

EFEKTIVITAS KOMBINASI METODE UJI KELARUTAN DALAM ALKOHOL, MINYAK DAN FILTER PAPER: ANALISIS SENYAWA KOVALEN POLAR DAN NONPOLAR PADA BUAH LOKAL

Eka Ananda Syafira¹, Iis Siti Jahro², Fadhilla Dwiyananda³, Ade Rani Nikita⁴, Rafida Khairani⁵, Putri Rizkia⁶, Fahrezi Hasyim Said⁷

Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Medan^{1,2,3,4,5,6,7}

e-mail: ekaandasyafira@gmail.com

ABSTRAK

Senyawa kovalen pada buah lokal memiliki sifat kelarutan yang berbeda bergantung pada kepolaran molekulnya, di mana senyawa polar cenderung larut dalam pelarut polar dan senyawa nonpolar lebih mudah larut dalam pelarut nonpolar. Prinsip dasar ini penting dipahami karena buah mengandung beragam metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, saponin, terpenoid, serta senyawa fenolik yang distribusinya ditentukan oleh kepolaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kombinasi metode uji kelarutan dengan alkohol 70%, alkohol 96%, minyak goreng, dan filter paper sebagai cara sederhana untuk membedakan senyawa polar dan nonpolar pada buah lokal. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan sepuluh sampel buah, yaitu belimbing wuluh, salak, pepaya, nanas, jambu biji, mengkudu, kulit jeruk purut, kulit pisang raja, kulit manggis, dan kulit duku. Hasil uji menunjukkan bahwa buah belimbing wuluh, salak, pepaya, nanas, jambu biji, dan mengkudu larut baik dalam alkohol 70% yang bersifat lebih polar, menandakan dominasi senyawa polar. Sebaliknya, kulit jeruk purut, kulit duku, kulit manggis, dan sebagian kulit pisang raja memperlihatkan kelarutan lebih baik dalam minyak atau meninggalkan residu pada filter paper, yang menunjukkan adanya senyawa nonpolar atau semi-polar. Penelitian menegaskan bahwa metode kombinasi sederhana tersebut efektif memberikan gambaran awal mengenai polaritas senyawa dalam buah lokal, serta berpotensi digunakan sebagai pendekatan praktis dalam pembelajaran maupun analisis kimia dasar.

Kata Kunci: *senyawa kovalen, polar, non-polar, sifat kelarutan, buah lokal*

ABSTRACT

Covalent compounds in local fruits exhibit different solubility properties depending on their molecular polarity, with polar compounds generally dissolving in polar solvents and nonpolar compounds being more soluble in nonpolar solvents. This principle is essential since fruits contain various secondary metabolites such as flavonoids, tannins, saponins, terpenoids, and phenolic compounds whose distribution is influenced by polarity. This study aimed to evaluate the effectiveness of combining solubility tests using 70% ethanol, 96% ethanol, cooking oil, and filter paper as a practical approach to differentiate polar and nonpolar compounds in local fruits. The experiment involved ten fruit samples: star fruit, salak, papaya, pineapple, guava, noni, kaffir lime peel, plantain peel, mangosteen peel, and duku peel. The results showed that star fruit, salak, papaya, pineapple, guava, and noni were highly soluble in 70% ethanol, indicating the predominance of polar compounds. In contrast, kaffir lime peel, duku peel, mangosteen peel, and parts of plantain peel demonstrated greater solubility in oil or left residues on filter paper, suggesting the presence of nonpolar or semi-polar compounds. These findings confirm that the proposed combination method is effective for providing an initial overview of compound polarity in local fruits and has potential application as a practical tool in basic chemistry education and preliminary phytochemical analysis.

Keywords: *covalent, polar, non-polar compounds, solubility properties, local fruit*

PENDAHULUAN

Ikatan kovalen didefinisikan sebagai ikatan kimia fundamental yang terjadi ketika dua atom berbagi pasangan elektron valensinya untuk mencapai konfigurasi elektron yang stabil, menyerupai gas mulia. Ikatan ini secara khas terbentuk antara dua atom non-logam (Widiastuti, 2019). Berdasarkan distribusi atau sebaran elektron yang digunakan bersama, ikatan kovalen ini dapat diklasifikasikan secara jelas menjadi dua kategori utama, yaitu senyawa kovalen polar dan non-polar. Perbedaan mendasar ini tidak hanya bersifat teoretis, tetapi juga sangat menentukan sifat fisik dan kimia suatu molekul, termasuk kelarutannya, titik didihnya, dan reaktivitasnya. Pemahaman mengenai dualisme polaritas ini menjadi landasan penting dalam kimia, karena ia menjelaskan mengapa zat-zat tertentu dapat bercampur sementara yang lain tidak, serta bagaimana interaksi antarmolekul terjadi di alam. Klasifikasi ini bergantung pada konsep elektronegativitas, yaitu kemampuan relatif sebuah atom untuk menarik elektron dalam suatu ikatan kimia (Lang, 2024; Putri & Yerimadesi, 2025).

Senyawa polar terbentuk sebagai akibat langsung dari adanya perbedaan elektronegativitas yang signifikan antar atom yang berikatan. Dalam molekul polar, pasangan elektron yang dipakai bersama tidak terbagi secara merata atau simetris. Kondisi ini membuat molekul polar memiliki distribusi muatan yang tidak seimbang, yang menghasilkan terbentuknya kutub-kutub muatan parsial. Sisi molekul yang ditempati oleh atom yang lebih elektronegatif akan mengakumulasi muatan parsial negatif (δ^-), sementara sisi dengan atom yang kurang elektronegatif akan menjadi bermuatan parsial positif (δ^+). Karena adanya kutub muatan permanen ini, yang dikenal sebagai *dipol*, senyawa polar mampu berinteraksi kuat dengan molekul air atau pelarut polar lainnya. Interaksi ini terjadi melalui gaya *dipol-dipol* maupun ikatan hidrogen (Chen, 2024; Chen et al., 2024). Konsekuensinya, senyawa polar cenderung mudah larut dalam air dan umumnya memiliki titik didih yang relatif tinggi. Contoh senyawa polar yang umum dijumpai meliputi air, asam klorida, alkohol, fosfor triklorida, dan dinitrogen pentaoksida.

