_0 = 7.8 \text{ cm}$

$$L = 8 \text{ cm}$$

$$\Delta L = L - L_0$$

$$= 8 - 7.8$$

$$= 0.2 \text{ cm}$$

Ditanya : Elongasi....?

$$\begin{aligned}\text{Jawab} : \varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \\ &= \frac{0.2}{7.8} \\ &= 0.0256\end{aligned}$$

e. Sampel dengan Kunyit 8 ml (SKK8)

Diket : $L_0 = 7.8 \text{ cm}$

$$L = 8 \text{ cm}$$

$$\Delta L = L - L_0$$

$$= 8 - 7.8$$

$$= 0.2 \text{ cm}$$

Ditanya : Elongasi....?

$$\begin{aligned}\text{Jawab} : \varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \\ &= \frac{0.2}{7.8} \\ &= 0.0256\end{aligned}$$

2. Modulus Young (MPa)

a. Sampel Kontrol (SK)

Diket : $\varepsilon = 1.282$

$$\sigma = 0.240 \text{ MPa}$$

Ditanya : Modulus Young (MPa)....?

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } E &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ &= \frac{0.240}{1.282} \\ &= 0.187 \text{ MPa} \end{aligned}$$

b. Sampel dengan Kunyit 2 ml (SKK2)

Diket : $\varepsilon = 1.282$

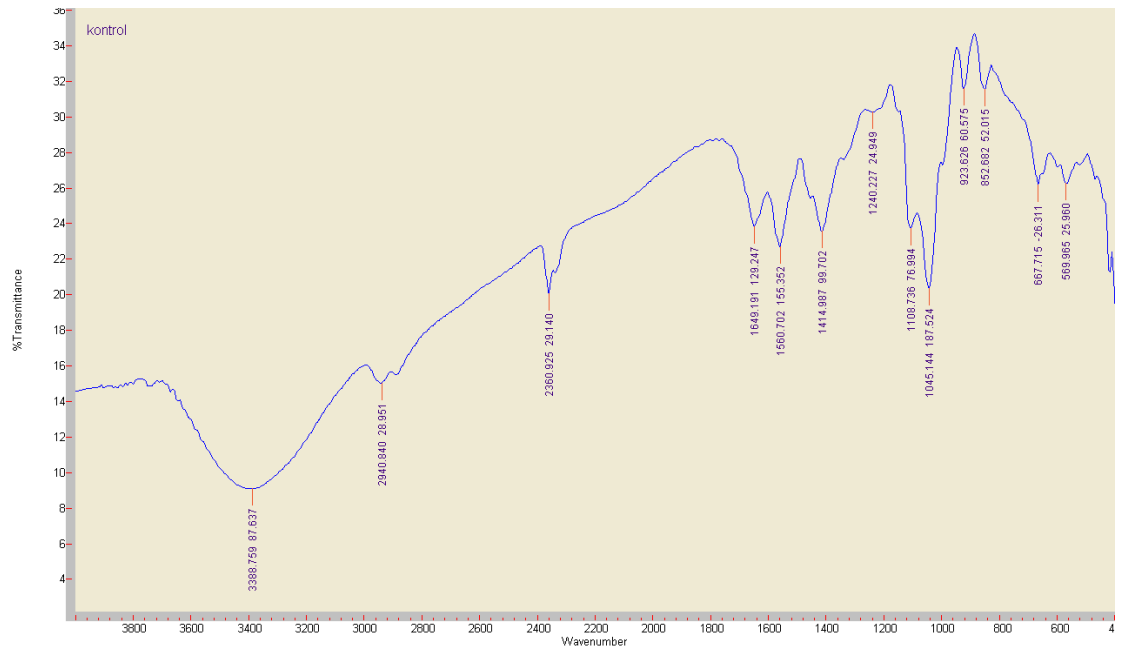
$$\sigma = 0.283 \text{ MPa}$$

Ditanya : Modulus Young (MPa)....?

