



KOVALEN: Jurnal Riset Kimia

<https://bestjournal.untad.ac.id/index.php/kovalen>



Sintesis dan Karakterisasi Polivinil Alkohol (PVA) Terlapis Polieugenol

[Synthesis And Characterization of Polyvinyl Alcohol (PVA) Coated with Polyeugenol]

Erwin Abdul Rahim[✉], Ahmad Ridhay, Sitti Nur Halizah, Indriani, Husain Sosidi, Khairuddin, Nov Irmawati Inda, Nurakhirawati, Moh. Mirzan, Aini Auliana Amar

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno-Hatta Km. 9, Kampus Bumi Tadulako, Tondo-Palu, Sulawesi Tengah*

Abstract. A study has been conducted on materials containing polyvinyl alcohol (PVA) coated with poly eugenol. This research aims to explore the synthesis process and properties of PVA coated with poly eugenol. Characterization of PVA includes tensile strength measurement and surface observation using SEM. Additionally, the antioxidant activity of PVA was also tested using the DPPH method. In this study, PVA films were obtained by dissolving PVA in a water solvent. The characterization results indicate that the tensile strength ranges from 25.56 to 271.10 Mpa, elongation reaches 315.20 to 320%, and the young modulus ranges from 4.05 to 6.27 Mpa. Surface observation with SEM shows a smooth surface without pores. The antioxidant activity test shows IC₅₀ values ranging from 84.11 to 175.37 ppm.

Keywords: PVA, polyeugenol, SEM, tensile strength, antioxidant

Abstrak. Sebuah penelitian telah dilakukan pada bahan yang mengandung polivinil alkohol (PVA) terlapis polieugenol. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi proses sintesis dan sifat-sifat dari PVA yang terlapis polieugenol. Karakterisasi PVA meliputi pengukuran kekuatan tarik dan pengamatan permukaan menggunakan SEM. Selain itu, aktivitas antioksidan PVA juga diuji menggunakan metode DPPH. Dalam penelitian ini film PVA diperoleh dengan melarutkan PVA dalam pelarut air. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa kekuatan Tarik berkisar antara 25,56 hingga 271,10 Mpa, elongasi mencapai 315,20 hingga 320% dan modulus young berkisar antara 4,05 hingga 6,27 Mpa. Observasi permukaan dengan SEM menunjukkan permukaan yang halus tanpa adanya pori. Uji aktivitas antioksidan menunjukkan nilai IC₅₀ antara 84,11 hingga 175,37 ppm.

Kata kunci: PVA, polieugenol, SEM, kekuatan tarik, antioksidan

Diterima: 20 April 2024, Disetujui: 30 April 2024

Sitasi: Rahim, E.A., Ridhay, A., Halizah, S.N., Indriani., Sosidi, H., Khairuddin., Inda., Nurakhirawati., Mirzan, M., Amar, A. A. (2024). Sintesis dan Karakterisasi Polivinil Alkohol (PVA) Terlapis Polieugenol. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 10(1): 69-76.

LATAR BELAKANG

Tanaman cengkeh (*Eugenia aromaticum*) adalah salah satu tanaman perkebunan khas Indonesia yang memiliki berbagai manfaat.

Minyak atsiri dari cengkeh atau lebih dikenal sebagai minyak cengkeh banyak dimanfaatkan untuk industri makanan dan farmasi (Nurdjannah, 2004).

Minyak cengkeh (*Clove Oil*) didapatkan melalui penyulingan uap dari bagian tanaman cengkeh. Minyak atsiri dari cengkeh terdapat

[✉] Corresponding author
E-mail: erwin_abdulrahim@yahoo.com

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2024.v10.i1.17088>



hampir diseluruh bagian tanamannya, yaitu dalam daun (1- 4%), tangkai (5-10%), dan bunga (10- 20%). Komponen utama dari minyak cengkeh adalah senyawa fenol berupa eugenol dengan kadar 70% hingga 90%. Eugenol berupa cairan tak berwarna atau kuning pucat dan berbau spesifik memiliki manfaat sebagai stimulan, antiemetik, antiseptic, antispasmodic, anestetik lokal, dan karminatif (Somaatmadja, 2001).

