



Pembuatan *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) Teremban 2,4,5-Trimetoksikalkon dan Uji Kompatibilitasnya

(Preparation of *Polymer Inclusion Membrane* (PIM)-Embedded 2,4,5-Trimethoxychalcone and Its Compatibility Study)

Reinner Ishaq Lerrick^{a*}, Darius Toge Kore^a, Philiphi de Rozari^a, Febri Odel Nitbani^a, Fidelis Nitti^a, Johnson N. Naat^b

^aProgram Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nusa Cendana

^bProgram Studi Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusa Cendana
 Jalan Adi Sucipto, Kampus Baru Penfui, Kupang, 85116, Indonesia

*Corresponding author: reinner_lerrick@staf.undana.ac.id

DOI: [10.20961/alchemy.21.2.96111.305-314](https://doi.org/10.20961/alchemy.21.2.96111.305-314)

Received 10 October 2024, Revised 19 March 2025, Accepted 19 April 2025, Published 30 September 2025

Kata kunci:

2,4,5-trimetoksikalkon; kompatibilitas; *Polymer Inclusion Membrane*; stabilitas.

ABSTRAK. *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) telah menjadi perangkat baru untuk mengekstraksi ion logam terutama dari larutan, karena selektivitas dan sensitivitasnya yang mudah disesuaikan melalui pembuatannya yang mudah. Ragam senyawa ekstraktn telah banyak dikembangkan dalam studi ekstraksi logam berbasis PIM. Namun, senyawa kalkon dan turunannya yang umum diketahui sebagai ekstraktn dan sensor logam, belum ditemukan penggunaannya dalam studi terkait PIM. Pada riset ini, senyawa 2,4,5-trimetoksikalkon, disintesis dari oksidasi minyak asaron asal Timor menggunakan ozon dan diikuti oleh reaksi kondensasi aldol dengan asetofenon, akan diembankan ke dalam matriks PIM PVC/D2EHPA. PIM yang disiapkan tersebut kemudian dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), serta dipelajari kompatibilitasnya. PIM yang mengandung 60% PVC, 40% D2EHPA dan berbagai konsentrasi 2,4,5-trimetoksikalkon (25, 20, 15, 10, dan 5 ppm) mempunyai sudut kontak air masing-masing sebesar 51,939°, 51,665°, 51,318°, 51,151°, dan 50,863°; serta nilai penyerapan air masing-masing sebesar 9,80%; 9,82%; 9,54%; 9,68%; dan 9,76% yang menunjukkan bahwa PIM yang dihasilkan bersifat hidrofilik. Sementara itu, hasil pengukuran kuat tarik dan persentase perpanjangan menunjukkan bahwa PIM tersebut bersifat fleksibel dengan nilai yang diperoleh masing-masing 12,15; 11,96; 11,91; 10,95; 10,22 MPa dan 32,7; 86,6; 127; 156,7; 166,7%.

Keywords:

2,4,5-trimethoxychalcon; compatibility; polymer inclusion membrane; stability.

ABSTRACT. *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) has become an emerging device for extracting metal ions, especially from solution, due to its selectivity and sensitivity fine-tuned through facile preparation. Chalcones, as well as their derivatives, which are known as metal extractants and sensors, have not been employed in PIM-related studies. In this research, the compound 2,4,5-trimethoxychalcone, synthesized sequentially over Timor's asarone oil oxidation using ozone, followed by Aldol condensation reaction with acetophenone, was embedded into the PVC/D2EHPA PIM matrices. The prepared PIM was then characterized using fourier transform infrared (FTIR) and scanning electron microscopy (SEM), and was studied for its compatibility. PIM contained 60% PVC, 40% D2EHPA and varied 2,4,5-trimethoxychalcone (25, 20, 15, 10, and 5 ppm) had water contact angles values of 51.939°, 51.665°, 51.318°, 51.151°, 50.863°, and water uptake of 9.80%, 9.82%, 9.54%, 9.68%, 9.76% respectively, which indicated that the resulting PIM was hydrophilic. Meanwhile, the tensile strength and elongation percentage showed that those PIM were flexible with the obtained values of 12.15, 11.96, 11.91, 10.95, 10.22 MPa and 32.7, 86.6, 127, 156.7, 166.7%, respectively.

PENDAHULUAN

Polymer Inclusion Membrane (PIM), suatu jenis membran cair dalam sebuah matriks padat, saat ini telah menjadi solusi metode analisis dan ekstraksi logam khususnya logam berat dari perairan disebabkan mudahnya fabrikasi dan aplikasi metode tersebut (Zhao *et al.*, 2024). PIM utamanya dibuat dari *polyvinyl chloride* (PVC) atau *cellulose triacetate* (CTA) sebagai matrik utama pembangun membran yang diembankan kedalamnya sejumlah kecil konsentrasi bahan pemlastis dari jenis *Diocetyl Phtalate* (DOP) dan *2-nitrophenyl octyl ether*

Cite this as: Lerrick, R. I., Kore, D. T., de Rozari, P., Nitti, F., and Naat, J. N. (2025). Pembuatan *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) Teremban 2,4,5-Trimetoksikalkon dan Uji Kompatibilitasnya. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 21(2), 305-314. doi: <http://dx.doi.org/10.20961/alchemy.21.2.96111.305-314>.

(NPOE) dan senyawa-senyawa ekstrakstan, senyawa yang berinteraksi secara selektif dengan analit seperti ion logam (Shamsipur *et al.*, 2023) maupun molekul (Lagiewka *et al.*, 2024; Jakob *et al.*, 2024), seperti Aliquat 336, D2EHPA, atau TBP (Sellami *et al.*, 2024). Dalam pengembangannya, PIM teremban senyawa sensor, disebut juga sebagai PIM berbasis optod (Yaacob *et al.*, 2024), menjadikan metode ekstraksi ini menjadi jauh lebih murah dan efisien karena dapat diaplikasikan secara *in situ* dan telah menghilangkan ketergantungan penggunaan spektrofotometer.

