

Pembuatan Film Kitosan - PVA Untuk Meningkatkan Penghantaran Zat Aktif Kurkumin

Nanda kamila sabrina¹, Winda Trisna wulandari^{1*}, Gatut Ari Wardani¹

¹Program Studi Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada, Tasikmalaya, Indonesia

*Corresponding author: windatrisna@universitas-bth.ac.id

Abstract

Curcumin is a bioactive compound with various pharmacological activities, but its use is limited due to its low solubility and stability. Objective: This study aims to design and characterize films containing chitosan and PVA (polyvinyl alcohol) as a delivery system for curcumin. Methods: In this study, curcumin was added to the chitosan-PVA film matrix at concentrations of 0.1%, 0.2%, and 0.3%. The resulting films were tested using FTIR, thickness measurement, in vitro curcumin release, and mechanical properties. Results: Analysis using FTIR indicated interactions among the film components. Thickness testing showed no significant differences among the formulations. In vitro tests indicated that formulation F1 had the best performance, with a curcumin release of 78.08% at pH 6.8 and 25.81% at pH 1.2. Formulation F1 also exhibited an elastic modulus of 0.88 MPa and a mechanical strength of 1.31 MPa.

Keywords: curcumin film, chitosan, PVA (poly(vinyl alcohol)).

Abstrak

Kurkumin merupakan senyawa bioaktif dengan berbagai aktivitas farmakologis, namun penggunaannya terbatas karena kelarutan dan stabilitas yang rendah. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengkarakterisasi film yang mengandung kitosan dan poli(vinil alkohol) (PVA) sebagai sistem penghantaran kurkumin. **Metode:** Dalam studi ini, kurkumin ditambahkan ke dalam matriks film kitosan-PVA dengan konsentrasi 0,1%, 0,2%, dan 0,3%. Film yang dihasilkan diuji menggunakan FTIR, ketebalan, pelepasan kurkumin secara in vitro dan sifat mekanis. **Hasil:** menunjukkan adanya interaksi antar komponen film berdasarkan analisis FTIR. Pengujian ketebalan menunjukkan hasil yang tidak signifikan antar formula. Uji in vitro mengindikasikan bahwa formula F1 memiliki performa terbaik dengan pelepasan kurkumin sebesar 78,08% pada pH 6,8 dan 25,81% pada pH 1,2. Formula F1 juga memiliki modulus elastis sebesar 0,88 MPa dan kekuatan mekanik 1,31 MPa.

Kata kunci: film kurkumin, kitosan, PVA (poli(vinil alkohol)).

PENDAHULUAN

Kurkumin adalah senyawa aktif utama yang ditemukan dalam kunyit (*Curcuma longa*). Berbagai aktivitas farmakologis yang diketahui dari kurkumin mencakup antioksidan (Suprihatin et al., 2020), antiinflamasi (Nugraha et al., 2022), antikanker (Abdurrahman, 2019), neuroprotektif (Gemiralda et al., 2019), dan hepatoprotektif (Kapelle & Manalu, 2020). Namun, kurkumin memiliki beberapa kelemahan, antara lain kelarutan yang rendah dalam air (Isnaeni et al., 2021) dan stabilitas

kimia yang buruk (Bobsaid et al., 2023), yang mengakibatkan rendahnya ketersediaan hayati sistemik dan farmakokinetik yang lemah (Oliveira Filho & Egea, 2022). Untuk mengatasi kelemahan ini, diperlukan modifikasi sistem penghantaran obat, salah satunya dengan mengembangkan sediaan film.

Film berfungsi sebagai kemasan primer yang berupa lapisan padat yang diterapkan pada produk. Film telah banyak dikembangkan untuk aplikasi pada bidang farmasi, termasuk pengendalian pelepasan zat aktif dan

memberikan perlindungan fisik serta kimia dari lingkungan lambung (lapisan enterik tahan asam) (Akhtar Nehal Ahmed et al., 2021).

Polivinil alkohol (PVA) banyak digunakan sebagai polimer dalam pembuatan film (Aprilianti & Sastyarina, 2023) karena memiliki sifat tidak beracun (Kusumawati, 2022), stabilitas senyawa yang baik, kemampuan pembentukan film yang optimal (Maulidina, 2019), dan ketahanan yang tinggi terhadap pertukaran gas (Firda Rizki Nurzulla & Kartika Maharani, 2022). Selain itu, PVA juga memiliki kelarutan tinggi dalam air (Fira Waluyo & Sabarman, 2019). Namun, PVA menunjukkan ketahanan yang buruk dalam lingkungan lembab. Dalam kondisi berair, molekul air dapat dengan mudah menembus membran PVA, menyebabkan film menjadi rapuh dan mengurangi sifat mekaniknya (Handoko & Yusuf, 2021; Su et al., 2019). Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi film dengan menambahkan polimer lain yang memiliki sifat mekanik baik, salah satunya adalah kitosan.

