

Karakteristik Pigmen Kubis Merah (*Brassica oleracea L.*) sebagai Indikator pH Alami yang Ramah Lingkungan

Received Date:
26 Juni 2025
Accepted Date:
29 Juli 2025

Raymon Fernando Mesugama, Maria Aloisia Uron leba*, Erly Grizca Boelan, Aloisius Masan Kopon

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Katolik Widya Mandira

(*) Corresponding author: mariaaloisiauronleba@gmail.com

Abstrak. Indikator asam-basa atau dikenal juga sebagai indikator pH merupakan zat kimia yang dapat menunjukkan perubahan warna pada pH larutan yang bersifat asam maupun basa. Indikator asam-basa yang umumnya digunakan dalam analisis kimia merupakan indikator sintetis yang bersifat racun, mahal, dan tidak ramah lingkungan. Kubis merah (*Brassica oleracea L.*) merupakan salah satu jenis sayuran yang kaya akan antosianin, yaitu suatu pigmen pemberi warna tumbuhan. Pigmen ini peka terhadap perubahan pH sehingga berpotensi sebagai indikator pH alami yang ramah lingkungan, murah dan tidak beracun. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji karakter warna Ekstrak Kubis Merah (EKM) dalam larutan pH 1-14 dan membandingkannya dengan indikator standar laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh EKM berwarna merah pekat. EKM berwarna merah muda cerah pada pH 1-2, merah muda pucat pada pH 3-6, ungu pucat pada pH 7, biru pucat pada pH 8-10, biru kehijauan pada pH 11-12, hijau kekuningan pada pH 13 dan kuning pada pH 14. EKM juga menunjukkan perubahan warna yang jelas dalam mengidentifikasi beberapa sampel bahan rumah tangga. Dengan demikian EKM dapat dijadikan sebagai indikator pH alami yang efektif, murah dan ramah lingkungan, dan mendukung prinsip *green chemistry*.

Kata Kunci: Antosianin, *Brassica oleracea L.*, Indikator pH, Pigmen, Asam-Basa

Abstract. Acid-base indicators, also known as pH indicators, are chemical substances that exhibit distinct color changes in acidic or basic solutions. Commonly used indicators in chemical analysis are typically synthetic, toxic, expensive, and environmentally unfriendly. Red cabbage (*Brassica oleracea L.*) is a vegetable rich in anthocyanins, natural pigments responsible for plant coloration, which are sensitive to pH changes. This property makes them a potential source of eco-friendly, inexpensive, and non-toxic natural pH indicators. This study aimed to examine the color characteristics of Red Cabbage Extract (RCE) in solutions with pH values ranging from 1 to 14. The results showed that RCE had a deep red color in its concentrated form, bright pink at pH 1-2, pale pink at pH 3-6, pale purple at pH 7, pale blue at pH 8-10, bluish-green at pH 11-12, yellowish-green at pH 13, and yellow at pH 14. RCE also exhibited clear and distinguishable color changes when used to identify various household samples. These findings suggest that RCE is an effective, low-cost, and eco-friendly natural pH indicator that supports the principles of green chemistry.

Keywords: Anthocyanin, *Brassica oleracea L.*, pH indicator, pigment, acid-base

PENDAHULUAN

Indikator asam-basa merupakan senyawa yang dapat menunjukkan perubahan kimia melalui perubahan warna. Umumnya indikator merupakan senyawa asam atau basa organik lemah dengan massa molekul yang besar (Leba *et al.*, 2022). Dalam analisis kimia, indikator digunakan untuk mendeteksi titik akhir suatu reaksi titrasi (Kopon *et al.*, 2022; Leba *et al.*, 2025) atau mengidentifikasi tingkat keasaman (pH) (Leba, *et al.*, 2023). Senyawa ini akan mengalami perubahan warna apabila pH lingkungan mengalami perubahan. Di antara berbagai jenis indikator, indikator pH memiliki peran penting dalam berbagai bidang diantaranya kimia analitik, industri pangan, pertanian, serta bidang kesehatan dan lingkungan.

Indikator pH yang lazim digunakan umumnya berasal dari senyawa sintesis, seperti fenolftalein, metil jingga, dan bromtimol biru. Indikator sintesis ini efektif dan akurat, namun memiliki keterbatasan, terutama terkait aspek keamanan dan dampak lingkungan. Indikator-indikator ini bersifat toksik, tidak ramah lingkungan, mahal, serta memerlukan penanganan dan pembuangan khusus (Bahadori & NG. Maroufi, 2016; Vadivel & Chipkar, 2016). Terlepas dari keterbatasan indikator sintesis, asam-basa merupakan salah satu materi dalam pelajaran kimia yang wajib dipelajari pada jenjang sekolah menengah atas (SMA). Materi ini memungkinkan siswa memahami konsep asam-basa dan mengidentifikasi sifat larutan asam-basa menggunakan indikator asam-basa melalui eksperimen sederhana. Hal ini bertolak belakang dengan fakta di lapangan yakni tidak semua SMA memiliki akses yang memadai terhadap fasilitas laboratorium. Berdasarkan hasil wawancara pada tanggal 20 September 2024 dengan Guru kimia SMA Negeri Insana Tengah, Kabupaten Timor Tengah Utara (NTT) diketahui bahwa siswa-siswa tidak melakukan praktikum asam-basa karena keterbatasan bahan, khususnya indikator asam-basa. Keterbatasan ini menimbulkan kebutuhan mendesak akan alternatif bahan praktikum yang lebih ekonomis dan mudah diperoleh. Dengan demikian penting untuk mengeksplorasi indikator pH alternatif berbasis bahan alami yang lebih murah, aman, ramah lingkungan, dan mendukung prinsip *green chemistry* (Leba *et al.*, 2022; Leba, *et al.*, 2023).