Senyawa-senyawa turunan kalkon telah banyak diketahui memiliki kemampuan berinteraksi dengan logam seperti ion logam Pb(II) (Singh *et al.*, 2024), Cu(II) (Gomes *et al.*, 2022; R. Singh *et al.*, 2025), Co(III) (G. Singh *et al.*, 2025), Fe(III) (Chandrakar *et al.*, 2024), Cr(III) (Mumthaj and Umadevi, 2024), ion iodida (I⁻) (Joshi *et al.*, 2024) atau bahkan molekul-molekul organik seperti asam amino triptofan (Liu *et al.*, 2025). Pada beberapa senyawa turunan kalkon yang diketahui berwarna dan/atau berpendar telah menunjukkan fenomena perubahan warna atau tidak berpendarnya larutan kalkon (*Off*) ketika berinteraksi dengan analit-analit logam, sehingga dikembangkan menjadi sensor analit berturut-turut dikenal sebagai sensor kolorimetri dan fluorometri. Namun demikian, belum ditemukannya, aplikasi kalkon atau turunannya sebagai sensor berbasis PIM.

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan adalah Flash Kiesegel 60 silika gel, Pelarut organik dari ACS FULLTIME®, *high molecular weight* (Mr= 90000 g/mol) Poly Vinyl Chloride (PVC) (Sigma-Aldrich, Netherlands), Di-(2-Ethyl Hexyl) Phosphoric Acid (D2EHPA) (Sigma-Aldrich, USA), Tetrahidrofuran (EMD Millipore Corporation, Germany), asetofenon (Sigma-Aldrich, Germany), Genoak (*Acorus calamus*). Sampel Genoak (*Acorus calamus*) dibeli dari pasar tradisional di Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia.

Alat-alat yang digunakan adalah alat distilasi, alat distilasi pengurang tekanan, mesin ATWFS® ozone-based home deodorising, kompresor udara, GCMS QP-2010S Shimadzu dengan Agilent HP 1MS (panjang kolom 30 m dan 0,25 mm ID), helium sebagai gas pembawa, detektor termionik nyala (FTD), dan metode fragmentasi MS: dampak elektron (EI) 70 eV. Spektrometer Jeol JNM-ECZR pada 399,78 MHz, labu leher-3 alas bulat, *Fourier Transform Infrared* (FTIR) (Nicolet Avatar 360 IR), SEM (TM 3000), dan *Tensile Testing Machine* (Brookfield CT3).

Distilasi Uap *A. calamus*

Sebanyak 40 g serbuk sampel kering dimasukan ke dalam labu alas bulat Stahl 2,5 L, dan ditambah dengan 1 L air. Peralatan kemudian dirakit diikuti dengan pemanasan untuk mengumpulkan campuran air. Campuran tersebut kemudian diekstraksi menggunakan n-heksana, dikeringkan dengan Na₂SO₄ anhidrat, dan akhirnya diuapkan untuk menghasilkan minyak berwarna kecoklatan yang menyengat.

Pemurnian Minyak Asaron menggunakan Distilasi Pengurang Tekanan

Sekitar 5 g (24 mmol) minyak kalamus ditambahkan ke dalam labu alas bulat 10 mL, yang berisi batang magnet. Peralatan distilasi kemudian dirakit, yang kemudian diikuti oleh vakum dan pemanasan hingga 1 g (20%) minyak kuning terkumpul dengan R_f (heksana:EtOAc = 7:3 v/v) = 0,6; m/z = 208 (100%).

Sintesis 2,4,5-Trimetoksibenzaldehida (3)

Ke dalam labu Schlenk leher dua 25 mL yang dilengkapi dengan batang magnet ditambahkan 5 g (24 mmol) minyak kalamus dalam 5 mL etanol. Larutan tersebut kemudian diozonisasi dengan O₃/O₂ pada suhu kamar dan dipantau menggunakan KLT. 5 mL EtOAc ditambahkan ke dalam campuran diikuti dengan 3 × 2,5 mL H₂O. Pelarut organik kemudian dikeringkan dengan Na₂SO₄ dan diuapkan untuk menghasilkan 4 g (92%) 2,4,5-TMBA berwarna coklat pucat dengan R_f (heksana:EtOAc = 7:3 v/v) = 0,16; m.p.= 110–111 °C. Ref = 110 – 112 °C; IR (murni) ν/cm^{-1} 1660,60; 2835,16; 2785,02; ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ_{H} 10,30 (s), 7,30 (s), 6,50 (s), 3,87 (s), 3,83 (s), 3,76 (s); ¹³C NMR (100 MHz, CDCl₃): δ_{C} 187,97; 158,71; 155,88; 143,55; 117,26; 108,96; 95,99; 56,27; 56,21; 56,21; GC-MS (EI): m/z = 196 (100%).

Sintesis 2,4,5-Trimetoksikalkon (1)

Larutan 5 mmol (0,6 g) asetofenon dalam etanol 15 mL, larutan 5 mmol (1 g) 2,4,5-trimetoksibenzaldehida dalam etanol 15 mL, dan 10% NaOH (aq) 5 mL dicampur dan distirrer pada suhu kamar sekitar 3 jam. Padatan yang dihasilkan dikumpulkan dengan penyaringan, dicuci dengan air suling, dikeringkan, dan dimurnikan dengan

rekristalisasi berulang dari aseton dan dihasilkan padatan kuning sebanyak 1 g (60%) dengan m.p. 121 – 122 °C. Ref 121 – 122 °C; FT-IR (cm⁻¹, KBr): 3000 – 2800; 1375 (CH₃), 1678,72 (C=O); 1518,64 dan 1597.71 (C=C); GC-MS (EI): m/z = 298; ¹H NMR (CDCl₃), δ (ppm): 8.10 (1H, d, *J* = 15.8 Hz), 8.01 (2H, d, *J* = 7.8 Hz), 7.55 (1H, t, *J* = 7.8 Hz), 7.50 (2H, t, *J* = 5.8 Hz), 7.4 (1H, d, *J* = 15.9 Hz), 7.12 (1H, s), 6.53 (1H, s), 3.91-3.95 (9H, s) (Suwunwong, 2010).

Preparasi PIM Berbasis Kalkon

PIM dibuat dengan rasio berupa 60% (w/w) polimer dasar PVC, 40% (w/w) D2EHPA dan 25 ppm kalkon hasil sintesis (Tabel 1). Sebanyak 128 mg D2EHPA dilarutkan dengan 5 mL pelarut Tetrahidrofuran (THF) dalam botol Duran 25 mL yang sebelumnya telah berisi padatan Kalkon 25 ppm hingga menghasilkan campuran seberat 320 mg. Sebanyak 192 mg PVC kemudian ditambahkan kedalam campuran secara perlahan sambil terus diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama ± 4 jam hingga semua komponen larut sempurna yang ditandai dengan larutan yang transparan. Larutan kemudian dimasukkan kedalam cawan petri, diratakan, kemudian ditutup menggunakan tissue dan penutup cawan petri dan dibiarkan hingga ± 3 hari atau kering sempurna.