Kitosan telah menarik perhatian dalam industri biomedis, makanan, dan kimia karena sifatnya yang aman (Pristiwani, 2023), tidak beracun (Silalahi et al., n.d.), dapat terurai secara hayati, dan memiliki fungsi biologis (Ayyubi et al., 2021). Saat ini, kitosan menjadi salah satu polisakarida yang paling dikenal dan banyak digunakan dalam pembuatan film karena aktivitas antimikroba dan biokompatibilitasnya yang tinggi. Keunggulan utama kitosan adalah kemampuannya sebagai pembentuk film, yang memungkinkan produksi film dan bahan pelapis dengan sifat mekanik yang baik (Pratama et al., 2019). Kitosan juga dapat meningkatkan keamanan pangan dan berfungsi sebagai bahan pengawet yang berbiaya rendah dan tersedia dalam jumlah banyak (Sari et al., 2019). Hal ini penting karena bahan berbiaya rendah dapat meminimalkan biaya produksi (Ayyubi et al., 2021). Meskipun demikian, kitosan memiliki kekurangan, yaitu kelarutannya yang rendah (Jiménez-Gómez & Cecilia, 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan film yang terbuat dari kitosan, PVA, dan kurkumin.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kurkumin terhadap karakteristik film PVA/kitosan/kurkumin dan pengaruhnya terhadap penghantaran zat aktif kurkumin.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi PVA (PoliVinil Alkohol), kitosan, etanol 96%, dan sampel produk berupa kurkumin.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup cawan petri, aluminium foil, kater atau silet steril, sonikator, Mikroskop Elektron Pemindai (SEM), dan Fourier-transform infrared (FTIR).

Metode

Pembuatan Larutan PVA (PoliVinil Alkohol)

Sebanyak 0,8 mg PVA ditimbang dan dilarutkan dalam 8 mL aquades, kemudian disonikasi hingga larut.

Pembuatan Larutan Kitosan

Asam asetat glasial dilarutkan dalam 100 mL, kemudian 0,25 gram kitosan ditimbang dan dimasukkan ke dalam vial. Kitosan tersebut dilarutkan dengan 5 mL asam asetat glasial, lalu disonikasi hingga larut.

Pembuatan film

PVA (PoliVinil Alkohol) dilarutkan dalam aquades dengan pengadukan pada suhu kamar 25 selama 12 jam. Setelah itu, kitosan ditambahkan ke dalam larutan PVA dan diaduk selama 6 jam. Kemudian, kurkumin ditambahkan ke dalam campuran PVA dan kitosan, dan diaduk kembali selama 3 jam. Selanjutnya, campuran tersebut disonikasi selama 45 menit untuk meningkatkan dispersi kitosan dalam larutan PVA. Campuran PVA, kitosan, dan kurkumin kemudian dituangkan ke dalam cawan petri, ditutup dengan aluminium foil, dan dibuat beberapa lubang di aluminium foil untuk memungkinkan pelarut menguap secara perlahan.

Formulasi Sediaan Film

Tabel 1. Formula Film

	Kitosan (%)	PVA (%)	Kurkumin (%)
F0	2,5	10	0
F1	2,5	10	0,1
F2	2,5	10	0,2
F3	2,5	10	0,3

Evaluasi Sediaan film

Studi Fourier-transform Infrared (FTIR)

Pengukuran FTIR dilakukan menggunakan spektrometer Agilent Cary-630 yang dilengkapi dengan adaptor Attenuated Total Reflectance (ATR) yang mengandung kristal ZnS. Pengukuran dilakukan dalam kondisi suhu ruangan, di mana sampel ditekan pada prisma dengan indeks bias tinggi. Spektrum yang diperoleh dianalisis dengan perangkat lunak Spectragryph di seluruh rentang spektral 4000-650 cm^{-1} .

Uji ketebalan

Ketebalan film yang dapat dimakan diukur menggunakan jangka sorong pada tiga posisi yang berbeda, yaitu di tepi kiri, tengah, dan tepi kanan film. Rata-rata dari ketiga pengukuran tersebut dihitung (Santoso dkk., 2013).

Studi Pelepasan Obat *In Vitro*

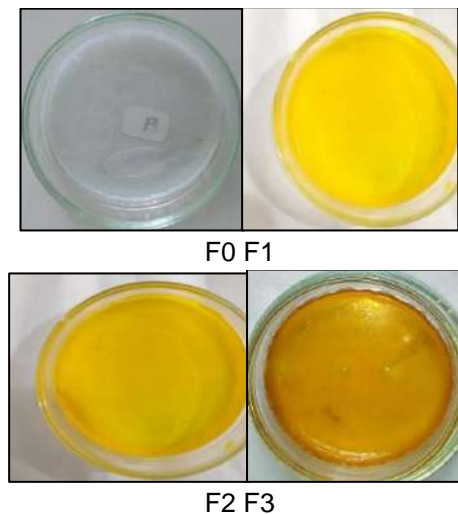
Uji pelepasan obat *in vitro* dilakukan dalam dua media yang berbeda, yaitu buffer PBS (Phosphate-Buffered Saline) dengan pH 6,8 dan media SGF (simulated gastric fluid) dengan pH 1,2 pada suhu 37 °C. Pelepasan obat diukur pada interval waktu yang telah ditentukan. Jumlah kurkumin yang dilepaskan dari film diukur pada panjang gelombang 426 nm menggunakan spektrometri UV-Vis UV-2600. Pengujian dilakukan secara triplikas, dan nilai rata-rata dilaporkan. Dua kurva kalibrasi standar disiapkan (satu untuk media PBS dan satu untuk media SGF) untuk menentukan konsentrasi kurkumin yang tidak diketahui dalam kedua media tersebut (Sampath et al., 2).

