

Pembuatan Indikator Asam dan Basa Alami dari Kulit Manggis (*Garcinia mangostana*)

Dian Sri Asmorowati ✉, Ida Iryani Kristanti, dan Sri Susilogati Sumarti

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Diterima: 29-04-2024

Disetujui: 02-05-2024

Dipublikasikan: 27-05-2024

Keywords:

Indikator

Asam - basa

Kulit Manggis

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat indikator alami dari kulit manggis. Pembuatan indikator alami dari kulit manggis digunakan sebagai pengganti indikator sintetik. Kandungan antosianin pada kulit manggis dapat digunakan sebagai indikator alami. Penggunaan indikator alami dari kulit manggis lebih hemat biaya, mudah didapat, dan lebih ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode penelitian ini meliputi: (1) Pembuatan indikator kulit manggis; (2) uji verifikasi antosianin; (3) Titrasi HCl dan NaOH menggunakan indikator kulit manggis. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi pencemaran limbah yang dihasilkan oleh praktikum. Berdasarkan pemaparan di atas, peneliti ingin ikut serta mewujudkan UNNES menjadi universitas konservasi yaitu dengan menggunakan indikator asam basa alami dari kulit manggis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembuatan indikator dari kulit manggis dilakukan dengan cara membuat ekstrak kulit manggis, uji pembuktian antosianin menunjukkan hasil positif, ekstrak kulit manggis dapat digunakan sebagai indikator alami pada titrasi asam basa, karena kandungan antosianin dalam kulit manggis berwarna kuning pada suasana asam (*flavylium*). Sedangkan apabila ditambah basa warna kuning semakin pudar karena terbentuk *chalcone*. PH pada Titik Akhir Titrasi jika menggunakan indikator alami kulit manggis berada pada rentang pH 6,35 hingga 6,40. Persentase kesalahan titrasi menggunakan indikator kulit manggis ialah 2,00%; 0,00%; dan 2,00%. Sedangkan persentase kesalahan titrasi menggunakan indikator PP adalah 11,11%; 30,34%; dan 2,78%. Persentase kesalahan titrasi menggunakan kulit manggis lebih kecil, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan indikator kulit manggis lebih baik dibandingkan dengan menggunakan indikator PP.

Abstract

This study aims to make a natural indicator of mangosteen peel. Making natural indicators from mangosteen peel is used as a substitute for synthetic indicators. The anthocyanin content in mangosteen peel can be used as a natural indicator. The use of natural indicators from mangosteen peel is more cost effective, easy to obtain, and more environmentally friendly. This research is using experimental method. This research method includes: (1) Making indicators of mangosteen peel; (2) anthocyanin verification test; (3) Titration of HCl and NaOH using mangosteen peel indicator. This research is expected to reduce waste pollution generated by practicum. Based on the explanation above, researchers want to participate in realizing UNNES to become a conservation university, namely by using natural acid-base indicators from mangosteen peel. The results showed that making indicators from mangosteen peel was done by making mangosteen peel extract, the anthocyanin proof test showed positive results, mangosteen peel extract can be used as a natural indicator in acid-base titration, because the anthocyanin content in mangosteen peel has a yellow color in acidic conditions (*flavylium*). Whereas if you add a base the yellow color fades because *chalcone* is formed. The pH at the Titration End Point when using the natural indicator mangosteen peel is in the pH range of 6.35 to 6.40. The percentage of titration error using the mangosteen peel indicator is 2.00%; 0.00%; and 2.00%. Meanwhile, the percentage of titration error using the PP indicator is 11.11%; 30.34%; and 2.78%. The percentage of titration error using mangosteen peel is smaller, this shows that using the mangosteen peel indicator is better than using the PP indicator.