Tabel 1. Variasi komposisi bahan penyusun PIM.

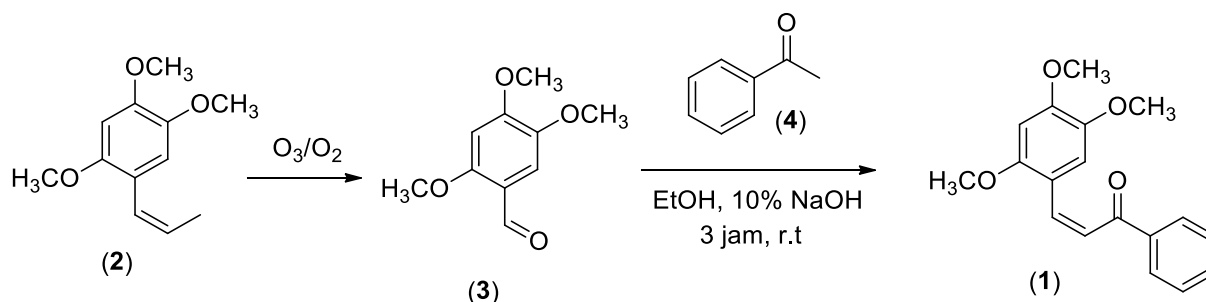
No	PIM	Rasio PVC: D2EHPA (% w/w)	PVC (mg)	D2EHPA (mg)	Kalkon (ppm)	Volume Kalkon (mL)
1	D1	100:0	320	0	25	2,5
2	D2	60:40	192	128	25	2,5
3	D3	60:40	192	128	20	2,0
4	D4	60:40	192	128	15	1,5
5	D5	60:40	192	128	10	1,0
6	D6	60:40	192	128	5	0,5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pembuatan PIM teremban kalkon merupakan tahapan penelitian lanjutan dari penelitian dasar yang telah dilakukan (Lerrick, 2022). Tahapan disitilasi minyak *A. calamus* asal Timor NTT menghasilkan asaron (2) hingga sintesis 2,4,5-trimetoksibenzaldehida, bahan baku sintesis 2,4,5-trimetoksikalkon, merujuk kepada prosedur dan hasil penelitian tersebut.

Sintesis 2,4,5-Trimetoksikalkon

Sebagai bahan uji utama, senyawa (1) dihasilkan dari sebuah reaksi kondensasi Aldol antara senyawa turunan benzaldehida hasil oksidasi minyak asaron (2) dengan asetofenon (4). Reaksi antara 2,4,5-trimetoksibenzaldehida (3) dengan asetofenon menghasilkan padatan kuning yang teridentifikasi secara spektrometri sebagai 2,4,5-trimetoksikalkon (1) (Gambar S1 – S3 dan Tabel S1). Data titik leleh dan spektra GC.MS padatan kuning (1) yang dihasilkan bersesuaian dengan literatur (Suwunwong, 2010) (Gambar 1).



Gambar 1. Tahapan sintesis 2,4,5-trimetoksikalkon dari asaron

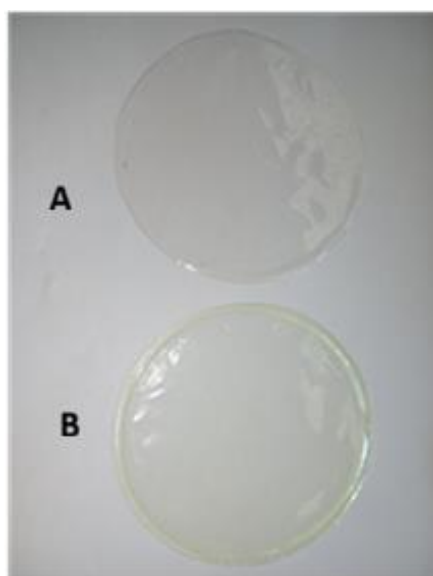
Preparasi PIM Berbasis Kalkon

Pada pembuatan PIM digunakan komposisi optimum merujuk kepada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu pada komposisi 60% PVC dan 40% D2EHPA (PIM X). Dimana pada komposisi ini diperoleh PIM yang memenuhi kriteria ideal seperti tipis, transparan, fleksibel dan tidak berminyak (Modhe *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 2, PIM D1 sangat kaku dikarenakan PVC yang digunakan dalam jumlah yang besar serta akibat tidak adanya tambahan ekstraktan D2EHPA yang diketahui memiliki sifat plastisasi (Nitti *et al.*, 2022). Sedangkan PIM D2–D6 yang diperoleh memiliki kenampakan sesuai kriteria PIM yang ideal yakni tipis, transparan, fleksibel dan tidak berminyak (Gambar 2). Selain itu, PIM yang dihasilkan juga memiliki sedikit warna kuning yang merata pada seluruh permukaan PIM yang mengindikasikan bahwa senyawa kalkon terdistribusi secara merata pada rantai polimer PVC. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa senyawa 1-fenil-3-(2,4,5-trimetoksifenil)-2-propenon kompatibel dengan PVC dan D2EHPA yang merupakan komposisi utama penyusun PIM. Selanjutnya PIM yang telah diperoleh ketika diamati dibawah lampu UV pada panjang gelombang 366 nm memberikan fluoresensi dengan warna hijau kebiruan sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa 1-fenil-3-(2,4,5- trimetoksifenil)-2-propenon dapat digunakan sebagai sensor optik berbasis fluoresensi ketika dikombinasikan dengan PIM.

Tabel 2. Preparasi komposisi PIM berbasis kalkon.