Pengujian Sifat Tarik

Kekuatan tarik dan perpanjangan putus film diukur menggunakan mesin uji AGS-X Universal. Sampel dipotong menjadi bentuk persegi panjang dengan panjang 27 mm dan lebar 5 mm (ketebalan sampel sekitar 0,45 mm). Ketebalan sampel diukur menggunakan dial Thickness Gauge (7301 Mitutoyo) pada lima posisi acak untuk setiap sampel. Nilai rata-rata ketebalan digunakan untuk menentukan sifat mekanik. Kecepatan pengujian ditetapkan pada 1 mm per menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan film kitosan/PVA/kurkumin dilakukan dengan metode casting menggunakan empat variasi konsentrasi kurkumin yang berbeda, yaitu Formula 0 tanpa kurkumin, Formula 1 dengan kurkumin 0,1%, Formula 2 dengan kurkumin 0,2%, dan Formula 3 dengan kurkumin 0,3%. Dari keempat formula¹ tersebut, terlihat perbedaan warna yang disebabkan oleh peningkatan jumlah kurkumin di setiap formula, sehingga warna kurkumin semakin kuning, yang menunjukkan bahwa kurkumin terdispersi dalam film.

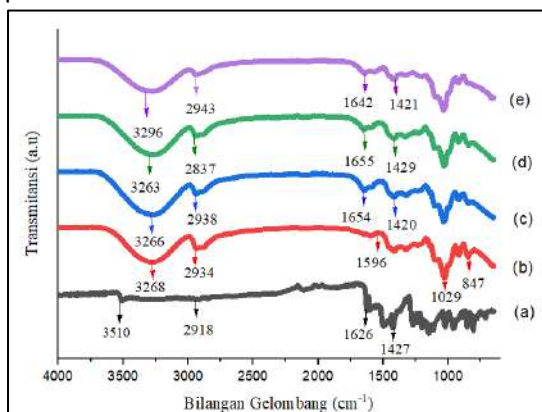


Gambar 1. sediaan film

Studi Fourier-Transform Infrared (FTIR)

Spektrum FTIR dari kurkumin, F0, F1, F2, dan F3 dianalisis untuk memahami interaksi kimia

antar komponen membran yang disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Spektrum FTIR

Pada gambar 2(a), gugus fungsi khas dari senyawa kurkumin terletak pada bilangan gelombang 3510 cm^{-1} , 1626 cm^{-1} , 1427 cm^{-1} , 1055 cm^{-1} , dan 2918 cm^{-1} , masing-masing menunjukkan adanya gugus O-H, C=O, C=C aromatik, C-O-C, dan C-H (Mahmudah et al., 2023). Pada gambar 4.2(b), film formula 0 menunjukkan penurunan intensitas pada bilangan gelombang sekitar 3268 cm^{-1} , yang diakibatkan oleh vibrasi O-H dari PVA dengan gugus N-H sekunder dari kitosan. Penurunan ini disebabkan oleh adanya tumpang tindih antara gugus O-H dan N-H dari amina. Selain itu, terdapat pula penurunan intensitas pada panjang gelombang 2937 cm^{-1} (C-H) akibat penambahan kitosan ke dalam matriks PVA yang menyebabkan pembentukan ikatan hidrogen antara PVA dan kitosan. Pada bilangan gelombang 1029 cm^{-1} adalah C-O, dan penurunan intensitas pada bilangan gelombang sekitar 847 cm^{-1} (C=C) terjadi karena penambahan PVA ke dalam matriks kitosan. Penambahan PVA dalam matriks kitosan menyebabkan intensitas pita N-H (amida) pada bilangan gelombang sekitar 1596 cm^{-1} menurun. Kesimpulannya, pencampuran dua atau lebih polimer menyebabkan perubahan fisik dan interaksi kimia yang mempengaruhi karakteristik puncak spektrum (Maharani & Safitri, 2022).

Film formula pada gambar (c), (d), dan (e) adalah film campuran antara kurkumin/kitosan dan PVA yang dianalisis melalui perubahan

puncak pada spektrum inframerah (IR), yang mengindikasikan adanya interaksi kimia antara komponen tersebut. Pada spektrum kurkumin murni, pita lebar di sekitar 3510 cm^{-1} menunjukkan getaran peregangan gugus hidroksil (O-H). Namun, pada spektrum (F1), pita ini bergeser menjadi 3266 cm^{-1} , pada (F2) menjadi 3263 cm^{-1} , dan pada (F3) menjadi 3296 cm^{-1} . Pergeseran ini menunjukkan interaksi hidrogen yang lebih kuat dalam campuran, kemungkinan akibat interaksi antara gugus hidroksil pada PVA dan gugus fenolik pada kurkumin atau hidroksil pada kitosan. Hal ini menunjukkan bahwa gugus O-H dari kurkumin/kitosan terlibat dalam pembentukan ikatan hidrogen dengan PVA.