Eugenol juga merupakan salah satu senyawa alam yang menarik karena mengandung beberapa gugus aktif, yaitu hidroksil, cincin aromatik dan alil, sehingga dapat mudah untuk dimodifikasi secara kimia menjadi senyawa turunan eugenol lainnya yang memiliki berbagai fungsi (Lasapo dkk., 2018).

Sekelompok senyawa yang disebut polimer digunakan secara luas dalam kehidupan sehari-hari dan di berbagai industri. Polimer yang banyak digunakan adalah plastik, karet, fiber dan nilon (Hikmah, 2017). Berbagai produk dibuat dari bahan ini karena dianggap ringan, fleksibel, murah, dan rentan pecah. Ilustrasi produk plastik pada umumnya digunakan masyarakat adalah kantong kresek dan wadah plastik (Malik, 2019).

Polieugenol diperoleh melalui reaksi polimerisasi dari senyawa eugenol. Pembuatan polieugenol telah banyak dikembangkan oleh beberapa peneliti. Menurut Rahim (2015) polieugenol dengan berat molekul tinggi telah disintesis menggunakan H_2SO_4 . Polimer ini mempunyai sifat antibakteri dan antioksidan yang tinggi. Sementara itu, polivinil alkohol (PVA) adalah salah satu pilihan yang terbaik karena PVA larut dalam air dan mudah terdegradasi.

Salah satu upaya untuk meningkatkan kuat tarik, elongasi dan modulus young

dilakukan dengan penamabahan polivinil alkohol (PVA). Polimer yang disebut polivinil alkohol (PVA) dapat digunakan untuk membuat PVA, yang terdiri dari komponen tunggal dengan karakteristik rapuh. Meskipun merupakan polimer sintetik, PVA dapat terurai secara spontan. PVA memiliki kekuatan tarik yang kuat, kualitas penghalang oksigen yang sangat baik, dan fleksibilitas yang baik. (Purnavita dan Utami, 2018).

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian pembuatan PVAmenggunakan PVA dan dilapisi dengan polieugenol dengan mengkombinasikan kedua bahan tersebut. Tujuannya ialah untuk menghasilkan sifat antibakteri dan antioksidan yang jauh lebih baik terhadap PVA yang ditambahkan polieugenol dengan perbandingan tertentu. Selain itu, sampel juga diuji aktivitas antioksidan, SEM dan kuat tarik menggunakan Universal Testing Machine dengan mengamati karakteristik atau seberapa kuat material tersebut.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan antara lain polieugenol, aquades, Polivinil Alkohol (PVA), etanol (C_2H_5OH), aluminium foil dan larutan DPPH. Alat yang dipakai pada penelitian ini antara lain gunting, neraca analitik, *stirrer*, *stopwatch*, pipet mikro, botol semprot, *magnetik stirer*, Spektrofotometer UV-Vis, *Scanning Electron Microscop* (SEM) dan *Universal Testing Machine*.

Prosedur Penelitian

Pembuatan dan pelapisan PVA dengan polieugenol

20 mL air suling ditambahkan setelah 1 g PVA ditimbang. Setelah itu, aduk pada suhu

80°C selama satu jam. Setelah itu, cetak dalam cawan petri dan diamkan selama sehari penuh. 10% polieugenol, 20%, dan 30% PVA jadi disemprotkan setelah dilarutkan dalam 10 mililiter etil asetat.

Karakterisasi PVA-Polieugenol

Polieugenol yang telah ditetapkan sesuai Universal Testing Machine lalu sampel dipasang pada alat dengan parameter jarak jepit 20 mm dan kecepatan penarikan 80 mm/menit. Kemudian diukur nilai luas film polieugenol dan gaya yang diberikan oleh Universal Testing Machine.