PIM	Komposisi	Tipis	Transparan	Fleksibel	Tidak Berminyak
D1	PVC 100% + Kalkon 25 ppm	✓	✓	✗	✓
D2	PVC 60% + D2EHPA 40% + Kalkon 25 ppm	✓	✓	✓	✓
D3	PVC 60% + D2EHPA 40% + Kalkon 20 ppm	✓	✓	✓	✓
D4	PVC 60% + D2EHPA 40% + Kalkon 15 ppm	✓	✓	✓	✓
D5	PVC 60% + D2EHPA 40% + Kalkon 10 ppm	✓	✓	✓	✓
D6	PVC 60% + D2EHPA 40% + Kalkon 5 ppm	✓	✓	✓	✓
X	PVC 60% + D2EHPA 40% ¹⁴	✓	✓	✓	✓

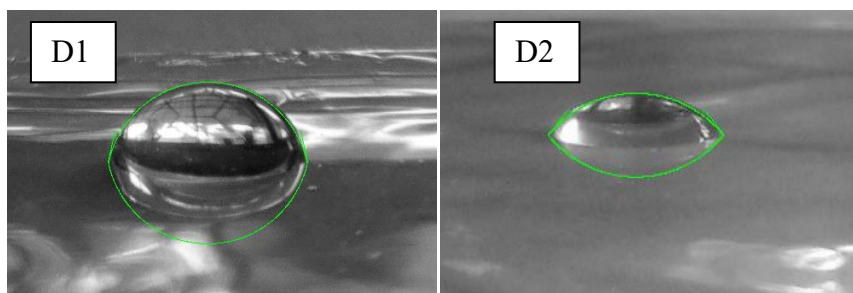


Gambar 2. PIM D5 yang dihasilkan (a) tanpa kalkon dan (b) dengan kalkon.

Karakteristik Sifat Fisika PIM

Sudut Kontak Air

Sifat hidrofobisitas dan hidrofilisitas pada membran dapat ditentukan melalui pengukuran *Water contact angle* (sudut kontak air). Kenampakan sudut kontak air ditunjukkan pada Gambar 3. Pengukuran sudut kontak air adalah metode sederhana dan efektif yang biasa digunakan untuk mengevaluasi keterbasahan permukaan membran. Secara umum, jika membran memiliki sudut kontak $>90^\circ$ tergolong hidrofobik dan jika membran memiliki sudut kontak $<90^\circ$ tergolong hidrofilik (Cardoso *et al.*, 2016).

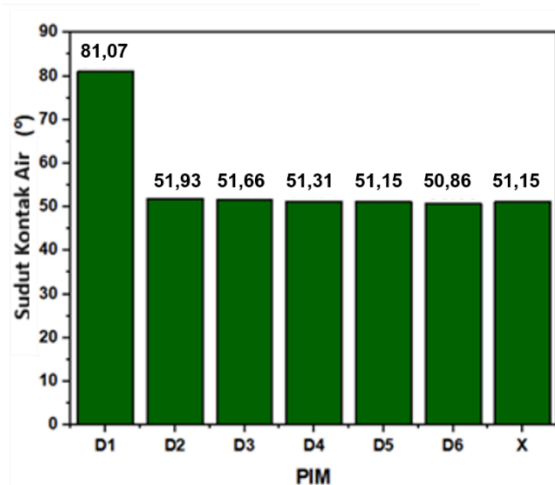


Gambar 3. Sudut kontak air dari PIM D1 dan PIM D2.

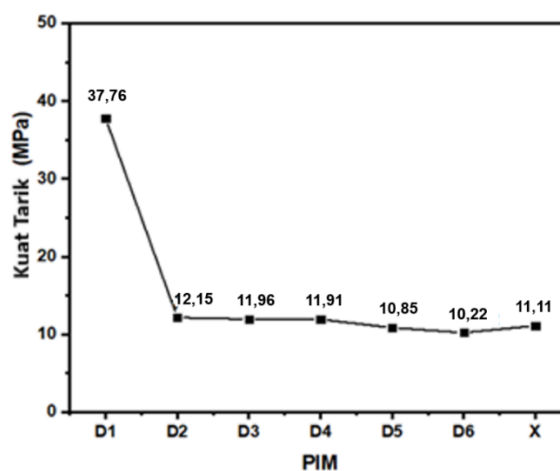
Berdasarkan grafik hasil pengukuran pada [Gambar 4](#), PIM dengan komposisi D1 bersifat hidrofobik dengan sudut kontak air yang dihasilkan sebesar $81,07^\circ$. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sudut kontak air pada PIM yang memiliki komposisi PVC 100% adalah sebesar $84,53^\circ$. Sementara itu, PIM D2–D6 memiliki nilai sudut kontak berturut-turut sebesar $51,93^\circ$; $51,66^\circ$; $51,31^\circ$; $51,15^\circ$ dan $50,86^\circ$. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa PIM X (60% PVC : 40% D2EHPA) memiliki nilai sudut kontak air sebesar $51,15^\circ$. Pengukuran sudut kontak air pada PIM D2–D6 menunjukkan bahwa PIM yang dihasilkan bersifat hidrofilik diduga karena adanya gugus P–O, P–OH ([Mumthaj and Umadevi, 2024](#)) pada D2EHPA. Pada PIM D1–D6 terdapat juga campuran senyawa kalkon, akan tetapi nilai sudut kontak air yang terbentuk tidak mengalami perubahan yang signifikan jika dibandingkan dengan nilai sudut kontak air pada PIM tanpa kalkon, sesuai hasil yang diperoleh pada penelitian-penelitian sebelumnya bahwa senyawa kalkon bersifat hidrofobik ([Rioux et al., 2019](#)). Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan pengaruh signifikan D2EHPA sebagai ekstraktan terhadap hidrofilisitas dari PIM.

Kuat Tarik

Tingkat kelenturan dari PIM dapat diketahui melalui karakterisasi sifat fisika *tensile strength* (kuat tarik). Berdasarkan [Gambar 5](#) terlihat bahwa pada PIM D1 tanpa adanya tambahan D2EHPA nilai kuat tarik dari PIM sangat tinggi sebesar 37,76 MPa. Sedangkan pada PIM D2–D6 dengan adanya penambahan D2EHPA mengalami penurunan nilai kuat tarik berturut-turut sebesar 12,15; 11,96; 11,91; 10,95 dan 10,22 MPa. Penurunan nilai kuat tarik ini diakibatkan oleh melemahnya gaya intermolekul polimer PVC yang disebabkan sifat plastisitas dari D2EHPA sehingga menjadikan PIM lebih fleksibel ([Witt and Radzymińska-Lenarcik, 2019](#)). Nilai kuat tarik PIM D2–D6 yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan PIM X komposisi 60% PVC dan 40% D2EHPA yakni sebesar 11,11 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh penambahan kalkon terhadap nilai kuat tarik PIM. Dari hasil penelitian yang diperoleh ekstraktan D2EHPA yang bersifat plastis berkontribusi kepada menurunnya nilai kuat tarik pada PIM D2–D6 sehingga PIM yang dihasilkan lebih fleksibel.