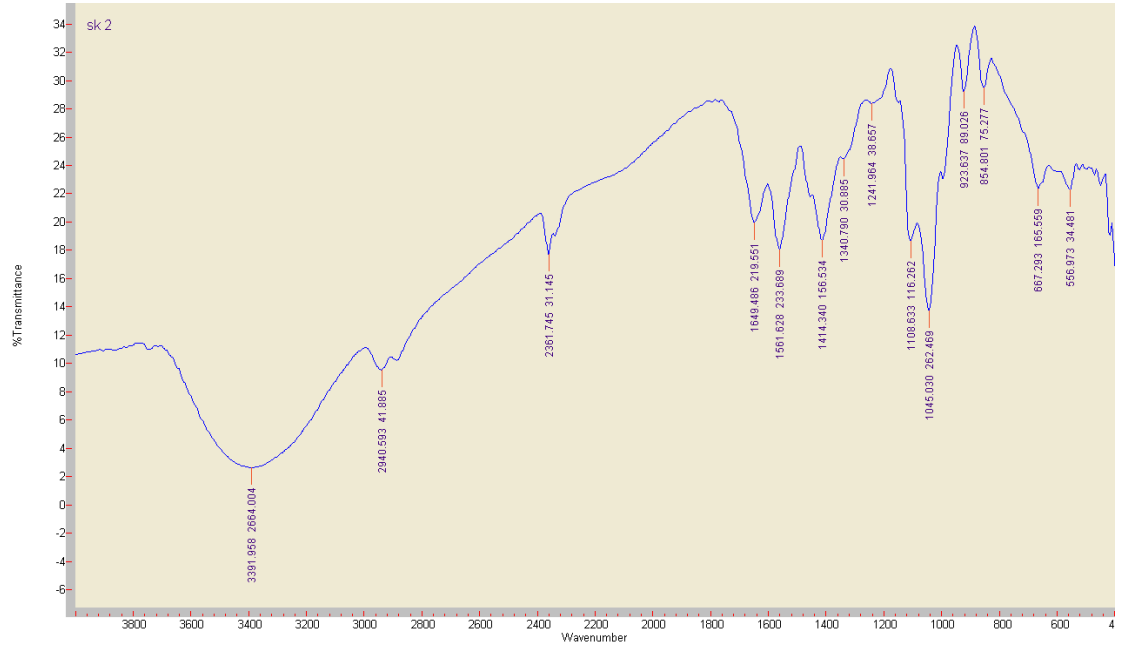
$$\begin{aligned} \text{Jawab : } E &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ &= \frac{0.283}{2.546} \\ &= 0.032 \text{ MPa} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 2 GAMBAR HASIL UJI FTIR