Sebaliknya, senyawa nonpolar terbentuk ketika atom-atom penyusunnya memiliki nilai elektronegativitas yang sama atau hampir sama (perbedaannya sangat kecil). Dalam situasi ini, pasangan elektron yang digunakan bersama dibagi secara merata dan simetris di antara atom-atom yang berikatan. Distribusi elektron yang seimbang ini mengakibatkan molekul tersebut tidak memiliki kutub muatan positif atau negatif yang permanen; dengan kata lain, molekul tersebut tidak memiliki momen *dipol* yang signifikan. Akibat dari distribusi elektron yang seimbang ini, senyawa nonpolar tidak dapat berinteraksi secara kuat dengan molekul air yang sangat polar. Gaya tarik-menarik yang dominan antar molekul nonpolar adalah gaya dispersi London yang lemah. Konsekuensinya, senyawa-senyawa ini menunjukkan sifat *hidrofobik* (sukar larut dalam pelarut polar seperti air), tetapi sebaliknya, mereka sangat mudah larut dalam pelarut nonpolar lainnya. Senyawa nonpolar sering ditemukan dalam bentuk cairan yang *volatil* atau gas pada suhu kamar. Contoh umum dalam kehidupan sehari-hari meliputi minyak, bensin, solar, dan oli (Nazarullail & Bagus, 2021).

Perbedaan fundamental antara senyawa polar dan nonpolar melahirkan sebuah prinsip dasar dalam kimia kelarutan, yang dikenal sebagai “*like dissolves like*”. Prinsip ini menyatakan bahwa suatu zat (zat terlarut) akan lebih mudah larut dalam pelarut yang memiliki sifat kepolaran serupa (Alfauzi et al., 2022). Fenomena ini menjelaskan bahwa kesesuaian sifat kepolaran antara zat terlarut dan pelarut sangat menentukan tingkat kelarutan suatu senyawa. Mekanismenya dapat dijelaskan pada level molekuler. Senyawa polar dapat larut dalam pelarut polar karena adanya interaksi gaya tarik antarmolekul yang kuat dan menguntungkan, seperti ikatan hidrogen atau gaya *dipol-dipol*. Interaksi ini memungkinkan molekul-molekul pelarut untuk mengelilingi dan menstabilkan molekul-molekul zat terlarut, memisahkannya dari fase

padat atau cairnya. Sebaliknya, senyawa nonpolar dapat larut dalam pelarut nonpolar karena keduanya memiliki distribusi elektron yang merata dan interaksi antarmolekulnya didominasi oleh gaya dispersi London. Keberhasilan proses pelarutan sangat bergantung pada kesesuaian energetik dari interaksi ini.

Prinsip “*like dissolves like*” ini memiliki aplikasi yang sangat penting dalam bidang kimia bahan alam, terutama dalam proses ekstraksi dan isolasi senyawa bioaktif dari tumbuhan. Berbagai senyawa metabolit sekunder dalam tumbuhan memiliki polaritas yang berbeda-beda, sehingga pemilihan pelarut menjadi langkah krusial. Sebagai contoh, senyawa alkaloid dalam bentuk basanya (yang tidak bermuatan) cenderung bersifat nonpolar dan lebih mudah larut pada pelarut nonpolar seperti *n-heksana* atau kloroform. Senyawa saponin juga sering menunjukkan sifat nonpolar atau *amfifilik* karena memiliki gugus *hidrofobik* berupa aglikon (steroid atau triterpenoid). Demikian pula, senyawa-senyawa terpenoid umumnya bersifat larut dalam pelarut nonpolar karena strukturnya yang didominasi oleh rantai karbon. Ditemukan bahwa kandungan senyawa terpena dalam fraksi nonpolar biasanya jauh lebih tinggi dibandingkan pada fraksi semipolar, dan sebaliknya berlaku untuk senyawa-senyawa yang lebih bersifat polar seperti glikosida atau polifenol (Herman, 2021). Pemahaman ini mendasari teknik fraksinasi ekstrak tumbuhan.

Prinsip polaritas ini juga relevan dalam konteks kimia pangan, misalnya pada komposisi buah. Buah mengandung beragam senyawa kimia yang sangat kompleks, yang menentukan karakteristik sensorik dan nutrisinya. Komponen ini meliputi karbohidrat (gula), asam organik, senyawa fenolik, pigmen alami (seperti karotenoid atau antosianin), lemak atau lipid (terutama di biji atau alpukat), protein, vitamin (ada yang larut air, ada yang larut lemak), mineral, dan senyawa *volatil* (aroma). Senyawa-senyawa ini memiliki polaritas yang berbeda-beda dan berkontribusi pada rasa, warna, aroma, serta nilai gizi total buah. Senyawa yang bersifat sangat polar, seperti asam organik (asam sitrat, asam malat) dan senyawa fenolik (flavonoid), cenderung mudah larut dalam pelarut polar seperti air. Sebaliknya, senyawa nonpolar seperti lemak dan pigmen alami tertentu (misalnya, likopen atau karoten) lebih larut dalam pelarut nonpolar. Perbedaan kelarutan ini dapat dimanfaatkan dalam uji sederhana untuk mengidentifikasi sifat polar atau nonpolar senyawa dalam ekstrak buah, serta penting dalam industri pengolahan pangan (Hussain et al., 2023).

Kertas saring, atau *filter paper*, sering dimanfaatkan sebagai salah satu media sederhana dalam analisis kimia kualitatif untuk menilai sifat suatu senyawa atau larutan. Fungsi analitis ini dimungkinkan karena komposisi kimia dari kertas saring itu sendiri. Kertas ini pada dasarnya tersusun dari serat *selulosa* yang kuat, tahan lama, tidak larut dalam air, dapat terurai secara alami, ramah lingkungan, dan dapat diperbarui. Sifat kunci *selulosa* adalah keberadaan gugus hidroksil (-OH) yang melimpah di permukaannya. Gugus-gugus hidroksil ini memungkinkan terjadinya ikatan hidrogen yang kuat dengan molekul air, yang menjelaskan mengapa kertas saring dapat menyerap air (Susanti et al., 2024). Sifat polar dari *selulosa* inilah yang dimanfaatkan untuk analisis. Senyawa nonpolar cenderung sulit berinteraksi dengan permukaan polar kertas saring, sehingga penyebaran dan penyerapannya menjadi terbatas. Perbedaan perilaku interaksi ini dapat dimanfaatkan sebagai metode praktis untuk mendapatkan gambaran awal mengenai kepolaran suatu senyawa tanpa memerlukan peralatan laboratorium yang kompleks.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang sebagai studi eksperimental kualitatif yang berfokus pada analisis efektivitas kombinasi metode uji kelarutan sederhana. Tujuan utamanya adalah untuk menguji hipotesis prinsip kelarutan “*like dissolves like*” sebagai metode praktis untuk

Copyright (c) 2025 SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA

membedakan senyawa kovalen polar dan nonpolar. Penelitian ini menggunakan sepuluh sampel buah lokal sebagai bahan uji. Bahan-bahan tersebut meliputi enam sampel daging buah (belimbing wuluh, salak, pepaya, nanas, jambu biji, mengkudu) dan empat sampel kulit buah (kulit jeruk purut, kulit pisang raja, kulit manggis, kulit duku). Alat-alat yang digunakan dalam eksperimen ini bersifat sederhana, mencakup pipet tetes, gelas plastik sebagai wadah reaksi, dan *filter paper* (kertas saring) sebagai media uji serap. Bahan pelarut yang digunakan untuk menguji kelarutan terdiri dari alkohol 70% dan alkohol 96% sebagai pelarut polar/semi-polar, serta minyak goreng sebagai pelarut *non-polar*.