1. Kuat Tarik

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

σ = Kuat tarik (N/mm²)

F = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm²)

Nilai kuat tarik juga digunakan untuk:

2. Nilai Modulus Young

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F l_0}{A \Delta L} \quad (2)$$

Keterangan:

σ = kuat tarik (N/mm²)

ΔL = perpanjangan (cm)

E = modulus Young (N/mm²)

ε = elongasi (%)

3. Nilai Elongasi

$$\% \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 \quad (3)$$

Keterangan:

% = Nilai Elongasi

Δl = Perpanjangan (cm)

l_0 = Panjang awal

Analisis morfologi

Karakterisasi SEM dilakukan agar dapat mengetahui morfologi, pori, ukuran partikel, serta bentuk partikel material. Proses pengoperasian SEM dimulai dengan senjata elektron yang akan menghasilkan seberkas elektron. Elektron kemudian dipercepat oleh

anoda, difokuskan oleh lensa magnetik pada sampel yang diarahkan ke arah kumparan pemindai, kemudian sampel memancarkan elektron yang baru dan ditangkap oleh detektor untuk ditampilkan pada monitor sebagai gambar.

Uji aktivitas antioksidan

Setelah ditimbang hingga 0,01 g, PVA-Polieugenol dilarutkan dalam 10 mL etanol. Selanjutnya larutan dipipet dengan penambahan 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, dan 1 mL untuk menghasilkan larutan dengan konsentrasi 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Masing-masing tambahkan 3 mL larutan DPPH, aduk, dan diamkan pada suhu kamar selama 30 menit. Selanjutnya, dengan menggunakan spektrofotometer tampak, serapan (A) ditentukan pada panjang gelombang maksimum 490–534 nm. Hitung persen inhibisi (hambatan) sesuai dengan persamaan berikut.

$$\text{inhibisi} = \frac{A_{\text{blanko}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{blanko}}} \times 100 \% \quad (4)$$

Keterangan:

A_{blanko} = Absorbansi DPPH + Etanol

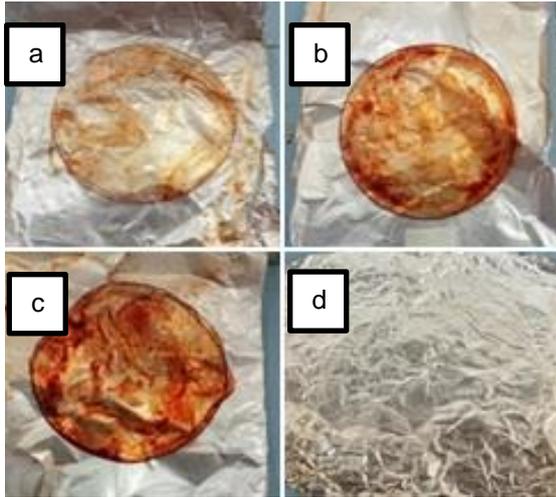
A_{sampel} = Absorbansi DPPH + sampel

Selanjutnya nilai % inhibisi digunakan untuk menghitung nilai *IC50* (ppm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Polivinil Alkohol (PVA)

PVA yang dibuat terdiri dari 4 variasi yaitu polieugenol 0,1 g; 0,2 g; 0,3 g dan tanpa polieugenol. PVA didapatkan dengan metode yang sederhana dan pengeringan pada suhu kamar. Untuk memastikan pengeringan sempurna, sampel disimpan dalam ruangan berventilasi selama ±48 jam. Hasil yang diperoleh berupa PVA seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. PVA dilapisi 10% polieugenol (a); PVA dan dilapisi 20% polieugenol (b); PVA dan dilapisi 30% polieugenol (c); PVA tanpa polieugenol (d)

Gambar 1 menunjukkan bahwa film PVA yang diperoleh homogen. Sampel PVA tanpa polieugenol berwarna putih bening dan sampel PVA yang dilapisi menggunakan 10%, 20% dan 30% polieugenol menghasilkan warna sedikit coklat dan coklat pekat.