© 2024 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

Gedung D8 Lantai 1 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

E-mail: diansriasmorowati87@mail.unnes.ac.id

Pendahuluan

Kegiatan praktikum merupakan salah satu aspek penting dalam pembelajaran Kimia (Maknun *et al.*, 2012). Kegiatan praktikum kimia menggunakan bahan-bahan kimia sehingga seringkali menghasilkan limbah. Menurut Asmorowati dan Ambarwati (2017), Laboratorium Kimia merupakan salah satu penghasil limbah yang dapat mencemari lingkungan dan berbahaya bagi makhluk hidup. Limbah Laboratorium Kimia berasal dari kegiatan praktikum dan penelitian. Penelitian Sulman dan Irawan (2016) menyebutkan bahwa sisa pembuatan larutan, sisa praktikum, sisa cucian alat, dan bahan kadaluarsa merupakan limbah bahan kimia.

Kimia erat kaitannya dengan kehidupan manusia, dalam makanan, minuman, obat, bahan pembersih, produk industri, bahkan pada fenomena alam yang terjadi. Oleh karenanya mahasiswa dapat belajar kimia dengan cara memanfaatkan bahan alami yang terdapat di sekitarnya (Mitarlis *et al.*, 2018). Bahan alami yang digunakan untuk praktikum, biayanya lebih murah dan tidak mencemari lingkungan.

Suatu zat bersifat asam karena memiliki rasa masam, sedangkan suatu zat bersifat basa apabila memiliki rasa pahit (Indira, 2015). Istilah asam (acid) berasal dari bahasa Latin acetum yang artinya cuka. Istilah basa (alkali) berasal dari bahasa Arab yang memiliki arti abu (Wibowo & Ali, 2019). Pada praktikum materi asam basa, Menurut Whaton *et al.* (2014) sifat asam dan basa suatu zat dapat diketahui menggunakan sebuah indikator. indikator sintesis yang sering digunakan pada praktikum titrasi asam basa antara lain indikator fenolftalien, metil oranye, metil merah dan lain-lain.

Indikator ialah zat yang dapat dimanfaatkan untuk menunjukkan sifat suatu zat melalui perubahannya yang khas. Indikator alami merupakan indikator yang berasal dari bahan-bahan alami, diperoleh dari ekstrak bahan-bahan alami (Karo, 2017). Setiap bahan alam yang digunakan sebagai indikator alami memiliki trayek pH yang berbeda-beda (Safitri, 2019).

Kulit buah manggis dapat menghasilkan zat warna alami yang dapat digunakan sebagai pewarna makanan, antioksidan, antidiare dan antikanker. Namun pemanfaatan kulit buah manggis belum maksimal (Supiyanti *et al.*, 2010). Kulit manggis mengandung antosianin yang dapat digunakan sebagai pewarna alami (Ngatin & Mulyono, 2013). Menurut Rachmawati *et al.*, (2016), ekstrak kulit manggis pada suasana basa berwarna coklat, sedangkan dalam suasana asam berubah menjadi berwarna kuning. Ekstraksi terhadap kulit manggis dapat menghasilkan senyawa. Maserasi merupakan metode ekstraksi yang sering digunakan dalam memperoleh antosianin pada bahan alam (Yulfriansyah & Novitriani, 2016).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan kulit manggis sebagai indikator asam basa alami. Tujuan dilaksanakan penelitian ini ialah untuk mengetahui cara pembuatan ekstrak kulit manggis, uji kualitatif antosianin dalam kulit manggis, aplikasi indikator kulit manggis dalam titrasi asam basa.

Metode

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara pipet tetes, statif, corong, Erlenmeyer Pyrex, gelas kimia Pyrex, batang pengaduk, blender, kaca arloji, labu ukur Pyrex, neraca analitik DLAB, buret, klem, pipet ukur Pyrex, dan tabung reaksi. Kulit manggis merupakan bahan utama dalam penelitian ini. Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain: larutan buffer 1-13, HCl Merck, NaOH Merck, akuades, etanol 96% Merck, dan asam oksalat Merck.