Prosedur penelitian dibagi menjadi dua bagian utama: ekstraksi sampel dan uji kelarutan. Pertama, sepuluh sampel buah dan kulit buah diproses untuk mendapatkan ekstraknya, masing-masing sebanyak 1 mL disiapkan untuk setiap pengujian. Kedua, dilakukan empat jenis percobaan uji kelarutan secara terpisah untuk setiap ekstrak. Percobaan pertama melibatkan penambahan 2 mL alkohol 70% ke dalam 1 mL ekstrak sampel. Percobaan kedua menggunakan 2 mL alkohol 96% yang dicampurkan dengan 1 mL ekstrak sampel. Percobaan ketiga menggunakan 2 mL minyak goreng yang ditambahkan ke dalam 1 mL ekstrak sampel. Pada ketiga percobaan ini, hasil kelarutan diamati dan dicatat secara kualitatif (larut sempurna, larut sebagian, atau tidak larut).

Percobaan keempat merupakan uji konfirmasi menggunakan *filter paper*. Uji ini dilakukan dengan mengambil larutan hasil dari tiga percobaan kelarutan sebelumnya (campuran ekstrak dengan alkohol 70%, alkohol 96%, dan minyak). Dua tetes dari masing-masing campuran tersebut ditetaskan secara terpisah ke atas permukaan *filter paper* (kertas saring). Peneliti kemudian mengamati pola penyerapan dan residu yang ditinggalkan pada kertas saring. Tingkat kemudahan ekstrak untuk meresap atau noda minyak yang tertinggal pada *filter paper* digunakan sebagai indikator tambahan untuk memperkuat analisis sifat kepolaran senyawa (polar, *semi-polar*, atau *non-polar*) yang dominan terkandung dalam setiap sampel buah lokal. Data dari keempat uji ini kemudian dikompilasi untuk menarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Hasil dan Pembahasan Uji Kelarutan Ekstrak Sampel Buah pada Alkohol 70 %



Gambar 1. Uji Kelarutan pada Alkohol 70 %

Tabel 1. Hasil Uji Kelarutan pada Alkohol 70%

No.	Sampel Buah	Sifat kelarutan	Klasifikasi Senyawa
1.	Belimbing wuluh	Larut	Dominan polar
2.	Salak	Larut	Dominan polar
3.	Pepaya	Larut	Dominan polar
4.	Kulit Jeruk Purut	Tidak larut	Dominan nonpolar
5.	Nanas	Larut	Dominan polar

6.	Jambu biji	Larut	Dominan polar
7.	Mengkudu	Larut	Dominan polar
8.	Kulit pisang raja	Sebagian	Semi-polar
9.	Kulit manggis	Sebagian	Semi-polar
10.	Kulit duku	Tidak larut	Dominan nonpolar

Berdasarkan tabel 1 Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mengandung metabolit sekunder sebagai penyusun utama seperti alkanoid, flavonoid, dan tannin. Ekstrak buah ini memiliki kadar sari larut dalam air sebesar 56% dan kadar sari larut dalam etanol sebesar 24%. Hal ini dapat menunjukkan bahwa belimbing wuluh memiliki kandungan senyawa polar cenderung lebih dominan dibandingkan dengan senyawa non-polar. Kondisi ini sejalan dengan sifat kimiawi flavonoid dan tannin yang cenderung larut dalam pelarut polar, serta alkanoid dalam bentuk garamnya yang mudah larut (Nur dkk., 2025). Salak (*Salaca sumatrana*) termasuk sebagai buah yang memiliki dominasi senyawa polar. Salak mengandung senyawa bioaktif penyusun utama yaitu flavonoid, saponin, dan fenolik. Sifat polar ini disebabkan oleh keberadaan gugus hidroksil pada flavonoid dan fenolik, serta struktur glikosida pada saponin, yang membuatnya mudah larut dalam air maupun etanol 70%. Salak mengandung total senyawa fenolik lebih banyak yaitu sebesar 70% dalam ekstrak etanol buah salak (Ritonga dkk., 2024.)

Pepaya (*Carica papaya* L.) kaya akan vitamin A, B, C dan E serta mineral seperti fosfor, magnesium dan zat besi, serta kalsium. Di antara kandungan tersebut, senyawa yang dominan adalah vitamin C dan senyawa fenolik yang bersifat polar (Sari dkk., 2019). Alkohol 70% merupakan campuran etanol dan air. Adanya air dalam jumlah cukup tinggi membuat senyawa polar seperti vitamin C dan fenolik dapat larut, bahkan sebagian melarutkan senyawa semi-polar. Kulit jeruk purut (*Citrus hystrix*) mengandung metabolit berupa flavonoid (naringenin dan hesperidin), alkanoid, tanin, dan senyawa fenolik. Sebagian besar kandungannya berupa minyak atsiri seperti limonene, sabinene, citronellal, dan linalool yang bersifat non-polar (Jessica dkk., 2022). Sehingga sukar larut dalam alkohol yang bersifat polar sehingga ekstrak kulit jeruk purut tidak larut sempurna dalam alkohol 70%.

Nanas (*Ananas comosus* L.) dalam ekstraknya terkandung senyawa utama yaitu asam sitrat 78%, asam malat, asam oksalat, dan vitamin C yang termasuk polar memiliki gugus karboksil sehingga mampu membentuk ikatan hidrogen dengan pelarut polar (Anggraini & Fitria, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa senyawa dalam nanas tergolong polar, sehingga mudah larut dalam air dan larut dalam alkohol, meskipun kelarutannya lebih rendah karena alkohol kurang polar dibandingkan dengan air. Jambu biji (*Psidium guajava* L.) mengandung alkanoid, flavonoid, tanin/fenolik, serta terpenoid/ steroid. Flavonoid, tanin dan alkanoid bersifat polar sehingga larut dalam bagian polar seperti dalam pelarut etanol dan air, sedangkan terpenoid dan steroid bersifat non-polar yang dapat larut dalam pelarut non-polar etanol (Harahap & Situmorang, 2021). Hal ini membuat ekstrak jambu biji dapat larut dengan baik dalam alkohol 70%.

Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) atau sering disebut buah pace mengandung zat atau senyawa fenol, flavonoid, saponin, dan juga alkanoid yang bersifat polar menyebabkan mudah larut pada pelarut polar seperti etanol (Husna dkk., 2022). Sehingga buah mengkudu dapat larut dalam alkohol 70% yang juga bersifat polar pada uji kelarutan yang dilakukan. Kulit pisang raja (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*) mengandung senyawa seperti flavonoid, tanin, polifenol, saponin yang bersifat polar serta terdapat juga terpenoid yang bersifat non-polar (Pusmarani dkk., 2022). Saat dilakukan uji kelarutan dalam alkohol 70% yang sifatnya polar, senyawa polar bisa larut dengan baik, sedangkan senyawa non-polar hanya sebagian kecil yang dapat ikut larut karena alkohol 70% lebih mudah melarutkan senyawa polar dibandingkan senyawa polar.

Kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) di dalamnya terdapat xanton, antosianin, dan polifenol serta sedikit senyawa yang bersifat non-polar. Saat diekstraksi dengan etanol 70%, sebagian besar senyawa polar dapat larut, sedangkan senyawa non-polar hanya sedikit larut. Ini disebabkan oleh perbedaan polaritas, struktur molekul, serta interaksi antar senyawa, dan ketebatasan kelarutan etanol (Yanti, 2021). Akibatnya ekstrak yang didapat tidak homogen. Kulit duku (*Lancium domesticum* corr) mengandung senyawa flovonoid, tanin, dan fenol yang bersifat polar, akan tetapi buah ini juga memiliki senyawa triterpenoid dan steroid yang bersifat non-polar. Kulit duku memiliki campuran zat atau senyawa golongan non-polar (Putri dkk., 2024). Ekstrak kulit duku tidak larut dalam alkohol 70% karena termasuk pelarut polar yang tidak dapat melarutkan senyawa non-polar yang terdapat pada kulit buag duku seperti triterpenoid dan steroid.

2. Hasil dan Pembahasan Uji Kelarutan Ekstrak Sampel Buah pada Alkohol 96 %



Gambar 2. Uji Kelarutan pada Alkohol 96 %

Tabel 2. Hasil Uji Kelarutan pada Alkohol 96 %

No.	Sampel Buah	Sifat Kelarutan	Klasifikasi Senyawa
1.	Belimbing wuluh	Larut	Dominan polar
2.	Salak	Larut	Dominan polar
3.	Pepaya	Sebagian larut	Semi-polar
4.	Kulit Jeruk Purut	Tidak larut	Dominan nonpolar
5.	Nanas	Larut	Dominan polar
6.	Jambu biji	Larut	Dominan polar
7.	Mengkudu	Larut	Dominan polar
8.	Kulit pisang raja	Tidak larut	Dominan nonpolar
9.	Kulit manggis	Sebagian larut	Semi-polar
10.	Kulit duku	Tidak larut	Dominan nonpolar

Berdasarkan tabel 2 kelarutan suatu senyawa sangat dipengaruhi oleh polaritas pelarut yang digunakan. Etanol 70% lebih bersifat polar karena mengandung lebih banyak air, sehingga lebih efektif melarutkan senyawa polar seperti flavonoid. Sebaliknya, etanol 96% lebih mendekati non-polar, sehingga daya larutnya terhadap senyawa polar menjadi lebih rendah. Dengan demikian tingkat polaritas pelarut yang menentukan seberapa optimal senyawa aktif dapat terekstraksi (Riwanti & Izazih 2020). Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mengandung alkanoid, flavonoid, dan tanin (Nur dkk., 2025). Ekstraksi dengan alkohol 96% lebih efektif melarutkan flavonoid dan sebagian alkanoid yang bersifat semi-polar, sedangkan tanin yang sangat polar tidak larut, sehingga ekstrak lebih kaya senyawa semi-polar saat dilarutkan.

Salak (*Salaca sumatrana*) mengandung senyawa utama yaitu flavonoid, saponin, dan fenolik yang bersifat polar (Ritonga dkk. (2024). Buah salak tidak sepenuhnya larut dalam alkohol 96%, hanya sebagian kecil kandungannya yang dapat terekstrak. Hal ini disebabkan oleh

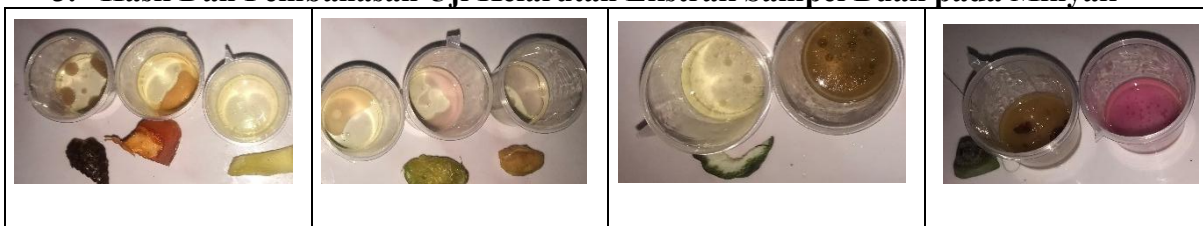
komponen dominan buah salak berupa senyawa yang bersifat polar, sedangkan pelarut alkoholnya sifatnya kurang polar. Pepaya (*Carica papaya* L.) mengandung banyak vitamin A, B, C, dan E serta mineral seperti fosfor, magnesium, zat besi, dan kalsium (Sari dkk., 2019). Buah pepaya tidak sepenuhnya larut dalam alkohol 96%. Hal ini disebabkan karena kandungan vitamin C dan senyawa fenolik yang bersifat polar, sementara alkohol 96% hanya mengandung sedikit air yang sifatnya mendekati non-polar. akibatnya senyawa polar tersebut tidak dapat terekstrak secara optimal. Kulit jeruk purut (*Citrus hystrix*) memiliki kandungan senyawa yang beragam antara lain flavonoid (naringenin, hesperidin), alkanoid, tanin, serta senyawa non-polar seperti limonene, citronellal, sabinene, dan linalool ((Jessica dkk., 2022). Senyawa non-polar yang dominan pada kulit jeruk purut sebagian larut dalam pelarut alkohol 96%. Hanya sebagian senyawa aktif polar yang tersisa saat dilakukan uji kelarutan.