Menurut Purnavita dan Dewi (2021), PVA umumnya difungsikan sebagai *plasticizer* guna meningkatkan kekuatan elongasi dan kuat tarik. Pencampuran dilakukan dengan pengadukan pada suhu 80°C. PVA dilapisi dengan polieugenol dengan cara disemprot, metode ini termasuk cara sederhana untuk melapisi PVA dengan polimer.

Hasil Uji Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Parameter pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH nilai IC_{50} , dimana metode DPPH nilai IC_{50} merupakan konsentrasi senyawa uji yang dibutuhkan untuk mengurangi radikal DPPH sebesar 50%. Penentuan nilai IC_{50} diperoleh dari persamaan regresi linear yang

menunjukkan hubungan dari % inhibisi (y) dan konsentrasi sampel (x).

Semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka persen penghambatan radikal bebas semakin tinggi. Penambahan konsentrasi akan berpengaruh pada nilai % inhibisi. Nilai IC_{50} diperoleh dengan memasukan nilai hasil perhitungan kedalam persamaan linear pada saat % inhibisi sebesar 50% dengan persamaan $y = ax + b$. Nilai regresi dari grafik tersebut digunakan untuk penentuan aktivitas antioksidan. Semakin kecil nilai IC_{50} yang didapatkan maka semakin tinggi aktivitas antioksidan dalam sampel. Dalam penelitian ini, polieugenol digunakan untuk meningkatkan sifat antioksidan dan antibakteri. Hasil pengukuran IC_{50} PVA dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai IC_{50} pada berbagai varian PVA

Sampel	IC_{50} (ppm)
PVA tanpa polieugenol	175,37
PVA+ 10% polieugenol	171,54
PVA+ 20% polieugenol	131,61
PVA+ 30% polieugenol	84,11

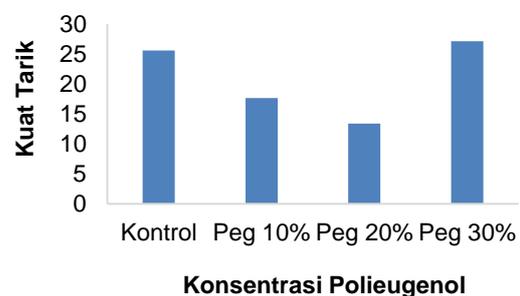
Berdasarkan data nilai IC_{50} pada Tabel 1. yang didapatkan dari analisis aktivitas antioksidan, menunjukkan bahwa sampel PVA tanpa polieugenol dan PVA + 10% polieugenol memiliki antioksidan yang lemah, PVA+ 20% polieugenol memiliki antioksidan yang sedang dan PVA + 30% polieugenol memiliki antioksidan kuat. Menurut Molyneux (2004), bahwa suatu senyawa dikatakan memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat apabila nilai $IC_{50} < 50$ ppm, kuat jika nilai IC_{50} 50 sampai 100 ppm, sedang jika nilai IC_{50} 100 sampai 150 ppm, lemah jika nilai IC_{50} 150 sampai 200 ppm, dan sangat lemah jika nilai $IC_{50} > 200$ ppm.

Pelapisan dengan penambahan polieugenol 10% meningkatkan aktivitas antioksidan dari PVA, uji aktivitas antioksidan sedikit menurun dengan pelapisan polieugenol 20%, namun pada pelapisan dengan polieugenol 30% aktivitas antioksidan mengalami penurunan yang cukup drastis, hal ini diduga karena pada sampel PVA polieugenol 10% dan 20% keasaman dari polieugenol belum merusak ikatan rangkap terkonjugasi. Polieugenol mengandung gugus fenol, dimana gugus fenol merupakan asam lemah sehingga pada penambahan polieugenol 30% maka H^+ dari polieugenol merusak ikatan rangkap terkonjugasi sehingga antioksidan menurun. Sedangkan pada sampel PVA tanpa dilapisi polieugenol, memiliki sifat antioksidan yang tinggi (Perotto, 2018).