Prosedur kerja penelitian ini diawali dengan persiapan alat dan bahan, pembuatan ekstrak kulit manggis, lalu pengujian antosianin, uji titrasi HCl dengan NaOH dengan indikator alami ekstrak kulit manggis. Sintesis ekstrak kulit manggis adalah sebagai berikut: (1) Timbang 100 gram kulit manggis, lalu diblender; (2) Rendam kulit manggis dengan etanol 96% sebanyak 400 mL, hingga seluruh kulit manggis terendam; (3) Lakukan maserasi selama 26 jam; (4) Pisahkan filtrat dan residu dengan cara menyaring menggunakan kertas saring; (5) Ekstrak kulit manggis disimpan ke dalam botol coklat (Hidayah, 2013)

Menurut Harborne dalam Supiyanti *et al.* (2010), prosedur kerja uji pembuktian antosianin yaitu dengan cara penambahan HCl 2 M sebanyak 1 mL pada tabung reaksi yang berisi 1 mL ekstrak kulit manggis, lalu dilakukan pemanasan di atas lampu spiritus. Uji antosianin positif yaitu apabila warna merah tidak dapat pudar. Selanjutnya ditambahkan NaOH 2 M sebanyak 1 mL ke dalam tabung reaksi. Apabila warna merah berubah menjadi hijau biru dan perlahan memudar maka uji antosianin positif.

Selanjutnya ekstrak kulit manggis digunakan sebagai indikator pada titrasi HCl dengan NaOH yang telah distandarisasi menggunakan asam oksalat. Langkah kerja titrasi asam basa dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Ke dalam erlenmeyer 250 mL dimasukkan HCl sebanyak 10 mL; (2) Masukkan 3 tetes indikator dari ekstrak kulit manggis ke dalam erlenmeyer dan titrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 M; (3) Catat volume NaOH yang digunakan untuk menetralkan HCl. Titrasi diulang sebanyak 3 kali (Yulfriansyah & Novitriani, 2016).

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini diharapkan dapat menciptakan produk berupa indikator alami asam dan basa dari kulit manggis sebagai pengganti indikator asam basa sintetis. Pembuatan indikator alami ini bertujuan untuk mengurangi limbah laboratorium kimia. Penelitian memiliki tujuan antara lain untuk mengetahui cara membuat indikator asam-basa alami dari kulit manggis, uji kualitatif antosianin, dan aplikasi indikator kulit manggis sebagai indikator pada titrasi asam-basa.

Sintesis ekstrak kulit manggis pada penelitian ini menggunakan metode maserasi. Maserasi ialah dilakukan dengan cara simplisia direndam dalam pelarut organik. Pemanasan tidak dilakukan dalam maserasi karena dapat merusak zat aktif yang terkandung di dalam simplisia (Safitri *et al.*, 2013). Pada penelitian ini, kulit manggis direndam dalam etanol 96% selama 26 jam. Menurut Ngatin dan Mulyono (2013), semakin lama perendaman, kontak antara pelarut dan zat warna semakin lama sehingga akan menghasilkan jumlah ekstrak yang semakin meningkat. Gambar 1 berikut ini adalah proses maserasi kulit manggis selama 1 jam dan 26 jam.



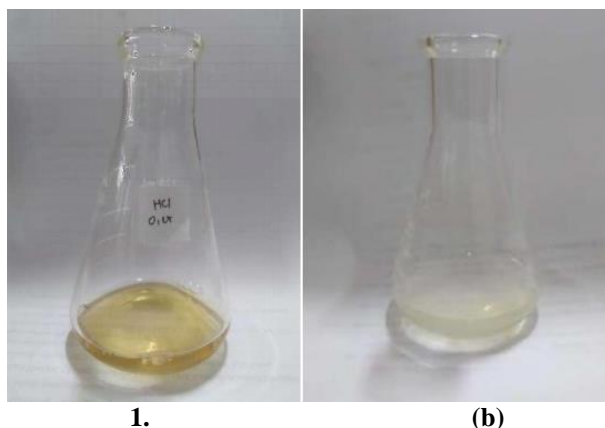
Gambar 1. Maserasi Kulit Manggis Selama 1 Jam (kiri) dan Selama 26 Jam (kanan).