Nanas (*Ananas comosus* L.) mengandung asam sitrat (78%), asam malat, asam oksalat, dan asam askorbat yang bersifat polar karena adanya gugus karboksil (Anggraini & Fitria, 2021). Pada ekstrak buah nanas yang diuji dengan alkohol 96%, kelarutan senyawa polar berkurang karena rendahnya kadar air, sehingga pelarut ini lebih banyak menarik senyawa semi-polar dan non-polar seperti flavonoid, fenolik, dan pigmen zat lainnya. Jambu biji (*Psidium guajava* L.) mengandung senyawa seperti alkanoid, flavonoid, tanin/fenolik, serta terpenoid/ steroid (Harahap & Situmorang, 2021). Alkohol 96% sifatnya universal mampu melarutkan senyawa polar (flavonoid, tanin, alkanoid) melalui ikatan hidrogen dan senyawa non-polar (terpenoid/steroid) melalui reaksi hidrofobik. Dalam kelarutan ekstrak jambu biji dengan pelarut etanol ini menghasilkan rendemen tinggi pada kandungan metabolit non-polar.

Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) mengandung senyawa fenol, flavonoid, saponin, dan alkanoid yang bersifat polar serta senyawa non-polar yaitu triterpenoid dan terpenoid (Husna dkk., 2022). Ketika dilarutkan menggunakan pelarut alkohol 96%, senyawa ini dapat larut sebagian kecil pada senyawa non-polar yang terkandung di dalamnya, namun tidak seoptimal alkohol 70% dalam melarutkan senyawa polar. Kulit pisang raja (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*) di dalamnya terdapat metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, polifenol, dan saponin yang bersifat polar, serta sedikit terpenoid yang bersifat non-polar (Pusmarani dkk., 2022). Saat dilakukan ekstraksi dengan alkohol 96% kulit pisang raja hampir tidak larut karena pelarutnya yang bersifat mendekati non-polar sehingga senyawa polar dominan tidak dapat larut secara efektif.

Kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang mengandung senyawa polar seperti xanton, antosianin, polifenol serta sedikit senyawa non-polar (Yanti, 2021). Dari hasil uji, kulit manggis hanya larut sebagian saat diekstraksi dengan alkohol 96%. Hal ini disebabkan oleh kombinasi dari polaritas dan interaksi molekulnya, serta keterbatasan kapasitas pelarut sehingga larutan yang diperoleh tidak larut sempurna. Kulit duku (*Lancium domesticum* corr) terdapat senyawa flavonoid, tanin, dan saponin yang bersifat polar, serta triterpenoid dan terpenoid yang bersifat non-polar (Putri dkk., 2024). Jika dilarutkan menggunakan alkohol 96% kelarutan senyawa polar menjadi kurang optimal karena kandungan air dalam pelarut sangat sedikit, sehingga sifatnya polarnya berkurang. Pelarut ini lebih efektif digunakan untuk menarik senyawa semi-polar maupun non-polar. oleh karena itu kulit duku cenderung lebih banyak mengandung senyawa non-polar seperti terpenoid, sementara senyawa polar tidak dapat larut secara maksimal.

3. Hasil Dan Pembahasan Uji Kelarutan Ekstrak Sampel Buah pada Minyak



Gambar 3. Uji Kelarutan pada Minyak

Tabel 3. Hasil Uji Kelarutan pada Minyak

No.	Sampel Buah	Sifat Kelarutan	Klasifikasi Senyawa
1.	Belimbing wuluh	Tidak larut	Dominan polar
2.	Salak	Tidak larut	Dominan polar
3.	Pepaya	Tidak larut	Dominan polar
4.	Jeruk Purut	Larut	Dominan nonpolar
5.	Nanas	Tidak larut	Dominan polar
6.	Jambu biji	Tidak larut	Dominan polar
7.	Mengkudu	Tidak larut	Dominan polar
8.	Kulit pisang raja	Sebagian larut	Semi-polar
9.	Kulit manggis	Sebagian larut	Semi-polar
10.	Kulit duku	Larut	Dominan nonpolar

Berdasarkan tabel 3 belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mengandung senyawa seperti alkanoid, flavonoid, dan tanin yang bersifat polar. Belimbing wuluh memiliki kandungan senyawa polar cenderung lebih dominan dibandingkan dengan senyawa non-polar (Nur dkk., 2025). Karena minyak sebagai pelarut non-polar, senyawa-senyawa utama ini tidak larut dalam minyak. Ketika belimbing wuluh dimasukkan ke dalam minyak, senyawa polar akan tetap berada pada fase polar, sedangkan senyawa non-polar maupun semi polar lainnya yang memungkinkan larut dalam minyak. Salak (*Salaca sumatrana*) mengandung kaya akan karbohidrat, protein, serat, serta zat-zat fitokimia seperti flavonoid, saponin, dan senyawa fenolik. Zat-zat tersebut bersifat polar yang menyebabkan ekstrak dapat salak dapat larut dalam pelarut polar. Sedangkan kadar lemak kasar di dalam daging buah salak tergolong rendah sekitar 1,44% sehingga hampir tidak ada komponen lipofilik yang dapat larut dalam minyak. Flavonoid, saponin, dan fenolik yang bersifat polar menyebabkan daging buah salak dapat larut dalam alkohol, namun tidak dapat larut dalam minyak (Ritonga dkk., 2024).

Pepaya (*Carica papaya* L.) kaya akan berbagai nutrisi utama seperti vitamin A, B, C dan E, serta mineral seperti fosfor, magnesium, zat besi, dan kalsium. Zat-zat yang berpengaruh terhadap kelarutan dalam minyak adalah senyawa lipofilik seperti beta-karaton (provitamin A) dan vitamin E (tokoferol) yang bersifat non-polar yang larut dalam minyak. Keberadaan beta-karoten dan vitamin E dalam daging buah pepaya relatif rendah (Sari dkk., 2019). Oleh karena itu, daging buah pepaya lebih mudah larut dalam alkohol dan kelarutan dalam minyaknya rendah relatif rendah. Kulit jeruk purut (*Citrus hystrix*) didalamnya terdapat senyawa flavonoid, saponin, tanin dan senyawa-senyawa polifenol lainnya yang dapat larut dalam pelarut polar seperti air. Minyak atsiri kulit jeruk purut memiliki sifat hidrofobik yang tersusun dari senyawa golongan terpenoid dan senyawa volatil lainnya. Secara fisik, golongan terpenoid larut dalam lemak atau pelarut non-polar. Kulit jeruk purut menghasilkan minyak atsiri yang larut dalam