Menurut Rahim et al., (2020) polieugenol diklasifikasikan sebagai polimer antibakteri kuat dan aktivitas antioksidan kuat dimana nilai IC_{50} yaitu 80,47 $\mu g/ml$. Hasil yang didapatkan pada polieugenol 30% nilai IC_{50} menurun, diduga polieugenol bereaksi dengan senyawa lain sehingga sedikit larut dalam etanol, maka konsentrasi yang larut lebih sedikit dibandingkan konsentrasi polieugenol 10 % dan 20 %. Sedangkan pada sampel PVA yang tidak dilapisi polieugenol nilai IC_{50} meningkat, kemungkinan hal ini terjadi karena tidak ada polieugenol dan senyawa antioksidan yang terdapat pada PVA yang larut pada etanol sehingga berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan. Menurut Wulan dkk. (2019), DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang stabil sehingga apabila larutan DPPH yang berwarna ungu bertemu dengan bahan pendonor elektron maka DPPH akan tereduksi, menyebabkan warna ungu akan memudar.

Sifat Mekanis PVA-Polieugenol

Sifat mekanik dipengaruhi oleh jumlah komponen penyusun PVA. Tujuan dari pengujian sifat mekanik adalah untuk mengetahui karakteristik dari PVA berupa kuat tarik, elongasi dan modulus young. Pengujian dilakukan dengan menggunakan PVA kontrol, PVA dengan penambahan polieugenol 10%, polieugenol 20% dan polieugenol 30%. Hasil pengujian kuat tarik PVA dapat dilihat pada Gambar 2.

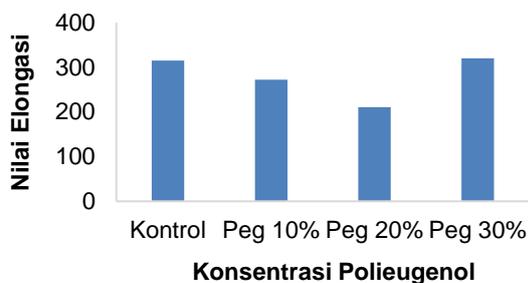


Gambar 2. Hasil uji Tarik pada berbagai konsentrasi PVA

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh film selama pengukuran berlangsung. Kuat tarik dipengaruhi oleh bahan pemlastis yang ditambahkan dalam proses pembuatan film (Haryati dkk, 2017). Berdasarkan Gambar 2., dapat dilihat bahwa penambahan polieugenol 30% sangat meningkat karena sifat dari PVA yang dapat meningkatkan kuat tarik, maka dapat disimpulkan bahwa semakin banyak polieugenol yang digunakan maka dapat meningkatkan hasil kuat tarik PVA. Nilai kuat tarik PVA yang didapatkan pada penelitian ini yaitu pada sampel PVA kontrol, polieugenol 10%, 20%, dan 30% secara berturut-turut adalah 25,56; 17,62; 13,40 dan 27,10 MPa. Berdasarkan standar SNI 7188.7:2016 besarnya nilai kuat tarik untuk plastik adalah 24,7 - 302 MPa. Menurut Haryati (2017),

Standar Mutu kuat tarik sesuai SNI yaitu 1-10 Mpa.

Penentuan nilai elongasi dilakukan dengan menggunakan alat yang sama tetapi menggunakan perhitungan yang berbeda. Hasil perhitungan nilai elongasi PVA dapat dilihat pada Gambar 3.