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin lama maserasi maka hasil ekstrak berwarna semakin pekat. Pada maserasi 1 jam larutan berwarna kuning, sedangkan pada maserasi 26 jam larutan berwarna coklat. Menurut Suva (2014), tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai indikator asam basa ialah tanaman yang mempunyai pigmen antosianin. Menurut Hartono *et al.* (2012), antosianin memiliki struktur dengan cincin aromatik yang merupakan komponen polar, sehingga lebih mudah larut dalam air dibandingkan dalam pelarut non-polar. Namun antosianin memiliki stabilitas yang relatif rendah dibandingkan pewarna sintetis (Lestario *et al.*, 2011).

Hasil uji pembuktian antosianin pada ekstrak kulit manggis ketika ditambahkan HCl 2 M dan dilakukan pemanasan diatas lampu spiritus selama 5 menit menunjukkan warna coklat tidak pudar. Selanjutnya larutan ditambah beberapa tetes NaOH 2 M, terjadi perubahan warna coklat menjadi hijau kebiruan dan perlahan memudar. Berdasarkan hasil penelitian diatas maka dapat diketahui bahwa ekstrak kulit manggis mengandung antosianin. Menurut Shijie *et al.* (2022), Antosianin adalah pewarna alami yang berasal dari flavonoid. Penelitian Sari *et al.* (2023) menyebutkan bahwa kulit manggis mengandung zat antosianin yang tinggi, sangat sensitif terhadap perubahan pH.

Setelah pembuktian uji antosianin, maka indikator kulit manggis digunakan sebagai indikator dalam tirasi asam-basa yaitu antara HCl dan NaOH. Variasi konsentrasi larutan HCl yang digunakan adalah 1,00 M; 0,50 M; dan 0,25 M. Berdasarkan standarisasi NaOH menggunakan Asam Oksalat, dapat diketahui konsentrasi larutan NaOH yang digunakan sebagai titran pada titrasi Asam-Basa ialah sebesar 0,98 M. Larutan HCl 1 M, HCl 0,50 M, dan HCl 0,25 M, masing-masing ditambahkan tiga tetes indikator kulit manggis, berturut-turut pHnya adalah 1, 1, dan 2. Sehingga antosianin dalam konsisi asam yaitu berbentuk flavylum, dalam penelitian ini larutan berwarna kuning.

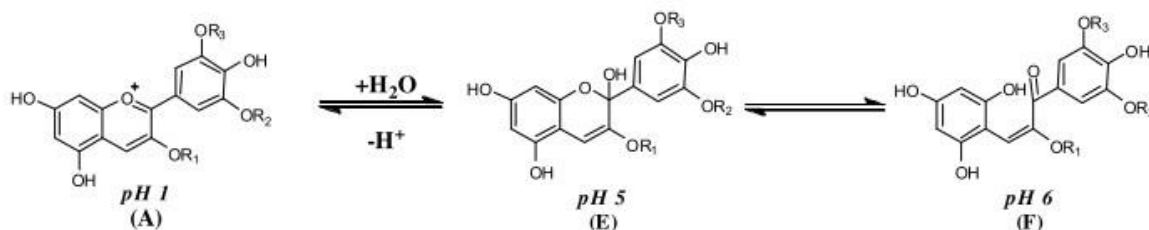
Selanjutnya dilakukan titrasi menggunakan NaOH 0,98 M, semakin mendekati titik akhir titrasi maka warna larutan semakin pudar, dan tidak berwarna. Pada pH 6 atau mendekati netral, maka antosianin berbentuk chalcone dimana warnanya pudar atau jernih. Gambar 2 menunjukkan warna larutan HCl yang telah ditetesi indikator kulit manggis yaitu sebelum dan sesudah titrasi.