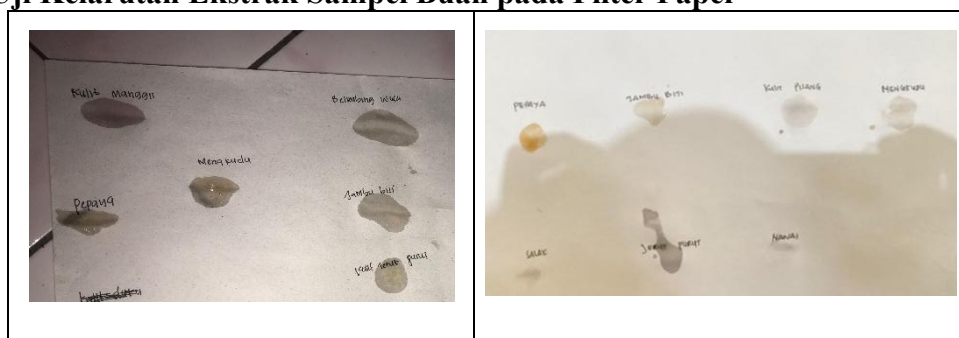
minyak karena komposisi dominannya yaitu terpenoid non-polar yang memiliki afinitas tinggi terhadap minyak dibandingkan air (Latifah dkk., 2023).

Nanas (*Ananas comosus* L.) didominasi oleh senyawa polar, terutama asam sitrat (78%), serta asam malat, asam oksalat, dan vitamin C. Semua senyawa asam ini memiliki struktur hidroksil (-COOH) yang sangat polar, sehingga mudah larut dalam air, tetapi tidak dapat bercampur dalam minyak yang bersifat non-polar. Sesuai dengan prinsip kelarutan yaitu senyawa non-polar akan larut dalam non-polar, begitupun sebaliknya (Anggraini & Fitria, 2021). Jambu biji (*Psidium guajava* L.) mengandung fenolat, tanin, flavonoid, monoterpen dan sesquiterpen, steroid dan triterpenoid, kuinon, serta tidak mengandung alkanoid dan saponin. Pada sari buah jambu biji terdapat tanin (senyawa fenol) yang larut dalam air tetapi tidak larut dalam minyak. Senyawa ini memiliki gugus hidroksil dan gugus polar lain yang berinteraksi kuat dengan air, sehingga sukar larut dalam minyak (Harahap & Situmorang, 2021).

Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) mengandung senyawa aktif seperti alkanoid, floanoid, fenol, saponin, dan antrakuinon, dengan floanoid sebagai komponen utama yang bersifat polar. Terdapat senyawa non-polar seperti terpenoid hanya sebagian kecil kandungannya (Husna dkk., 2022). Oleh karena itu, ketika dicampurkan dengan minyak yang bersifat non-polar, hanya senyawa-senyawa non-polar yang akan larut. Kulit pisang raja (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*) memiliki senyawa non-polar seperti terpenoid, triterpenoid, dan steroid meskipun sebagian besar komponennya justru bersifat polar. Ketika dicampurkan dengan minyak sebagai pelarut yang bersifat non-polar, ekstrak kulit pisang tidak sepenuhnya larut, melainkan hanya sebagian kecil yang mampu larut dalam minyak. Hal ini karena adanya fraksi non-polar yang larut, sedangkan senyawa polar yang mendominasi tidak dapat larut dalam minyak. Larutan yang terbentuk tidak homogen, tetapi menunjukkan adanya keterbatasan kelarutan ekstrak kulit pisang raja dalam minyak (Pusmarani dkk., 2022).

Kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) lebih banyak mengandung senyawa polar seperti xanton, meskipun tetap terdapat senyawa non-polar dalam jumlah kecil seperti triterpenoid dan steroid (Yanti, 2021). Pada saat dicampurkan dengan minyak, ekstrak kulit manggis hanya larut sebagian. Hal ini menunjukkan bahwa minyak yang bersifat nonpolar tidak dapat melarutkan keseluruhan komponen senyawa polar yang lebih mendominasi. Hanya sebagian kecil senyawa non-polar yang larut dalam minyak, melainkan hanya pada senyawa tertentu saja. Kulit duku (*Lansium domesticum* corr) lebih dominan mengandung senyawa polar seperti floanoid, tanin, dan saponin. Sedangkan senyawa non-polar juga ada dalam jumlah yang lebih sedikit (Putri dkk., 2024). Saat ekstrak kulit duku ditambahkan dengan minyak, hanya sebagian kecil senyawa non-polar yang dapat larut, sementara senyawa non-polar lebih banyak tidak dapat larut. Sehingga larutan yang dihasilkan tidak sepenuhnya homogen, sesuai dengan prinsip kelarutan “like dissolve like”.

4. Uji Kelarutan Ekstrak Sampel Buah pada Filter Paper



Gambar 4. Uji Kelarutan pada Filter Paper

Tabel 4. Hasil Uji Kelarutan pada Filter Paper

No.	Sampel Buah	Tingkat Penyerapan	Klasifikasi Senyawa
1.	Belimbing wuluh	Sangat Mudah	Dominan polar
2.	Salak	Mudah	Dominan polar
3.	Pepaya	Mudah	Dominan polar
4.	Jeruk Purut	Sulit	Dominan nonpolar
5.	Nanas	Sangat Mudah	Dominan polar
6.	Jambu biji	Mudah	Dominan polar
7.	Mengkudu	Mudah	Dominan polar
8.	Kulit pisang raja	Sangat Sulit	Dominan nonpolar
9.	Kulit manggis	Sangat Sulit	Semi-polar
10.	Kulit duku	Sangat Sulit	Dominan nonpolar

Berdasarkan tabel 4 Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) pada saat diuji dengan tidak dapat menempel pada kertas saring karena didominasi oleh senyawa polar seperti flavonoid, alkanoid, dan tanin serta kadar air yang tinggi. Senyawa polar mudah larut dalam air, sehingga saat ekstrak belimbing diteteskan pada kertas saring, ekstrak akan langsung meresap melalui pori-pori kertas yang bersifat menyerap air dengan baik tanpa meninggalkan sisa ekstrak non-polar. Salak (*Salaca sumatrana*) tidak meninggalkan sisa ekstrak pada kertas saring. Kandungan utama daging buah salak berupa flavonoid, saponin, dan fenolik yang bersifat polar, ekstrak salak lebih mudah larut dalam air atau alkohol, tetapi tidak memiliki komponen yang dapat menempel pada serat selulosa pada kertas saring. Kertas saring bersifat polar, sehingga ekstrak hanya melewati pori-pori kertas saring tanpa meninggalkan sisa ekstrak.