Selain itu, pita peregangan C-H pada 2918 cm^{-1} di kurkumin murni juga mengalami pergeseran menjadi 2938 cm^{-1} pada (F1), 2937 cm^{-1} pada (F2), dan 2943 cm^{-1} pada (F3). Perubahan signifikan lainnya terlihat pada pita karbonil (C=O). Pada spektrum kurkumin murni, pita tajam terlihat pada 1626 cm^{-1} , tetapi terjadi pergeseran menjadi 1654 cm^{-1} pada (F1), 1655 cm^{-1} pada (F2), dan 1642 cm^{-1} pada (F3). Pergeseran ini menunjukkan adanya interaksi antara kurkumin dengan PVA melalui pembentukan ikatan hidrogen atau interaksi elektrostatik, mengindikasikan bahwa gugus karbonil pada kurkumin/kitosan berinteraksi dengan PVA. Pita peregangan C=C dalam cincin aromatik di kurkumin murni pada 1427 cm^{-1} juga bergeser menjadi 1420 cm^{-1} pada (F1) dan (F2), serta 1421 cm^{-1} pada (F3). Pergeseran ini menunjukkan interaksi antara gugus fenolik kurkumin/kitosan dan PVA. Pita tambahan di sekitar 1326 cm^{-1} dan 1055 cm^{-1} menunjukkan peregangan C-O dan C-O-C dengan intensitas dan posisi berbeda dibandingkan dengan kitosan/kurkumin murni. Perubahan ini mengindikasikan interaksi antara gugus eter dalam kurkumin/kitosan dan gugus hidroksil dalam PVA. Semua perubahan ini menunjukkan bahwa kurkumin berhasil berinteraksi dengan PVA/kitosan, yang dapat mempengaruhi sifat fisikokimia dan bioaktivitas campuran tersebut (Bambang et al., 2017).

Uji Ketebalan

Pengujian ketebalan dilakukan untuk mengetahui ketebalan film yang dihasilkan, yang mempengaruhi fleksibilitas, waktu hancur, serta kenyamanan penggunaan. Pengukuran dilakukan dengan jangka sorong pada bagian tengah dan keempat sudut setiap film, lalu dihitung rata-rata ketebalannya. Hasil uji ketebalan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan hasil rata-rata ketebalan film

Nama Sediaan	Ketebalan film (mm)
Formula 0	0,35 ± 0,0871
Formula 1	0,38 ± 0,0892
Formula 2	0,36 ± 0,1079
Formula 3	0,35 ± 0,0991

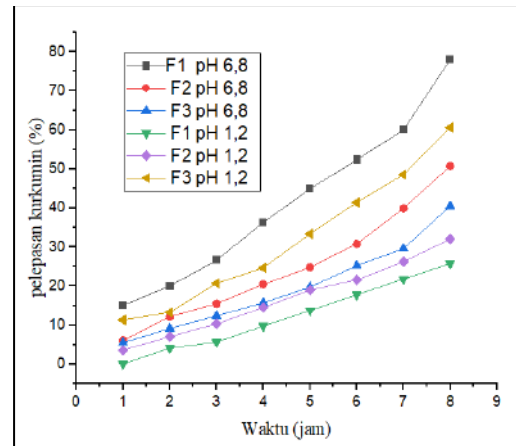
film untuk berbagai formula: Formula 0, Formula 1, Formula 2, dan Formula 3. Ketebalan diukur dalam milimeter (mm) dengan deviasi standar sebagai penanda variasi pengukuran. Formula 0 memiliki ketebalan rata-rata 0.35 mm (± 0.0871 mm), Formula 1 memiliki ketebalan rata-rata 0.38 mm (± 0.0892 mm) yang tertinggi di antara semua formula, Formula 2 memiliki ketebalan rata-rata 0.36 mm (± 0.1079 mm) dengan variasi tertinggi, dan Formula 3 memiliki ketebalan rata-rata 0.35 mm (± 0.0991 mm).

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa ketebalan film dari berbagai formula tidak berbeda secara signifikan, meskipun Formula 1 sedikit lebih tebal. Deviasi standar menunjukkan adanya variasi dalam ketebalan film, dengan Formula 2 memiliki variasi terbesar dan Formula 0 terkecil. Hasil ini menunjukkan variasi ketebalan pada setiap lembaran film yang berbeda. Informasi ini tercatat dalam Tabel gambar 4.1, yang menunjukkan rentang ketebalan 0.32-0.39 mm (Dewi & Mulya, 2019). Perbedaan ketebalan ini disebabkan oleh variasi volume larutan yang dituangkan ke wadah berbeda dan distribusi yang tidak merata dalam oven, mengakibatkan ketebalan dan berat produk jadi yang tidak seragam (Kalaka et al., 2022).