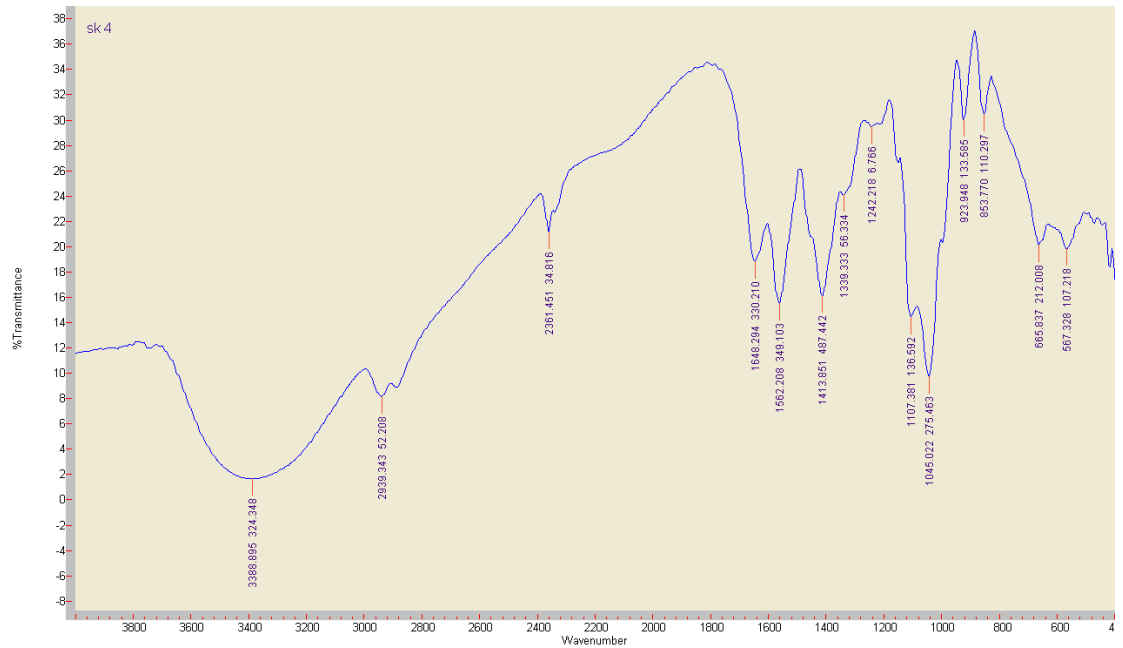
1. Sampel Kontrol



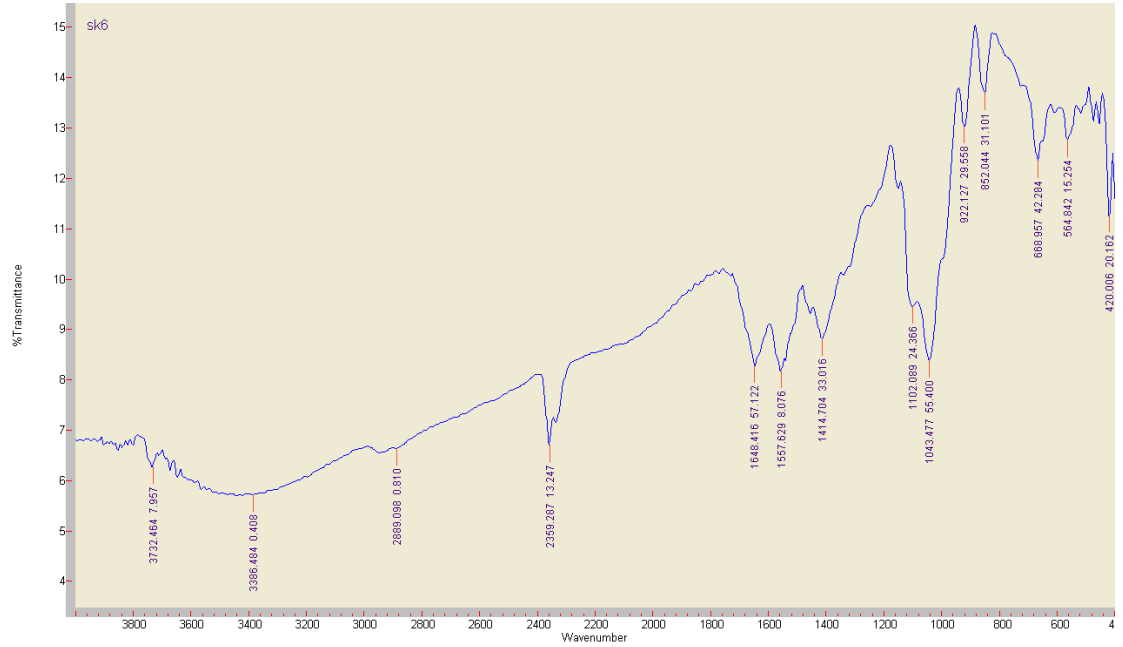
2. Sampel dengan Kunyit 2 ml (SKK2)



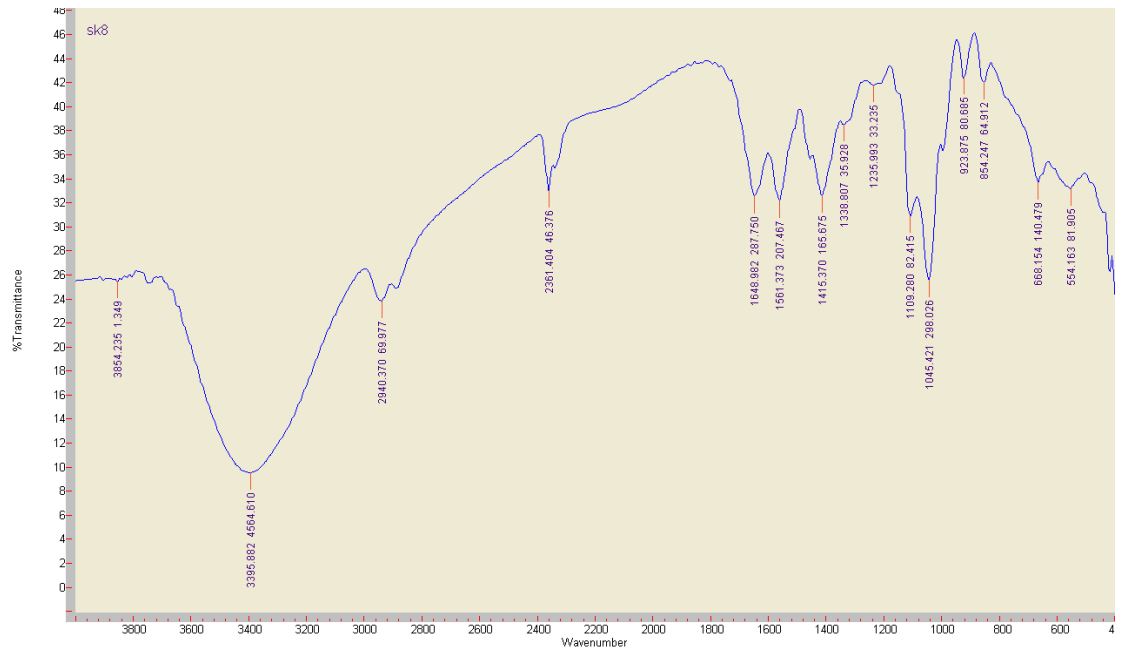
3. Sampel dengan Kunyit 4 ml (SKK4)



4. Sampel dengan Kunyit 6 ml (SKK6)



5. Sampel dengan Kunyit 8 ml (SKK8)



LAMPIRAN 3 GAMBAR PENELITIAN



Kunyit dipotong



Menghaluskan kunyit



Kunyit disaring



Pewarna kunyit



Kitosan dilarutkan menggunakan asam asetat 1%



Pengadukkan kitosan + asam asetat 1%



Pewarna kunyit + gliserol ditambahkan ke larutan kitosan



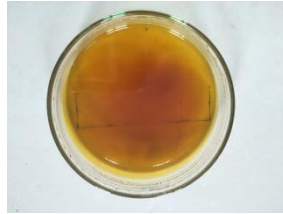
Pengadukkan larutan kitosan + kunyit dan gliserol



Sampel dicetak menggunakan cawan petri



Sampel dikeringkan menggunakan oven



Sampel yang sudah siap untuk diuji