Gambar 4. Hasil pengukuran sudut kontak air



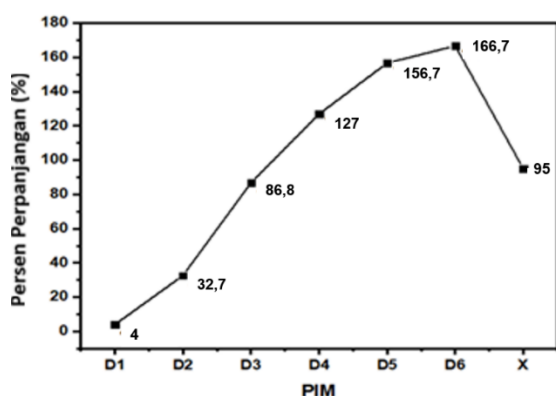
Gambar 5. Kurva hasil pengukuran kuat Tarik PIM

Persen Perpanjangan

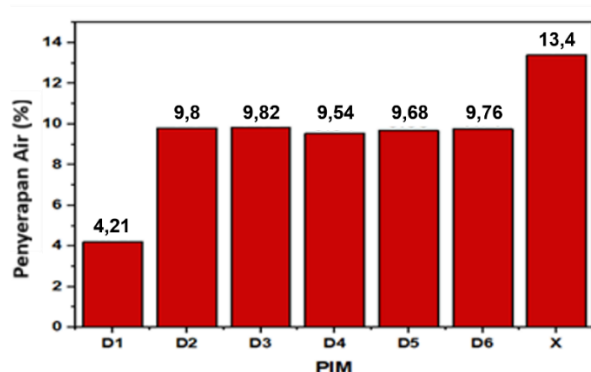
Elongation (elongasi) memberikan informasi terkait kelenturan dari perpanjangan PIM yang ditarik hingga putus. Nilai persen perpanjangan berhubungan dengan kuat tarik. Penurunan nilai kuat tarik PIM akan menyebabkan peningkatan nilai persen perpanjangan. Kurva pada [Gambar 6](#) menunjukkan adanya tambahan D2EHPA pada PIM D2–D6 menyebabkan persen perpanjangan mengalami peningkatan berturut-turut sebesar 32,7, 86,6, 127, 156,7 dan 166,7% jika dibandingkan dengan PIM D1 tanpa adanya penambahan D2EHPA dengan nilai persen perpanjangan sebesar 4%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan D2EHPA menyebabkan lemahnya gaya intermolekul polimer PVC yang disebabkan sifat plastisitas dari D2EHPA sehingga menjadikan PIM lebih fleksibel. Fakta diatas menunjukan bahwa keberadaan ekstrak D2EHPA yang memiliki sifat plastisitas dan semakin kecilnya konsentrasi kalkan pada PIM D2 – D6 meningkatkan persen perpanjangan sehingga PIM menjadi fleksibel.

Penyerapan Air

Pengukuran *water uptake* (penyerapan air) dilakukan berdasarkan tingkat persentase penyerapan air untuk mengetahui hidrofobisitas maupun hidrofilisitas dari PIM. Secara umum, jika persentase penyerapan air semakin kecil maka PIM tergolong hidrofobik dan jika persentase penyerapan air besar maka PIM tergolong hidrofilik. Berdasarkan hasil pengukuran penyerapan air pada [Gambar 7](#), dapat dilihat bahwa PIM D1 bersifat hidrofilik dengan persentase penyerapan air sebesar 4,21% jika dibandingkan dengan PIM D2 – D6 mengalami peningkatan berturut-turut sebesar 9,8, 9,82, 9,54, 9,68 dan 9,76% yang dikarenakan adanya gugus hidrofilik dari D2EHPA. Semakin hidrofilik suatu PIM, maka proses transport ion logam semakin mudah. Nilai % penyerapan air pada PIM D2 – D6 jika dibandingkan dengan PIM X (60% PVC:40% D2EHPA) sedikit mengalami penurunan yang diakibatkan oleh sifat hidrofobik dari kalkan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa PIM D2 – D6 yang dihasilkan bersifat hidrofilik.



Gambar 6. Kurva hasil pengukuran persen perpanjangan PIM.



Gambar 7. Hasil pengukuran penyerapan air pada PIM.