Pepaya (*Carica papaya* L.) tidak meresap pada kertas saring. Hal ini disebabkan oleh kandungan dominan daging buah pepaya berupa senyawa polar seperti vitamin C, senyawa fenolik, dan gula sederhana yang larut dalam alkohol atau air tetapi tidak bersifat lipofilik. Sementara itu, kertas saring tersusun dari serat selulosa yang bersifat polar, sehingga ekstrak menyerap atau meresap ke dalam kertas tanpa meninggalkan sisa ekstrak. Kulit jeruk purut (*Citrus hystrix*) meresap pada kertas saring karena mengandung minyak atsiri non-polar yang keluar saat diuji. Minyak ini menempel pada serat kertas sehingga terlihat noda, ini menunjukkan bahwa kulit jeruk purut bersifat non-polar serta adanya transparansi pada kertas saat dilakukan uji ekstrak pada kertas saring.

Nanas (*Ananas comosus* L.) tidak melekat di kertas saring karena di dalamnya terdapat banyak asam-asam organik seperti asam sitrat, asam malat, asam oksalat, dan asam askorbat. Asam-asam ini bersifat polar, sehingga larut dalam air dan mudah menyerap melalui pori-pori kertas saring yang juga memiliki sifat menyerap air. karena itu, ekstrak nanas tidak membentuk lapisan atau endapan pada kertas saring atau filter paper. Jambu biji (*Psidium guajava* L.) tidak menempel pada kertas saring karena kandungan utamanya berupa senyawa polar seperti vitamin C, flavonoid, tanin, dan air. Senyawa-senyawa ini mudah larut dalam pelarut polar (air atau etanol), sehingga tidak meninggalkan sisa ekstrak jambu biji pada kertas saring atau filter paper.

Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) pada ekstrak yang diuji tidak menempel pada kertas saring saat diuji menggunakan kertas saring karena buah ini memiliki senyawa polar seperti fenol, flavonoid, aponin, dan alkanoid. Senyawa tersebut bersifat polar maka saat diuji dengan diteteskan pada kertas saring, ekstrak mengkudu dapat menyerap di kertas saring. Kulit pisang raja (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*) pada uji dengan kertas saring, ekstrak kulit pisang raja tidak menempel pada permukaan kertas. Hal ini disebabkan karena senyawa-senyawa yang

terekstraksi bersifat larut dalam pelarut sehingga tidak memiliki ikatan yang cukup kuat dengan serat selulosa pada kertas saring. Akibatnya partikel dapat melewati pori-pori penyaring tanpa tertahan, berbeda dengan senyawa padat atau yang tidak larut yang umumnya tertinggal di atas kertas saring.

Kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) saat diuji dengan kertas saring, tidak semua komponen ekstrak kulit manggis dapat masuk ke dalam filtrat karena sebagian justru menempel pada kertas. Ini berkaitan dengan keberadaan senyawa fenolik dan tanin yang memiliki kecenderungan berinteraksi dengan serat selulosa pada kertas saring. Interaksi tersebut dapat berlangsung melalui ikatan hidrogen maupun interaksi hidrofobik, sehingga sebagian komponen bioaktif tertahan pada kertas dan tidak ikut terlarut dalam filtrat. Kulit duku (*Lancium domesticum* corr) dapat menempel pada saat di uji menggunakan kertas saring dikarenakan ekstrak kulit duku mengandung senyawa non-polar seperti terpenoid dan terpenoid. Senyawa ini tidak larut dalam etanol sehingga dapat meninggalkan sisa ekstrak pada kertas saring saat diuji dengan kertas saring.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa *metabolit sekunder* dalam buah lokal memiliki variasi kepolaran yang sangat khas, yang berhasil dipetakan secara efektif melalui uji kelarutan sederhana. Dengan menguji pelarut *polar* (etanol 70% dan 96%) dan *nonpolar* (minyak), penelitian ini secara praktis menegaskan prinsip kimia dasar *like dissolves like*. Ditemukan bahwa buah-buahan seperti belimbing wuluh, salak, pepaya, nanas, jambu biji, dan mengkudu bersifat *dominan polar*, mengindikasikan kemungkinan tingginya kandungan senyawa *fenolik* seperti *flavonoid* dan *tanin*. Sebaliknya, sampel seperti kulit jeruk purut, kulit duku, dan sebagian kulit pisang raja teridentifikasi bersifat *dominan nonpolar*, menunjukkan potensi adanya senyawa *lipofilik* seperti *terpenoid* atau minyak atsiri. Sementara itu, kulit manggis dan sebagian kulit pisang raja menunjukkan sifat *semi-polar* atau campuran, menandakan adanya kombinasi senyawa *xanton* dan *lipid* di dalamnya.

Pemetaan *polaritas* ini memiliki *implikasi* praktis yang sangat penting dalam bidang farmakognosi dan teknologi pangan, karena efektivitas *ekstraksi* senyawa aktif sangat bergantung pada kesesuaian pelarut. Hasil ini mengonfirmasi bahwa tidak ada pelarut universal yang efektif untuk semua buah. Oleh karena itu, penelitian di masa depan disarankan untuk melanjutkan studi ini dari tahap *kualitatif* ke *karakterisasi* yang lebih *kuantitatif*. Perlu dilakukan analisis *fitokimia* lanjutan menggunakan metode seperti *kromatografi* (misalnya KLT atau HPLC) untuk mengidentifikasi secara spesifik senyawa apa saja yang terkandung dalam fraksi *polar* dan *nonpolar* dari setiap buah. Selain itu, pengujian aktivitas *biologis*—seperti uji *antioksidan* atau *antibakteri*—dari masing-masing *ekstrak* sangat diperlukan untuk memvalidasi potensi *farmakologis* dari senyawa-senyawa yang telah berhasil dipisahkan berdasarkan sifat *polaritas* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfauzi, L. H., Suhendra, D., Rahayu, T. P., & Hidayah, N. (2022). Ekstraksi senyawa bioaktif kulit jengkol (*Archidendron jiringa*) dengan konsentrasi pelarut metanol berbeda sebagai pakan tambahan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 20(3), 95–103. <https://doi.org/10.29244/jintp.20.3>
- Anggraini, D. I., & Fitria, D. (2021). Uji potensi sari buah nanas (*Ananas comosus* L.) terhadap penurunan kadar logam tembaga (Cu) dengan metode spektrofotometri serapan atom (SSA). *Jurnal Farmasi Sains Dan Praktis (JFSP)*, 7(1), 7–14. <http://journal.ummgl.ac.id/index.php/pharmacy>