Gambar 2. (a) Larutan HCl 0,25 M Sebanyak 10 mL Ditambah 3 Tetes Indikator Kulit Manggis, Larutan Berwarna Kuning; (b) Larutan HCl 0,25 M Sebanyak 10 mL Ditambah 3 Tetes Indikator Kulit Manggis Lalu Dititrasi dengan NaOH hingga Mencapai Titik Ekuivalen, Warna Larutan Semakin Memudar

Menurut Ovando *et al.* (2009) dan Rawdkuen *et al.* (2020), antosianin sangat tidak stabil dan sangat mudah mengalami degradasi. Stabilitas antosianin dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu penyimpanan, pH, cahaya, dan struktur kimia. Struktur kimia antosianin bergantung pada pH larutan. Semakin tinggi pH maka warna dari pigmen antosianin akan berubah menjadi senyawa chalcone yang tidak berwarna (Ariwidiani *et al.*, 2015; Farida & Nisa, 2015).

Pada pH 1, kation flavylium merupakan spesies yang dominan (Gambar 4A). Pada penelitian ini antosianin pada ekstrak kulit manggis, berwarna kuning pada suasana asam. Penelitian Hartono *et al.* (2012) menyebutkan bahwa apabila antosianin dalam suasana asam kemudian dititrasi menggunakan NaOH, menyebabkan tingkat keasaman melemah maka terbentuk carbinol pseudobase (4E) perlahan warna menjadi pudar, karena antosianin menjadi senyawa chalcone (Gambar 4F). Hal ini sejalan dengan penelitian Ngatin dan Mulyono (2013) yang menyebutkan bahwa antosianin dalam suasana asam berwarna kuning, dan suasana basa antosianin berubah menjadi coklat.



Gambar 4. (A) Flavylium; (E) Carbinol Pseudobase; (F) Chalcone (Ovando *et al.*, 2009)

Tabel 2 merupakan data titrasi HCl dengan NaOH menggunakan indikator kulit manggis. Pada table 2 dapat diketahui bahwa untuk menetralkan HCl 1 M dengan volume 10 mL, dibutuhkan volume rata-rata NaOH sebanyak 10 mL. Sedangkan untuk menetralkan 10 mL HCl 0,5 M dibutuhkan volume rata-rata NaOH 5,10 mL. Kemudian pada titrasi 10 mL HCl 0,25 M diperlukan volume rata-rata NaOH sebanyak 2,5 mL.

Tabel 2. Titrasi Asam Basa Menggunakan Indikator Ekstrak Kulit Manggis

HCl	Volume NaOH yang dibutuhkan pada saat titrasi			V _{Rata-rata NaOH} (mL)
	V _{NaOH (1)} (mL)	V _{NaOH (2)} (mL)	V _{NaOH (3)} (mL)	
10 mL HCl 1,00 M	10,00	10,00	10,00	10,00
10 mL HCl 0,50 M	5,10	5,10	5,10	5,10
10 mL HCl 0,25 M	2,55	2,50	2,45	2,50

Tabel 3 merupakan data titrasi HCl dengan NaOH menggunakan indikator penolfitalien adalah sebagai berikut. Tabel 3 menunjukkan bahwa untuk menetralkan HCl 1 M dengan volume 10,00 mL, dibutuhkan volume rata-rata NaOH sebanyak 9,07 mL. Sedangkan untuk menetralkan 10 mL HCl 0,5 M dibutuhkan volume rata-rata NaOH 6,65 mL. Kemudian pada titrasi 10 mL HCl 0,25 M diperlukan volume rata-rata NaOH sebanyak 2,48 mL.

Tabel 3. Titrasi Asam Basa Menggunakan Indikator Penolftalien

HCl	Volume NaOH yang dibutuhkan pada saat titrasi			V _{Rata-rata NaOH} (mL)
	V _{NaOH (1)} (mL)	V _{NaOH (2)} (mL)	V _{NaOH (3)} (mL)	
10 mL HCl 1,00 M	8,90	9,10	9,20	9,07
10 mL HCl 0,50 M	4,90	4,95	5,00	6,65
10 mL HCl 0,25 M	2,50	2,50	2,45	2,48

Selanjutnya pada Tabel 4 menunjukkan persentase kesalahan titrasi dengan menggunakan indikator kulit manggis maupun indikator penolftalien.