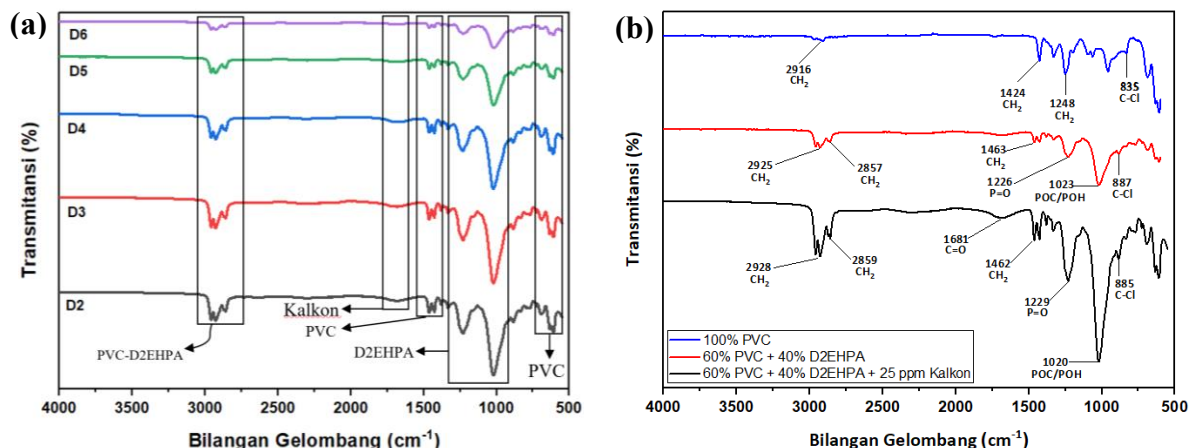
Karakteristik Sifat Kimia PIM

Karakterisasi Gugus Fungsi PIM

Tujuan dilakukan karakterisasi PIM menggunakan FTIR adalah untuk mengetahui ada atau tidaknya interaksi kimia dari komposisi penyusun PIM. Karakterisasi menggunakan FTIR ini dilakukan pada komposisi PIM D2–D6 dan pembanding PIM komposisi 100% PVC dan 60% PVC + 40% D2EHPA ([Modhe et al., 2024](#)). Hasil spektra FTIR PIM dengan masing-masing komposisi dapat dilihat pada [Gambar 8a](#). Pada PIM dengan komposisi 100% PVC terlihat adanya serapan pada bilangan gelombang 684 cm^{-1} dan 835 cm^{-1} yang merupakan peregangan C–Cl dan terdapat adanya serapan dengan intensitas kuat pada bilangan gelombang 1248 cm^{-1} yang diakibatkan oleh goyangnya $-\text{CH}_2$ saat atom karbon dari rantai polimer PVC berikatan dengan atom klor ($-\text{CH}_2\text{Cl}$). Mode deformasi $-\text{CH}_2$ dapat terlihat pada bilangan gelombang 1424 cm^{-1} . Selain itu, puncak regangan $-\text{CH}_2$ dapat diamati pada bilangan gelombang 2916 cm^{-1} .

Spektra FTIR dari PIM dengan komposisi 60% PVC dan 40% D2EHPA dibuktikan dengan adanya serapan gugus fungsi PVC pada bilangan gelombang 2925 cm^{-1} , 2857 cm^{-1} , 1463 cm^{-1} , 694 cm^{-1} dan 887 cm^{-1} . Selain itu juga terlihat gugus fungsi D2EHPA dengan intensitas kuat pada bilangan gelombang 1023 cm^{-1} yang

mengindikasikan gugus POC dan POH dan tampak frekuensi peregangan P=O pada bilangan gelombang 1226 cm^{-1} (Wijayanti *et al.*, 2021). Mode deformasi $-\text{CH}_2$ sebagai alkil terlihat pada bilangan gelombang 1463 cm^{-1} . Selain itu vibrasi peregangan $-\text{CH}_2$ dapat diamati pada bilangan gelombang 2925 cm^{-1} dan 2857 cm^{-1} .



Gambar 8. Spektra PIM (a) semua variasi dan (b) teremban 2,4,5-trimetoksikalkon.

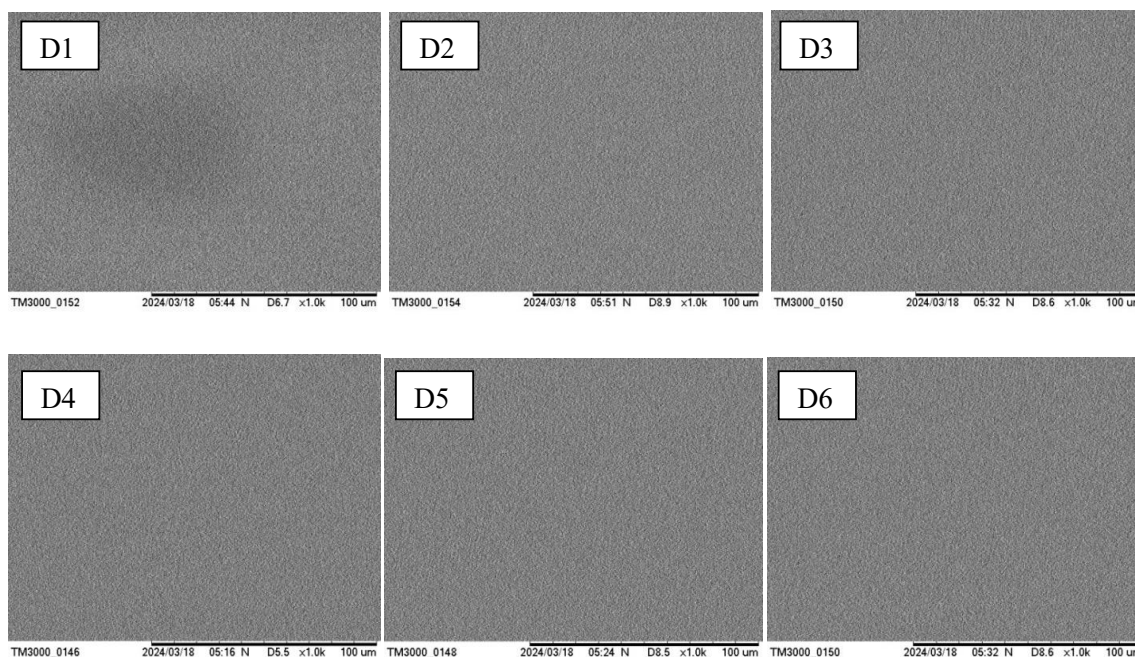
Spektra FTIR dari PIM (60% PVC:40% D2EHPA) teremban 25;20;15;10;5 ppm kalkon terlihat sekilas memiliki serapan panjang gelombang yang hampir mirip dengan PIM komposisi 60% PVC dan 40% D2EHPA dan terdapat serapan gugus karbonil $\text{C}=\text{O}$ keton dari senyawa kalkon yang terkonjugasi dengan cincin aromatis dan olefin pada bilangan gelombang 1681 cm^{-1} . Pada komposisi ini PIM mempunyai intensitas serapan yang rendah terhadap kalkon yang dikarenakan konsentrasi kalkon yang digunakan cukup kecil. Selain itu, terlihat tumpang tindih antara PVC dan D2EHPA pada PIM dengan komposisi baik dengan atau tanpa senyawa kalkon pada bilangan gelombang 2928 cm^{-1} , 1229 cm^{-1} dan 1020 cm^{-1} (Gambar 8b). Berdasarkan data hasil spektra FTIR PIM (Gambar 8 dan Tabel 3) menunjukkan semata-mata interaksi fisik lemah dari ikatan hidrogen dan Van Der Waals pada antar komponen PIM (Witt and Radzymińska-Lenarcik, 2019).

Tabel 3. Bilangan gelombang dan vibrasi molekul PIM.