Uji studi pelepasan obat in vitro

Pengujian pelepasan obat secara in vitro dilakukan dengan merendam film dalam larutan buf

fer pada pH 1,2 dan pH 6,8 menggunakan alat disolusi selama 8 jam. Sampel diambil setiap jam dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis.



Gambar 3. Hasil uji pelepasan kurkumin in vitro

menunjukkan pelepasan kurkumin in vitro dari film kitosan/PVA/kurkumin pada pH 6,8 untuk tiga formula berbeda. Formula 1, dengan konsentrasi 0,1% kurkumin pada pH 6,8, menunjukkan persentase kelarutan tertinggi sebesar 78,08%. Ini disebabkan oleh rendahnya konsentrasi kurkumin yang memudahkan disperse dan larut dalam medium pH netral. Kurkumin dengan konsentrasi rendah memiliki interaksi yang lebih lemah dengan matriks kitosan/PVA dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih tinggi, sehingga lebih mudah dilepaskan. Bagheri et al. (2013) menemukan bahwa kitosan meningkatkan kelarutan bahan aktif pada konsentrasi rendah melalui pembentukan film yang homogen. Formula 2, dengan konsentrasi 0,2% kurkumin pada pH 6,8, memiliki persentase kelarutan sebesar 50,75%, yang lebih rendah dibandingkan Formula 1. Dengan peningkatan konsentrasi kurkumin, interaksi antar molekul kurkumin dan dengan matriks kitosan/PVA menjadi lebih signifikan, sehingga mengurangi kemampuan kurkumin untuk larut sepenuhnya. Namun, masih cukup banyak kurkumin yang bisa terlepas dari matriks. Sarmento et al. (2006) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi bahan aktif dapat meningkatkan viskositas dan interaksi molekuler.

Formula 3, dengan konsentrasi 0,3% kurkumin pada pH 6,8, menunjukkan persentase kelarutan terendah sebesar 41,46%. Pada konsentra

si kurkumin yang lebih tinggi ini, interaksi antar molekul kurkumin dan dengan matriks kitosan /PVA menjadi lebih kuat, menyebabkan kejenuhan pada matriks kitosan/PVA dan menurunkan jumlah kurkumin yang dapat dilepaskan dan larut. Sahu dan Kashyap (2021) melaporkan bahwa pada konsentrasi tinggi, agregasi bahan aktif dalam matriks polimer dapat menurunkan kelarutan dan pelepasan bahan aktif.

Pada pH 1,2, Formula F1 dengan 0,1% kurkumin memiliki persentase kelarutan sebesar 25,81%. Formula F2 dengan 0,2% kurkumin meningkatkan kelarutan menjadi 32,6%, dan Formula F3 dengan 0,3% kurkumin memiliki kelarutan sebesar 60,64%. Pada pH 1,2, kelarutan kurkumin semakin meningkat dengan peningkatan konsentrasi, yang disebabkan oleh kandungan kitosan yang larut dalam kondisi asam dan membentuk kompleks stabil dengan kurkumin (Priyadarsini, 2014).

Secara keseluruhan, kelarutan kurkumin dalam film kurkumin/PVA/kitosan lebih baik pada pH 6,8 dibandingkan pH 1,2 karena sifat kimia dan fisik kurkumin serta interaksinya dengan medium pH yang berbeda. Pada pH 6,8, kurkumin dapat mengalami ionisasi parsial yang meningkatkan kelarutannya karena molekul terionisasi lebih mudah larut dalam air dibandingkan bentuk netralnya (Anwar et al., 2021). Pada pH 1,2, kurkumin cenderung berada dalam bentuk molekul netral dengan sifat hidrofobik tinggi, sehingga kurang mudah larut dalam medium berair (Grigorov et al., 2021). Stabilitas kimia kurkumin juga lebih baik pada pH 6,8 dibandingkan dengan pH 1,2, karena kurkumin lebih rentan degradasi pada kondisi asam, mengurangi jumlah kurkumin yang tersedia untuk larut (Fabra et al., 2008). Selain itu, film kitosan-PVA mungkin memiliki interaksi yang lebih baik dengan kurkumin pada pH 6,8, membantu dalam solubilisasi dan dispersinya (Anwar et al., 2021). Pada pH yang lebih tinggi, ionisasi kurkumin mengurangi sifat hidrofobiknya dan meningkatkan afinitasnya terhadap molekul air (Grigorov et al., 2021).

Uji Mekanik

Pengujian mekanik pada film kitosan, PVA, dan kurkumin menunjukkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji mekanik

Formula	Mod Elastic stress (MPa)	Tensile strength (MPa)
F0	2,19	2,38
F1	0,88	1,31
F2	5,29	1,72
F3	2,15	1,31

Berdasarkan data tersebut, dapat dianalisis pengaruh konsentrasi kurkumin terhadap modulus elastisitas dan kekuatan tarik film tersebut.

Formula F0 yang tidak mengandung kurkumin memiliki modulus elastisitas 2,19 MPa dan kekuatan tarik 2,38 MPa, menunjukkan interaksi yang baik antara struktur polimer kitosan dan PVA tanpa adanya kurkumin (Kumari et al., 2021). Namun, pada Formula F1 dengan 0,1% kurkumin, baik modulus elastisitas maupun kekuatan tarik menurun secara signifikan menjadi 0,88 MPa dan 1,31 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa kurkumin pada konsentrasi tersebut mulai mengganggu interaksi antara rantai polimer kitosan dan PVA, membuat material lebih lemah dan kurang elastis (Feng et al., 2018).