Tabel 4. Persentase Kesalahan Titrasi pada Titrasi Asam-Basa Indikator PP Indikator Kulit Manggis

HCl	Indikator PP			Indikator Kulit Manggis		
	V _{NaOH} (mL)	Selisih Titran (Praktik – Teoritis)	Pesentase Kesalahan Titrasi (%)	V _{NaOH} (mL)	Selisih Titran (Praktik – Teoritis)	Pesentase Kesalahan Titrasi (%)
10 mL HCl 1,00 M	9,07	-1,13	11,11	10,00	-0,20	2,00
10 mL HCl 0,50 M	6,65	+1,55	30,34	5,10	0,00	0,00
10 mL HCl 0,25 M	2,48	-0,07	2,78	2,50	-0,20	2,00

Tanda positif pada kesalahan titrasi menunjukkan adanya kelebihan volume titran pada saat titrasi. Sedangkan tanda negatif pada kesalahan titrasi menunjukkan volume titran lebih rendah dari volume teoritis pada saat titrasi (Meganingtyas & Alauhdin, 2021). Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa persentase kesalahan titrasi menggunakan indikator kulit manggis ialah 2,00%; 0,00%; dan 2,00%. Sedangkan persentase kesalahan titrasi menggunakan indikator PP adalah 11,11%; 30,34%; dan 2,78%. Persentase kesalahan titrasi menggunakan kulit manggis lebih kecil, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan indikator kulit manggis lebih baik dibandingkan dengan menggunakan indikator PP. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Kurniawati dan Alauhdin (2020) menyebutkan bahwa persentase kesalahan titrasi dengan menggunakan indikator ekstrak kulit manggis lebih baik jika dibandingkan dengan persentase kesalahan titrasi dengan menggunakan indikator PP.

Indikator ekstrak kulit manggis memiliki trayek pH pada rentang 5,83 hingga 10,47 (Kurniawati & Alauhdin, 2020). Sedangkan dalam penelitian ini diperoleh data perubahan pH sebelum dan sesudah dilakukan titrasi seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. pH Larutan Sebelum dan Sesudah Titrasi dengan Indikator Alami Kulit Manggis

HCl	Penambahan Indikator Kulit Manggis (tetes)	pH sebelum Titrasi	pH setelah mencapai Titik Akhir Titrasi
10 mL HCl 1,00 M	3	6,58	6,40
10 mL HCl 0,50 M	3	6,41	6,46
10 mL HCl 0,25 M	3	6,35	6,35

Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui bahwa pH pada Titik Akhir Titrasi jika menggunakan indikator alami kulit manggis berada pada rentang pH 6,35 hingga 6,40. Penelitian Rusiani dan Lazulva (2017) menyebutkan bahwa indikator alami lebih tepat digunakan pada titrasi asam kuat dan basa kuat. Namun antosianin pada kulit manggis sangat tidak stabil dan sensitif terhadap perubahan pH (Sari *et al.*, 2023). Hidayat *et al.* (2020) menyarankan pembuatan indikator dari bahan alami sebaiknya dalam keadaan segar agar menghasilkan antosianin yang baik dan melimpah.

Simpulan

Pembuatan indikator dari kulit manggis dilakukan dengan cara pembuatan ekstrak kulit manggis, uji pembuktian antosianin menunjukkan hasil positif. Pada suasana asam antosianin yang terkandung dalam indikator kulit manggis ialah flavylum yang berwarna kuning, sedangkan apabila ditambahkan basa, warna tersebut menjadi pudar karena antosianin menjadi chalcone. Persentase kesalahan titrasi dengan menggunakan indikator kulit manggis lebih baik, daripada menggunakan indikator penolftalien. Hal ini membuktikan bahwa indikator alami dari ekstrak kulit manggis dapat digunakan sebagai indikator pada titrasi asam basa. Tania *et al.* (2019) menyebutkan bahwa indikator ekstrak kulit manggis dapat digunakan sebagai alternatif indikator dalam titrasi di laboratorium.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Kepala LPPM UNNES yang telah memberikan dukungan sehingga kegiatan penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.
2. Dekan FMIPA UNNES yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini sehingga dapat berjalan lancar.
3. Kepala Laboratorium Kimia FMIPA UNNES yang telah membantu pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