PIM	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi
PVC 100% (Mone <i>et al.</i> , 2023)	2916	$-\text{CH}_2$
	1424	$-\text{CH}_2$
	1248	$-\text{CH}_2$
	835	$\text{C}-\text{Cl}$
	684	$\text{C}-\text{Cl}$
	2925	$-\text{CH}_2$
D2EHPA (Gherasim <i>et al.</i> , 2011)	1463	$-\text{CH}_2$
	1226	$\text{P}=\text{O}$
	1023	POC/POH
PVC 60% + D2EHPA 40% (Modhe <i>et al.</i> , 2024)	2925	$-\text{CH}_2$
	2857	$-\text{CH}_2$
	1463	$-\text{CH}_2$
	1226	$\text{P}=\text{O}$
	1023	POC/POH
	887	$\text{C}-\text{Cl}$
Kalkon (Wijayanti <i>et al.</i> , 2021) (PVC 60% + D2EHPA 40% + 25;20;15;10 dan 5 ppm)	694	$\text{C}-\text{Cl}$
	1684	$\text{C}=\text{O}$
	2928	$-\text{CH}_2$
	2859	$-\text{CH}_2$
	1681	$\text{C}=\text{O}$
	1462	$-\text{CH}_2$
	1229	$\text{P}=\text{O}$
	1020	POC/POH
	885	$\text{C}-\text{Cl}$
	693	$\text{C}-\text{Cl}$

Morfologi Permukaan

Morfologi permukaan dari PIM dapat diketahui melalui karakterisasi dengan menggunakan SEM. Pengamatan morfologi permukaan ini memberikan informasi terkait tingkat homogenitas dari setiap komponen penyusun PIM. Pada penelitian ini setiap komposisi PIM diamati menggunakan SEM Hitachi TM 3000 pada 1000 $\times$. Hasil penelitian analisis SEM ([Gambar 9](#)) menunjukkan bahwa karakteristik SEM PIM D1 yang dihasilkan memiliki morfologi permukaan halus dan tidak berpori yang mengindikasikan bahwa PVC terlarut dengan baik. Selain itu, pada PIM D2 – PIM D6 memiliki permukaan yang halus dan terdapat pori-pori berukuran kecil yang mengindikasikan distribusi merata dari ekstrak D2EHPA pada rantai polimer pendukung. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa adanya senyawa kalkon tidak mempengaruhi kenampakan morfologi permukaan PIM dan PIM yang dihasilkan secara mikroskopis memiliki homogenitas yang baik.



Gambar 9. Morfologi permukaan PIM D1 – PIM D6.

KESIMPULAN

Karakteristik PIM berbasis senyawa 1-fenil-3-(2,4,5-trimetoksifenil)-2-propenon menggunakan FTIR hanya menunjukkan interaksi fisik lemah dari ikatan hidrogen dan Van Der Waals tanpa adanya interaksi kimia antar komponen. Sedangkan karakteristik menggunakan SEM menunjukkan morfologi permukaan PIM tampak halus yang menandakan PIM secara mikroskopis memiliki homogenitas yang baik. Nilai sudut kontak air dan penyerapan air PIM komposisi D2 – D6 menunjukkan sifat hidrofilik dengan nilai yang diperoleh berturut-turut sebesar 51,93°, 51,66°, 51,31°, 51,15°, 50,86° dan 9,8%, 9,82%, 9,54%, 9,68% 9,76%. Sedangkan hasil pengukuran hasil pengukuran kuat tarik dan persen elongasi menunjukkan PIM bersifat fleksibel dengan nilai yang diperoleh berturut-turut sebesar 12,15; 11,96; 11,91; 10,95; 10,22 MPa dan 32,7; 86,6; 127; 156,7; 166,7%.

INFORMASI PENDUKUNG

Gambar S1 – S3 dan Table S1 tersedia dalam Informasi Tambahan (*Supplementary Information*) yang dapat dilihat pada tautan <https://jurnal.uns.ac.id/alchemy/article/view/96111/supp.info>.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan dalam artikel ini.

KONTRIBUSI PENULIS

RIL: Eksperimen, Penulisan dan Penyuntingan Manuskrip; DTK: Eksperimen dan Perbaikan Manuskrip, PDR: Investigasi dan Pengumpulan Data; FON: Metodologi dan Penulisan Manuskrip; JNN: Analisis Data dan Penulisan dan Telaah Manuskrip.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana untuk hibah penelitian PDUPT (Nomer kontrak 10/UN.15.18.PPK/SPP/FST/IV/2024).