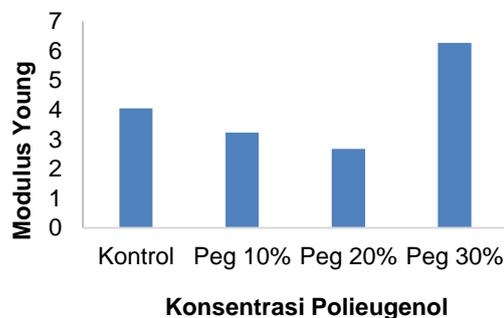


Gambar 3. Nilai elongasi pada berbagai konsentrasi PVA

Persen pemanjangan (*elongation to break*) merupakan perubahan panjang maksimum film sebelum terputus (Haryati dkk, 2017). Gambar 3. menunjukkan bahwa pelapisan PVA dengan polieugenol 30% meningkat. Nilai elongasi yang didapatkan pada penelitian ini pada sampel PVA kontrol, polieugenol 10%, 20%, dan 30% berturut-turut adalah 315,20; 272,00; 210,42 dan 320,00%. Variasi konsentrasi polieugenol berpengaruh terhadap nilai elongasi PVA. Menurut Unsa dan Paramasti (2018), nilai elongasi yang semakin tinggi menunjukkan bahwa PVA lebih fleksibel. PVA yang dihasilkan memiliki persentase nilai elongasi 76,36-140,65%. Nilai elongasi tersebut telah memenuhi standar minimal SNI 7188:2016 sebesar 21- 220%. Menurut Haryati (2017), Standar Mutu elongasi PVA sesuai SNI yaitu 10-20%.

Selanjutnya dilakukan pengukuran tingkat kekakuan PVA menggunakan persamaan modulus young. Hasil perhitungan modulus young dapat dilihat pada Gambar 4.

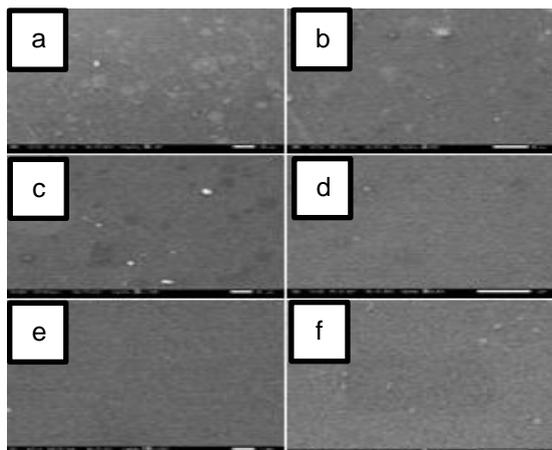
Modulus young diperoleh dari perbandingan antara kekuatan tarik (*tensile strength*) terhadap persen perpanjangan (*elongation*). Elastisitas memiliki nilai yang berbanding terbalik dengan elongasi, tetapi berbanding lurus dengan kuat tarik (Nurrahmi, dkk., 2021). Nilai modulus young PVA pada sampel kontrol, polieugenol 10%, 20%, dan 30% pada penelitian ini secara berturut-turut adalah 4,05; 3,23; 2,68 dan 6,27 Mpa. Berdasarkan (SNI) Standar Nasional Indonesia elastisitas untuk PVA yaitu 117 – 137 MPa.



Gambar 4. Tingkat kekakuan pada berbagai konsentrasi PVA

Morfologi Permukaan

Uji morfologi permukaan dilakukan untuk mengetahui struktur permukaan, keretakan dan kehalusan permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perbandingan antara PVA blanko, PVA+ 10%, 20% dan 30% polieugenol. Berdasarkan Gambar 5. menunjukkan permukaan morfologi pada PVA yang dilapisi 30% polieugenol. Gambar morfologi permukaan sampel PVA direkam dengan SEM instrumen dengan perbesaran 100 sampai 25.000 kali. Seperti terlihat pada Gambar 5., semua sampel menunjukkan permukaan halus, tidak ada pori-pori. Penggunaan PVA sebagai *plastizer* untuk meningkatkan kompatibilitas, dispersi yang baik dan homogen (Majdzadeh et al., 2010).