Pada Formula F2 dengan 0,2% kurkumin, modulus elastisitas meningkat signifikan menjadi 5,29 MPa, meskipun kekuatan tariknya hanya sedikit lebih tinggi dari F1, yaitu 1,72 MPa. Peningkatan ini disebabkan oleh adanya interaksi spesifik antara kurkumin dan polimer yang memperkuat struktur, meskipun tidak cukup meningkatkan kekuatan tarik secara drastis (Jayakumar et al., 2019). Sementara itu, pada Formula F3 dengan 0,3% kurkumin, modulus elastisitas dan kekuatan tarik menurun lagi menjadi 2,15 MPa dan 1,31 MPa, menunjukkan bahwa kelebihan kurkumin menyebabkan agregasi yang lebih besar, mengganggu struktur jaringan polimer lebih lanjut dan membuat material lebih lemah serta elastis (Feng et al., 2018).

Secara keseluruhan, penambahan kurkumin pada konsentrasi tinggi mengganggu interaksi molekul kitosan dan PVA, mengurangi kekuatan tarik dan modulus elastisitas film. Penurunan ini terkait dengan ketidakmampuan kurkumin untuk terdistribusi merata dalam matriks polimer pada konsentrasi tinggi, menyebabkan agregasi dan area lemah dalam struktur film. Nilai standar rata-rata untuk uji tarik menurut ASTM E8-13a adalah 1,35-2,32 MPa (Ayu et al., 2023). Nilai 1,31 MPa berada sedikit di bawah batas bawah standar rata-rata, menunjukkan bahwa material ini memiliki kekuatan tarik sedikit lebih rendah dari yang diharapkan. Sedangkan nilai 2,38 MPa berada sedikit di atas batas atas standar rata-rata, menunjukkan material yang diuji memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dari yang diharapkan. Formula F1, meski menunjukkan modulus elastisitas lebih rendah dibandingkan formula lain, menunjukkan material yang lebih elastis dan fleksibel, yang bisa menjadi keuntungan dalam aplikasi tertentu di mana kemampuan material untuk menahan deformasi sebelum putus sangat penting. Kekuatan tarik Formula F1 sebesar 1,31 MPa berada di bawah standar rata-rata, namun tidak terendah di antara formula yang diuji. Keunggulan F1 terletak pada keelastisan yang lebih baik dibandingkan dengan formula lain, yang bisa menjadi keuntungan dalam aplikasi tertentu di mana kemampuan material untuk menahan deformasi sebelum putus sangat penting.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa film kitosan/PVA/kurkumin memiliki interaksi kimia antar komponen yang diidentifikasi melalui hasil FTIR yang menunjukkan adanya pergeseran pada gusur perubahan ini menunjukkan bahwa kurkumin berhasil berinteraksi dengan PVA/kitosan, yang dapat mempengaruhi sifat fisikokimia dan bioaktivitas campurannya tersebut. Uji ketebalan menunjukkan bahwa ketebalan film tidak berbeda secara signifikan antara formula yang diuji. Sementara itu, berdasarkan uji in vitro, karakteristik mekanik terbaik dimiliki oleh Formula F1, dengan pelepasan kurkumin sebesar 78,08% pada pH 6,8 dan 25,81% pada pH 1,2. Formula F1 juga

menunjukkan nilai modulus elastisitas sebesar 0,88 MPa dan kekuatan mekanik sebesar 1,31 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, N. (2019). Kurkumin Pada Curcuma Longa Sebagai Tatalaksana Alternatif Kanker. *J Agromedicine*, 6, 410.
- Akhtar Nehal Ahmed, S., Ravindra Patil, S., Sadique Khan, M. K., & Shaban Khan, M. (2021). Tablet Coating Techniques: Concept and Recent Trends. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 66(1), 43–53. <https://doi.org/10.47583/ijpsrr.2021.v66i01.010>
- Aprilianti, N., & Sastyarina, Y. (2023). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 26–27.
- Atika natalia, D., Dharmayati, N., & Roswita dewi, F. (2021). *The Production of Chitosan from Crab Shell (Portunus sp.) at Room Temperature*. 24, 301–309.
- Ayyubi, S. N., Kusmiyati, K., Purbasari, A., & Pratiwi, W. Z. (2021). Review: Aplikasi Material Komposit Berbasis Kitosan sebagai Bahan Kemasan Makanan. *Teknik*, 42(1), 335–352.
- Bobsaid, J., Windianto, F. R., Rizkyah, C., Shaffiqah, N., Kefarmasian, I., Farmasi, F., Airlangga, U., & Timur, J. (2023). *Improving the Bioavailability of Curcumin in Curcuma heyneana by Preparing Solid Dispersion*.
- Damayanti, A. A., Trisnawati, N. L. P., & Suyanto, H. (2020). Identifikasi Bilangan Gelombang Daun Sirih (*Piper sp.*) Menggunakan Metode Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Principal Component Analysis (PCA). *Buletin Fisika*, 22(2), 60. <https://doi.org/10.24843/bf.2021.v22.i02.p02>
- Didik, L. A. (2020). Penentuan Ukuran Butir kristal $\text{CuCr}_0,98\text{Ni}_0,02\text{O}_2$ dengan Menggunakan x-ray diffraction (xrd) dan scanning electron microscope (SEM). *Indonesian Physical Review*, 3(1), 6–14.