Daftar Referensi

- Ariwidiani, N. N., Anulus, A., Metriani, P. D., & Diarti, M. W. (2015). Kerinlang (Inovasi Kertas Indikator Asam Basa dari Bunga Telang). *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 2(2).
- Asmorowati, D. S., & Ambarwati, R. (2017). Efektivitas Pengembangan Praktikum Kimia Fisik sebagai Upaya Mewujudkan Universitas Konservasi. *Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia V*, 1(April), 78–84.
- Farida, R., & Nisa, F. C. (2015). Ekstraksi Antosianin Limbah Kulit Manggis Metode Microwave Assisted Extraction (Lama Ekstraksi dan Rasio Bahan : Pelarut). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri, FTP Universitas Brawijaya Malang, Malang*, 3(2), 362–373.
- Hartono, M. A., Purwijantiningih, E., & Pranata, S. (2012). Pemanfaatan Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) sebagai Pewarna Alami Es Lilin. *Jurnal Biologi*, 1–15.
- Hidayah, T. (2013). Uji Stabilitas Pigmen dan Antioksidan Hasil Ekstraksi Zat Warna Alami Dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus undatus*). *Universitas Negeri Semarang*.
- Hidayat, I., Lesmini, B., & Anom, K. W. (2020). Penentuan Indikator Alami Untuk Titrasi Asam Basa. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia*, 7(1), 1–8.
- Indira, C. (2015). Pembuatan Indikator Asam Basa Karamunting. *Jurnal Kaunia*, 11(1), 1–2.
- Karo, M. B. (2017). Identifikasi Sifat Asam Basa Menggunakan Indikator Alami Bunga Karamunting (*Rhodomirtus tomentosa*). *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 8(2), 81–89.
- Kurniawati, A., & Alauhdin, M. (2020). Ekstraksi dan Analisis Zat Warna Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garciana mangostana L.*) serta Aplikasinya Sebagai Indikator Asam-Basa. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9(1), 56–62.
- Lestario, L. N., Rahayuni, E., & Timotius, K. H. (2011). Kandungan Antosianin Dan Identifikasi Antosianidin Dari Kulit Buah Jenitri (*Elaeocarpus Angustifolius Blume*). *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*, 31(2), 93–101. <https://doi.org/10.22146/agritech.9731>
- Maknun, D., Surtikanti, R. R. H. K., Munandar, A., & Subahar, T. S. (2012). Keterampilan Esensial dan Kompetensi Motorik Laboratorium Mahasiswa Calon Guru Biologi dalam Kegiatan Praktikum Ekologi. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(2), 141–148. <https://doi.org/10.15294/jpii.v1i2.2131>
- Meganingtyas, W., & Alauhdin, M. (2021). Ekstraksi Antosianin dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*) dan Pemanfaatannya sebagai Indikator Alami Titrasi Asam-Basa. *AgriTECH*, 41(3), 278. <https://doi.org/10.22146/agritech.52197>
- Mitarlis, Azizah, U., & Yonatha, B. (2018). Pemanfaatan Indikator Alam dalam Mewujudkan Kimia Berwawasan Green Chemistry. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 3(1), 1–7.
- Ngatin, A., & Mulyono, E. W. S. (2013). Ekstraksi Zat Warna dari Kulit Manggis dan Pemanfaatannya untuk Pewarna Logam Alumunium Hasil Anosidasi. *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 268–272.
- Ovando, A. C., Pacheco-Hernández, M. de L. P., Hernández, M. E. P., Rodríguez, J. A., & Vidal, C. A. G. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113(4), 859–871. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001>
- Rachmawati, Y. I., Kuswandi, B., & Kristiningrum, N. (2016). Pengembangan Time-Temperature Indicator Berbasis Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai Sensor Penurunan Kualitas Susu Sapi Akibat Kesalahan Suhu Penyimpanan. *Jurnal Pustaka Kesehatan Fakultas Farmasi Universitas Jember*, 4(3), 489–494.