- Chen, Y. (2024). Finite size effects, machine learning DFT functionals and intermolecular interaction energies from self-consistent GW. *Deep Blue (University of Michigan)*. <https://doi.org/10.7302/24116>
- Chen, Y., Liu, Y., Li, L., Sakthive, T., Guo, Z., & Dai, Z. (2024). Asymmetric bond delta-polarization at the interfacial Se—Ru—O bridge for efficient pH-robust water electrolysis. *Advanced Functional Materials*, 34(46). <https://doi.org/10.1002/adfm.202406587>
- Fajriyah, N., & Wahyudi, A. B. E. (2025). Studi literatur: Penerapan model game based learning (GBL) untuk meningkatkan hasil belajar matematika siswa sekolah dasar. *Social, Humanities, And Educational Studies (SHES): Conference Series*, 8(3), 5–24.
- Febrianti, K. V., Bakri, F., & Nasbey, H. (2017). Pengembangan modul digital fisika berbasis discovery learning pada pokok bahasan kinematika gerak lurus. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*, 2(2), 18. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v2i2.8273>
- Gawise, G. A. L. N., Vira, J. M., & Azizah, F. N. (2022). Peranan media pembelajaran dalam penguatan pembelajaran pendidikan kewarganegaraan di sekolah dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 3575–3581. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2669>
- Harahap, S. N., & Situmorang, N. (2021). Skrining fitokimia dari senyawa metabolit sekunder buah jambu biji merah (*Psidium guajava* L.). *EduMatSains Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, 5(2), 153–164. <http://ejournal.uki.ac.id/index.php/edumatsains>
- Herman, M. (2021). Integrasi dan interkoneksi ayat-ayat al-quran dan hadist dengan ikatan kimia. *Jurnal Education And Development*, 9(2), 317–327.
- Husna, A., Geofani, C., Safira, A. G., & Septianingrum, N. M. A. N. (2022). Literatur review sediaan sabun nano liquid ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) untuk buah dan sayur. *Borobudur Pharmacy Review*, 2(1), 24–30. <https://doi.org/10.31603/bphr.v2i1.5247>
- Hussain, T., Kalhor, D. H., & Yin, Y. (2023). Identification of nutritional composition and antioxidant activities of fruit peels as a potential source of nutraceuticals. *Frontiers In Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1065698>
- Jessica, M. A., Darsono, F. L., & Soegianto, L. (n.d.). Study efektivitas ekstrak kental kulit buah jeruk purut terstandar (*Citrus hystrix*) sebagai antioksidan dan antijerawat. *Pharmaceutical Journal Of Indonesia*, 8(1), 59–69. <http://pji.ub.ac.id>
- Lang, P. F. (2024). Quantitative applications of the electronegativity scale. *Monatshefte Für Chemie - Chemical Monthly*, 155(5), 507. <https://doi.org/10.1007/s00706-024-03191-7>
- Latifah, F., Taufiq, H., & Fitriyana, N. M. (2023). Uji antioksidan dan karakterisasi minyak atsiri dari kulit jeruk purut (*Citrus hystrix* D. C). *JPSCR: Journal Of Pharmaceutical Science And Clinical Research*, 8(1), 46. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v8i1.67396>
- Lesmi Ekawati Sera Putri, Soyata, A., & Marpaung, M. (2024). Aktivitas antioksidan dari fraksi-fraksi ekstrak kulit buah duku (*Lansium domesticum* Corr). *Media Farmasi*, 20(1), 43–53. <https://doi.org/10.32382/mf.v20i1.403>
- Nazarullail, F., & Rendy, D. B. (2021). Pengenalan permainan warna melalui konsep senyawa polar dan non polar. *Wisdom: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 2(1), 18–32.
- Nur, A., Saraswati, A., Rahmadani, A. P., Arga, J., Ramaniya, C., Awallia, L., & Tristananda, S. (2025). Standarisasi spesifik, non spesifik, dan skrining fitokimia ekstrak etanol buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Farmasi IKIFA*, 4(1), 11–12.

- Pusmarani, J., Ulfa, U., Dewi, C., & Nasir, N. H. (2022). Aktivitas antioksidan fraksi air, etil asetat dan n-heksan kulit pisang raja (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*). *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 8(2), 275–283. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v8i2.252>
- Putri, Y. S., & Yermadesi, Y. (2025). Analisis hasil belajar peserta didik pada materi ikatan kimia Fase F SMA/MA. *Science Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 1417. <https://doi.org/10.51878/science.v5i3.6830>
- Ritonga, A., Safithri, M., Indariani, S., & Alfira Dwicesaria, M. (2024). Kandungan nutrisi dan daya inhibisi α -glukosidase ekstrak daging buah salak padang sidempuan (*Salacca sumatrana*) (nutritional content and α -glucosidase inhibitory activity of sidempuan snake fruit (*Salacca sumatrana*) pulp extract). *Current Biochemistry*, 11(1), 1–13.
- Riwanti, P., & Izazih, F. (2020). Pengaruh perbedaan konsentrasi etanol pada kadar flavonoid total ekstrak etanol 50, 70 dan 96% *Sargassum polycystum* dari Madura. *J-PhAM Journal Of Pharmaceutical Care Anwar Medika*, 2(2), 89–93.
- Sari, S. A., Firdaus, M., Fadilla, N. A., & Irsanti, R. (2019). Studi pembuatan sabun cair dari daging buah pepaya (analisis pengaruh kadar kalium hidroksida terhadap kualitas sabun). *Talenta Conference Series: Science And Technology (ST)*, 2(1), 60–65. <https://doi.org/10.32734/st.v2i1.313>
- Sihombing, C. M., Jahro, I. S., Gurning, M. A., Aulianti, D., Situmorang, E. H. N., Simaremare, H. G. M., & Syafitri, A. (2025). Analisis komprehensif senyawa kovalen polar dan nonpolar pada tanaman obat keluarga: Identifikasi dan potensi penggunaannya. *Science: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(1), 157–168.
- Susanti, S., Bintoro, V. P., & Bimonov, S. A. (2024). Optimasi jenis kertas untuk strip test boraks dengan indikator crude antosianin dari ubi jalar ungu. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 9(3), 252–260. <https://doi.org/10.36722/sst.v9i3.2791>
- Widiastuti, N. L. G. K. (2019). Pendidikan sains terintegrasi keterkaitan konsep ikatan kimia dengan berbagai bidang ilmu. *Jurnal Kajian Pendidikan Widya Accarya FKIP Universitas Dwijendra*, 10(2), 1–16.
- Yanti, D. (2021). Perbandingan aktivitas antioksidan dan toksisitas antara daging buah, kulit bagian dalam dan kulit bagian luar buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Ayurveda Medistra*, 3(1), 27–34.