DAFTAR PUSTAKA

- Cardoso, V.F., Machado, A.R., Pinto, V.C., Sousa, P.J., Botelho, G., Minas, G., and Lanceros-Méndez, S., 2016. From Superhydrophobic to Superhydrophilic-Patterned Poly(vinylidene fluoride-co-chlorotrifluoroethylene) Architectures as a Novel Platform for Biotechnological Applications. *Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Physics*, 54, pp. 1802–1810. <https://doi.org/10.1002/polb.24099>.
- Chandrakar, L., Ambatwar, R., and Khatik, G.L., 2024. Exploration of Simple and Economic D- π -A- Chalcone in Selective Fe³⁺ Metal Sensing via PET Quenching Effect in Water as a Medium and Mechanistic Study Using DFT Calculations. *Journal of Molecular Structure*, 1296, 136817. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.136817>.
- Gherasim, C. V., Cristea, M., Grigoras, C. V., and Bourceanu, G., 2011. New Polymer Inclusion Membrane. Preparation and Characterization. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 6, pp. 1507–1516.
- Gomes, L.J., Moreira, T., Rodríguez, L., and Moro, A.J., 2022. Chalcone-based Fluorescent Chemosensors as New Tools for Detecting Cu²⁺ Ions. *Dyes and Pigments*, 197. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2021.109845>.
- Jakab, K., Varga, B., Keresztes, Z., and Horváth, V., 2024. Polymer Inclusion Membrane for the Extraction of Oxytetracycline from Milk Prior to Aptamer-based Biosensing. *Microchemical Journal*, 206, 111582. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2024.111582>.
- Joshi, R.J., Varu, H.L., Bhalodia, J.J., Ambasana, M.A., Bapodra, A.H., and Kapuriya, N.P., 2024. Highly Selective Fluorescence Sensor Based on Azidopyrazole-Chalcone Conjugates for Rapid Detection of Iodide Ion. *Results in Chemistry*, 7, 101409. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101409>.
- Lagiewka, J., Witt, K., Gierszewska, M., and Zawierucha, I., 2024. Selective Removal of Organic Dyes via Polymer Inclusion Membrane Containing a Perbenzylated β -Cyclodextrin Derivative. *Journal of Water Process Engineering*, 68, 106306. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.106306>.
- Lerrick, R.I., 2022. Synthesis of Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drug (NSAID) 2,4,5-Trimethoxybenzaldehyde from Indonesian Calamus Oil and Its in Silico Pharmacokinetic Study. *Canadian Journal of Chemistry*, 100, 789–796. <https://doi.org/10.1139/cjc-2022-0121>.
- Liu, Yuting, Zhang, Z., Yin, D., Huang, Y., Liu, Ying, Li, J., and Zheng, R., 2025. A Simple and Highly Selective Chalcone Fluorescent Chemical Sensor for the Detection of Tryptophane. *Polyhedron*, 265, 117303. <https://doi.org/10.1016/j.poly.2024.117303>.
- Modhe, K., Ledoh, S.M.F., Lapailaka, T., Kadang, L., Naat, J.N., Pingak, R.K., Kapitan, O.B., and Nitti, F., 2024. Stabilitas Polymer Inclusion Membrane dari Polimer Pendukung PVC dan Ekstraktan D2EHPA dalam Asam Klorida. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 9, 36–46. <https://doi.org/10.35508/fisa.v9i1.15377>.
- Mone, C.M., 2023. Penggunaan Asam Oleat sebagai Alternatif Plasticizer Alami dalam Pembuatan dan Karakterisasi Polymer Inclusion Membrane (PIM). *Skripsi*. Universitas Nusa Cendana, Nusa Tenggara Timur.
- Mumthaj, A., and Umadevi, M., 2024. A Selective and Sensitive Probes of Chalcone Derivative as a Fluorescent Chemosensor for the Detection of Cr³⁺ Ion. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 308, 123741. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2023.123741>.
- Nitti, F., Selan, O.T.E., Hoque, B., Tambaru, D., and Djunaidi, M.C., 2021. Improving the Performance of Polymer Inclusion Membranes in Separation Process Using Alternative Base Polymers: A Review. *Indonesian Journal of Chemistry*, 22, pp. 284–302. <https://doi.org/10.22146/ijc.68311>.
- Rioux, B., Pouget, C., Ndong-Ntoutoume, G.M.A., Granet, R., Gamond, A., Laurent, A., Pinon, A., Champavier, Y., Liagre, B., Fagnère, C., and Sol, V., 2019. Enhancement of Hydrosolubility and In Vitro Antiproliferative Properties of Chalcones Following Encapsulation into β -Cyclodextrin/cellulose-nanocrystal Complexes. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 29, pp. 1895–1898. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2019.05.056>.
- Sellami, F., Marais, S., Kebiche-Senhadji, O., Kobzar, Y., and Fatyeyeva, K., 2024. Poly(vinyl chloride)-based Advanced Polymer Inclusion Membranes with Aliquat 336 and Inorganic Filler for Efficient Cr(VI) Removal. *Chemical Engineering Journal*, 493, 152056. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.152056>.
- Shamsipur, M., Mohammadi, M., Arca, M., Garau, A., Lippolis, V., and Barati, A., 2023. A Selective Fluorescent Optode for Lead(II) Based on the Dansylamidopropyl Pendant Arm Derivative of 1,4-Dioxo-7,13-dithia-10-azacyclopentadecane ([15]aneNS₂O₂). *Chemosensors*, 11, 571. <https://doi.org/10.3390/chemosensors11120571>.

- Singh, G., Devi, S., Singh, A., Satija, P., Tamana, Heena, Diskit, T., Dalal, A., and Mohan, B., 2025. A Click-generated Chalcone Allied Triazole Sensor for Co(II) with INHIBIT Logic Gate Construction and Its Antioxidant Properties. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 328, 125450. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2024.125450>.
- Singh, R., Singh, G., George, N., Singh, Gurjaspreet, Dalal, A., Singh, H., Kaur, G., and Singh, J., 2025. Chalcone-ensembled 1,2,3-Triazole via Click Chemistry: Selective ‘Turn-On’ Detection of Cu(II) Ions via Photoinduced Electron Transfer in Real Water Samples and Computational Analysis. *Journal of Molecular Structure*, 1325, 140921. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140921>.
- Singh, R., Singh, Gurleen, George, N., Singh, Gurjaspreet, Malik, P., Singh, H., Kaur, G., and Singh, J., 2024. Unveiling the Ion Sensing Capabilities of ‘Click’ Derived Chalcone-Tailored 1,2,3-Triazolic Isomers for Pb(II) and Cu(II) Ions: DFT Analysis. *RSC Advances*, 14, 15374–15390. <https://doi.org/10.1039/D4RA01471E>.
- Suwunwong, T., 2010. Syntheses and Fluorescent Properties of Chalcone Derivatives and Heteroaryl Chalcones. *Inorganic Chemistry Thesis*. Prince of Songkla University, Thailand.
- Wijayanti, L.W., Swasono, R.T., Lee, W., and Jumina, J., 2021. Synthesis and Evaluation of Chalcone Derivatives as Novel Sunscreen Agent. *Molecules*, 26, 2698. <https://doi.org/10.3390/molecules26092698>.
- Witt, K., and Radzyńska-Lenarcik, E., 2019. Characterization of PVC-based Polymer Inclusion Membranes with Phosphonium Ionic Liquids. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 138, pp. 4437–4443. <https://doi.org/10.1007/s10973-019-08912-3>.
- Yaacob, S.F.F.S., Olasupo, A., and Suah, F.B.M., 2024. Polymer Inclusion Membranes Based Optode: Recent Advances and Perspectives. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 171, 117497. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2023.117498>.
- Zhao, S., Samadi, A., Wang, Z., Pringle, J.M., Zhang, Y., and Kolev, S.D., 2024. Ionic Liquid-based Polymer Inclusion Membranes for Metal Ions Extraction and Recovery: Fundamentals, Considerations, and Prospects. *Chemical Engineering Journal*, 481, 148792. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.148792>.