Gambar 5. PVA dengan pelapisan polieugenol 30%. Perbesaran 100x (a); perbesaran 330x (b); perbesaran 1.000x (c); perbesaran 5.000x (d); perbesaran 10.000x (e); dan perbesaran 25.000x (f)

Pelapisan dengan polieugenol membuat permukaan PVA yang dihasilkan menjadi lebih halus dan lebih homogen. Kurang halus nya bagian PVA biasanya disebabkan oleh proses aglomerasi yang tidak sempurna, sampel dari PVA + polieugenol 30% memiliki struktur permukaan yang sangat halus. Berdasarkan analisis morfologi, sampel PVA dengan pelapisan polieugenol 30% merupakan yang terbaik untuk digunakan menjadi PVA.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa sifat PVA dengan penambahan polieugenol mempunyai sifat aktivitas antioksidan kuat dengan nilai IC_{50} 84,11 sampai 175,37 ppm, nilai kuat tarik 25,56 sampai 27,10 Mpa, nilai elongasi 315,20 sampai 320,00% serta nilai modulus young 4,05 sampai 6,27 MPa. Pada sampel PVA + Polieugenol 30% menghasilkan permukaan yang sangat halus dan tidak ada pori-pori sehingga baik digunakan untuk PVA sehingga dapat menjadi kemasan makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryati, Sri, Rini, A.S., dan Safitri, Y. (2017). Pemanfaatan Biji Durian sebagai Bahan Baku PVA Dengan Plast/Giserol dan Bahan Pengisi $CaCO_3$. *Jurusan Teknik Kimia*, 23(1).
- Hikmah, S. A., Erwin E.A., & Musfira (2017). Sintesis dan Karakteristik Polieugenol dari Eugenol Menggunakan Katalis $H_2SO_4 - CH_3COOH$. *Jurnal Riset Kimia*, 4(3).
- Lasapo, M.H.S., Rahim, E.A., Ruslan., dan Indriani. (2018). Sintesis Dan Karakterisasi Senyawa Kiral Hasil Reaksi Antara Metileugenol Kasar Dengan Asam Asetat. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 2(3), 39-48.
- Malik, F. M. (2019). Pengembangan Biopolimer Berbahan Dasar Pati Alami dengan Penambahan Beeswax sebagai Plastik Ramah Lingkungan (*Doctoral dissertation*), Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Molynex, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioksidant activity. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, 26(2), 211-216.
- Nurrahmi, S., Nuraisyah, S., dan Hernawati. (2021). Pengaruh Penambahan Pati Dan Plasticizer Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Plastik Biodegradable. *Jurnal Fisika dan Terapannya*, 7(2), 128 – 138.
- Nurdjannah, N. (2004). Diversifikasi Penggunaan Cengkeh. *Perspektif*, 3(2) : 61-70.
- Purnavita, S & Utami, W.T. (2018). Pembuatan PVA dari pati aren dengan penambahan aloe vera. *Inovasi Teknik Kimia*, 3(2): 31-35
- Purnavita, S., & Dewi, V.C. (2021). Kajian Ketahanan Bioplastik Pati Jagung Dengan Variasi Berat Dan Suhu Pelarutan Polivinil Alkohol. *CHEMTAG*, 2(1).
- Rahim, E.A. (2015). Sintesis Senyawa (S)-(3,4-dimetoksifenil)-2-propanol Dari Metil Eugenol Tanpa Pengaruh Senyawa

Optis Aktif. Laporan Penelitian Mandiri.
Palu: UNTAD.

- Rahim, E.A., Istiqomah, N., Almilda, G.A.,
Ridhay, A., Sumarni, N.K., Indriani.
(2020). Antibacterial and Antioxidant
Activities of Polyeugenol with High
Molecular Weight. *Indonesian Journal of
Chemistry*, 20(3).
- Somaatmadja, D. (2001). Pengambilan
Oleoserin Jahe Dengan Cara Ekstraksi
Pelarut. *[Skripsi]*. Jurusan Hasil
Pertanian, IPB, Bogor.
- Unsa, L, -K., Paramastri, G, -A. (2018). Kajian
jenis plast/Cizer campuran gliserol dan
sorbitol terhadap sintesis dan
karakteristik edible film pati bonggol
pisang sebagai pengemas buah apel.
Jurnal Kompetensi Teknik. 10(1), 35-47
- Wulan., Yudistira, A., dan Rotinsulu, H. (2019).
Uji Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak
Etanol Daun *Mimosa pudica* Linn.
Menggunakan Metode DPPH.
Pharmacon, 8(1).