- Fajria, T. R., & Nuwarda, R. F. (2018). Teknologi Sediaan Oral Lapis Tipis Terlarut Cepat (Fast Dissolving Film). *Majalah Farmasetika*, 3(3), 58.
- Fira waluyo, A., & Sabarman, H. (2019). X Y. *Fabrikasi Fiber Ppolyvinyl Alcohol (pva) dengan Elektrosinning*, 5(1), 88–98.
- Firda Rizki Nurzulla, W., & Kartika Maharani, D. (2022). Mechanical Properties of Film Chitosan/Pva With Silver Substituted Zeolite As Active Packaging. *UNESA Journal of Chemistry*, 11(1), 61–68.
- Gemiralda, R. M., Marlaokta, M., & Marlaokta, M. (2019). Efek Neuroprotektor Kunyit pada Pasien Alzheimer. *Jurnal Ilmu Keperawatan Jiwa*, 2(3), 171. <https://doi.org/10.32584/jikj.v2i3.431>
- Handoko, F., & Yusuf, Y. (2021). Synthesis and physicochemical properties of poly(Vinyl) alcohol nanocomposites reinforced with nanocrystalline cellulose from tea (*camellia sinensis*) waste. *Materials*, 14(23).
- Husni, P., Junaedi, J., & Gozali, D. (2020). Potensi Kitosan Bersumber dari Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) dalam Bidang Farmasi. *Majalah Farmasetika*, 5(1), 32–38. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v5i1.23804>
- Isnaeni, N. L., Trisna Wulandari, W., & Alifiar, I. (2021). Pembuatan dan Karakterisasi Kokristal Kurkumin dengan Asam Askorbat Sebagai Koformer. *Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Penelitian*, 1(1), 122–129.
- Jiménez-Gómez, C. P., & Cecilia, J. A. (2020). Chitosan: A Natural Biopolymer with a Wide and Varied Range of Applications. *Molecules*, 25(17). <https://doi.org/10.3390/molecules25173981>
- Kapelle, I. B. D., & Manalu, W. (2020). Pengaruh Metode Proses Sintesis Analog Kurkumin Asimetris Terhadap Efek Hepatoprotektif Mencit (*Mus musculus L.*). *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 7(2), 215–225. <https://doi.org/10.29122/jbbi.v7i2.4206>
- Khalandar, D., Dada Khalandar, S., Adithya, T. N., Jilani Basha, S., Koshma, M., Subbareddy, U. V., Jaya, V., & Reddy, S. (2018). International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences a Current Review on Curcuma Longa Linn. Plant. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical, and Biological Sciences*, 8(1), 68–73. www.ijpcbs.com
- Kusumawati, D. H. (2022). Nanofiber PVA / Kitosan Sebagai Wound Dressing. 11, 26–34.
- Liu, B., & Zhang, J. (2022). Research Progress of Polyvinyl Alcohol Water- Resistant Film Materials Figure 1 . The structural formula of PVA . PVA resin is obtained by the hydrolysis of polyvi ccess of alcoholysis of PVAc , part of the alcoholysis gen physical and chemical properties d. 1–13.
- Maulidina, H. (2019). *Formulasi Masker Peel Off Ekstrak Etanol Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus Polyrhizus) Using Polynyl Alcohol (PVA)*, XV(2), 1–13.
- Muhammad Sultan Ramadhan, & Uci Ary Lantika. (2022). Kajian Sediaan Orally Dissolving Film (ODF). *Jurnal Riset Farmasi*, 89–96.
- Muñoz-Tebar, N., Pérez-Álvarez, J. A., Fernández-López, J., & Viuda-Martos, M. (2023). Chitosan Edible Films and Coatings with Added Bioactive Compounds: Antibacterial and Antioxidant Properties and Their Application to Food Products: A Review. *Polymers*, 15(2).
- Nugraha, M. I. A., Harfiani, E., & Pramesyanti, A. (2022). Systematic Review : Potensi Kurkumin Dalam Rimpang Kunyit (*Curcuma Longa Linn*) Sebagai Anti-Inflamasi Pada Gastritis Akibat Infeksi *Helicobacter Pylori*. *Seminar Nasional Riset Kedokteran*, 2022.
- Oliveira Filho, J. G., & Egea, M. B. (2022). Edible Bioactive Film with Curcumin: A Potential “Functional” Packaging? In *International Journal of Molecular*