- Rawdkuen, S., Faseha, A., Benjakul, S., & Kaewprachu, P. (2020). Application of anthocyanin as a color indicator in gelatin films. *Food Bioscience*, 36(April), 100603. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100603>
- Rusiani, A. F., & Lazulva, L. (2017). Pengembangan Penuntun Praktikum Titrasi Asam Basa Menggunakan Indikator Alami Berbasis Pendekatan Saintifik. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 2(2), 159–168. <https://doi.org/10.15575/jtk.v2i2.1879>
- Safitri. (2019). Pembuatan Kertas Indikator Alami Sebagai Alat Praktikum Penentuan Sifat Asam Dan Basa Suatu Larutan. Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Safitri, I., Bancong, H., & Husain, H. (2013). Pengaruh Pendekatan Multiple Intelligences Melalui Model Pembelajaran Langsung Terhadap Sikap dan Hasil Belajar Kimia Peserta Didik di SMA Negeri I Tellu Limpoe. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(2), 156–160.
- Sari, V. I., Susi, N., Putri, V. J., Rahmah, A., & Rizal, M. (2023). Smart Labels as Indicators of Tomato Freshness Using Mangosteen Peel Extract. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1177(1), 012049. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1177/1/012049>
- Shijie, Q., Xue, Z., Baiqi, C., Jianlin, C., Shuying, L., & Hongzhang, L. (2022). Functional Characterization of Chalcone Isomerase Gene HvCHI Revealing Its Role in Anthocyanin Accumulation in *Hosta ventricosa*. *Revista Brasileira de Botanica*, 45(2), 635–643. <https://doi.org/10.1007/s40415-022-00805-4>
- Sulman, L., & Irawan, J. (2016). Pengelolaan Limbah Kimia di Laboratorium Kimia PMIPA FKIP UNRAM. *Pijar MIPA*, XI(2), 135–141.
- Supiyanti, W., Wulansari, D., Kusmita, L., Tinggi, S., Farmasi, I., Pharmasi, Y., & Abstrak, S. (2010). Uji Aktivitas Antioksidan dan Penentuan Kandungan Antosianin Total Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L). *Majalah Obat Tradisional*, 15(2), 2010.
- Suva, M. A. (2014). *Opuntia Ficus Indica* (L.) Fruit Extract as Natural Indicator in Acid-Base Titration. *Journal of PharmaSciTech*, 3(2), 85–87.
- Tania, L., Diawati, C., setyarini, M., Kadaritna, N., & Saputra, A. (2019). Using Potentiometric Acid-Base Titration To Determine PKa From Mangosteen Pericarps Extract. *Periódico Tchê Química.*, 16, 768–773. <https://doi.org/10.52571/PTQ.v16.n32.2019.786>
- Whaton, M. H., Yuliyanto, E., & Retnoyuanni, M. (2014). Pemanfaatan Bunga Tapak Dara sebagai Alternatif Pembuatan Indikator pH Asam-Basa. <https://media.neliti.com/>
- Wibowo, R. S., & Ali, M. (2019). Alat Pengukur Warna Dari Tabel Indikator Universal Ph Yang Diperbesar Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Edukasi Elektro*, 3(2), 99–109. <https://doi.org/10.21831/jee.v3i2.28545>
- Yulfriansyah, A., & Novitriani, K. (2016). Pembuatan Indikator Bahan Alami dari Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus Polyrhizus*) Sebagai Indikator Alternatif Asam Basa Berdasarkan Variasi Waktu Perendaman. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 16(1), 153–160. ejournal.stikes-bth.ac.id