- Sciences* (Vol. 23, Issue 10). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijms23105638>
- Philippe. (2019). Polyvinyl Alcohol (PVA) for Tablet Coating Applications: Enhancing Formulation Flexibility. *Pharma Excipients.*, 4997.
- Pratama, Y., Miranda, M., Hintono, A., Darwis, I., Graharti, R., & Asthri, A. L. (2019). Karakteristik Edible Film Aloe vera dengan Emulsi Extra virgin Olive oil. *Majority*, 8(1), 381.
- Pristiwani, Q. (2023). Uji toksisitas kitosan Cangkang Kepiting Rajungan (*portunus pelagicus*) dan Kepiting Bakau (*scylla serrata*) dengan metode *brine shrimp lethality test* (BSLT) *Qisti*, 6(2), 862–878.
- Riyadi, S. A., Abdullah, F. F., Fadhilah, F., & Assidiqiah, N. (2022). Aktivitas Antikanker Kurkuminoid Terhadap Sel Melanoma B16-F10. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 13(2), 152. <https://doi.org/10.52434/jfb.v13i2.1458>
- Sampath, T. M., Gunathilake, U., Chee, Y., Hock, C., Abd, N., & Nai-shang, L. (2020). Journal of Drug Delivery Science and Technology pH-responsive poly (lactic acid)/ sodium carboxymethyl cellulose fi lm for enhanced delivery of curcumin in vitro. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 58(April), 101787. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.101787>
- Sari, S. R., Baehaki, A., & Lestari, S. D. (2019). Pemanfaatan Kitosan dengan Variasi Gula sebagai Potensi Pengawet Alami Makanan (Pengujian Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus subtilis*). *Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri*, 190–195.
- Silalahi, A. M., Fadholah, A., & Artanti, L. O. (n.d.). Isolasi dan Identifikasi Kitin dan Kitosan dari Ccangkang susuh kura (*Sulcospira testudinaria*). 4(1), 1–9.
- Suprihatin, T., Rahayu, S., Rifa'i, M., & Widyarti, S. (2020). Senyawa pada Serbuk Rimpang Kunyit (*Curcuma longa* L.) yang Berpotensi sebagai Antioksidan. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 5(1), 35–42.
- Urosevic, M., Nikolic, L., Gajic, I., Vesna, N., Ana, D., & Miljkovic, V. (2022). Curcumin : Biological Activities and Modern. *Antibiotics (Basel)*. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020135%0AAcademic>
- Gupta, S. C., et al. (2020). Pharmacological basis for the role of curcumin in chronic diseases: An age-old spice with modern targets. *Trends in Pharmacological Sciences*, 41(7), 501-518.
- Smith, A., et al. (2018). Curcumin encapsulated pH-responsive nanoparticle-based smart drug delivery system: Preparation and characterization. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 42, 74-81.
- Ayu, N., Jumiaty, E., & Husnah, M. (2023). Analisis Uji Mekanik Bioplastik Berbahan Pati Tepung Sagu- Kitosan Dan Sorbitol. *Journal Online of Physics*, 8(3), 47–50.
- Bambang, P., Sjaifullah, A., Rahmawati, I., & Nurhianto, E. (2017). 6195-21192-1-Pb. 2(2), 77–85.
- Dewi, W. A., & Mulya, D. (2019). Formulasi Dan Evaluasi Sifat Fisik Serta Uji Stabilitas Sediaan Edible Film Ekstrak Etanol 96 % Seledri (*Apium graveolens* L) Sebagai Penyegar Mulut Formulation and Evaluation of Physical Properties and Stability Test of Edible Film Oral dissolving film. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 4(2), 32–40.
- Grigorov, A., Viraneva, A., Marudova, M., & Yovcheva, T. (2021). Effect of pH and ionic strength of chitosan/casein and casein/chitosan multilayers on curcumin release. *Journal of Physics: Conference Series*, 1762(1).
- Maharani, D. K., & Safitri, R. D. (2022). KARAKTERISASI FILM PVA/KITOSAN/ZEOLIT TERSUBSTITUSI ION Ag+ BERPOTENSI SEBAGAI KEMASAN AKTIF. *Unesa Journal of Chemistry*, 11(1), 46–52.
- Mahmudah, R., Nada, U. Q., & Aulia, S. (2023). Analisis Kadar Kurkumin pada Herbal Oil Kunyit Ekstrak Virgin Coconut Oil dengan Metode Ultrasonik dan Maserasi.

- KOVALEN: *Jurnal Riset Kimia*, 9(1), 92–99.
- Priyadarsini, K. I. (2014). The chemistry of curcumin: From extraction to therapeutic agent. *Molecules*, 19(12), 20091–20112.
- Sarmiento, B., Ferreira, D., Veiga, F., & Ribeiro, A. (2006). Characterization of insulin-loaded alginate nanoparticles produced by ionotropic pre-gelation through DSC and FTIR studies. *Carbohydrate Polymers*, 66(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.02.008>
- Vimala, K., Yallapu, M. M., Varaprasad, K., Reddy, N. N., Ravindra, S., Naidu, N. S., & Raju, K. M. (2011). Fabrication of Curcumin Encapsulated Chitosan-PVA Silver Nanocomposite Films for Improved Antimicrobial Activity. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, 02(01), 55–64.