Salah satu sumber indikator pH alami adalah dari pigmen tumbuhan. Pigmen tumbuhan mengandung antosianin, senyawa golongan flavonoid yang peka terhadap perubahan pH (Kapilraj *et al.*, 2019; Sharma *et al.*, 2013). Antosianin berperan memberi warna merah, biru, dan ungu pada tanaman (Leba, *et al.*, 2023). Antosianin mampu menunjukkan perubahan warna yang bervariasi berdasarkan tingkat keasaman. Senyawa ini berwarna merah pada suasana asam kuat, merah muda pada suasana asam lemah, ungu pada suasana netral, biru, hijau hingga kuning pada suasana basa dengan semakin meningkatnya nilai pH (Bria *et al.*, 2021; Leba *et al.*, 2024). Salah satu tanaman yang mengandung antosianin dan berpotensi sebagai indikator pH adalah kubis merah (*Brassica oleracea* L.) (Tensiska *et al.*, 2010). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kubis merah dapat mengalami perubahan warna yang tajam di berbagai rentang pH sehingga dapat menjadi indikator alami yang efektif untuk mengidentifikasi larutan asam, basa, dan netral (Riniati, *et al.*, 2020). Kubis merah juga mudah diperoleh dan tidak beracun sehingga aman digunakan dalam kegiatan pembelajaran kimia.

Beberapa penelitian terdahulu di wilayah NTT telah mengeksplorasi penggunaan tumbuhan lokal sebagai indikator alami diantaranya, penggunaan ekstrak ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.) (Bria *et al.*, 2021; Jenimat *et al.*, 2023) dan kunyit (*Curcuma domestica* Val) telah menunjukkan hasil positif dalam mengidentifikasi perubahan pH (Kopon *et al.*, 2022; Leba *et al.*, 2022; Sundari, 2016) namun, penggunaan kubis merah masih belum banyak dieksplorasi di konteks lokal, padahal memiliki potensi yang sangat besar sebagai alternatif indikator (Asfahani, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakter pigmen kubis merah sebagai indikator pH dan membandingkannya dengan indikator standar laboratorium. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan indikator alami yang murah, ramah lingkungan, dan berkelanjutan (Cséfalvay *et al.*, 2020; Khan *et al.*, 2022; Maleki *et al.*, 2019).

METODE PENELITIAN

Bahan dan alat penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari aquades, larutan HCl 1 M, larutan NaOH 1 M, etanol 95% *grade* medis, kubis merah segar, kertas indikator universal, detergen, kapur siri, sabun mandi, jeruk nipis, cuka. Peralatan yang digunakan berupa pelat tetes, pipet tetes, mortal, tabung reaksi, dan peralatan gelas standar untuk membuat larutan (Leba, *et al.*, 2023).

Preparasi dan Ekstraksi pigmen kubis merah

Kubis merah dipotong-potong, dicuci, dibersihkan, dan dihaluskan. Sebanyak 100 gram bahan halus dimaserasi dengan 300 mL etanol selama 24 jam (Leba *et al.*, 2024). Selanjutnya ekstrak yang diperoleh disaring dan digunakan untuk prosedur selanjutnya.

Preparasi larutan uji pH 1- 14

Larutan pH 1-14 dibuat dengan mengencerkan larutan HCl 1 M dengan aquades. Larutan pH 1 dibuat dengan cara mengambil 10 mL larutan HCl 1 M, memasuk larutan tersebut ke dalam labu volumetrik 100 mL dan menambahkan aquades hingga tanda batas. Larutan ini dihomogenkan dan diukur pH-nya. Apabila pH larutan ini belum tepat maka diatur dengan cara menambahkan HCl atau aquades sesuai kebutuhan. Larutan pH 2 disiapkan dengan cara mengencerkan larutan pH 1 dengan prosedur yang sama seperti pada pembuatan larutan pH 1. Demikian pula pembuatan larutan pH 3-6. Larutan pH 7 menggunakan aquades. Larutan pH 14 menggunakan larutan NaOH 1 M. Larutan pH 13 dibuat dengan mengencerkan larutan NaOH 1 M dengan cara mengambil 10 mL larutan NaOH 1 M, memasukkan larutan tersebut ke dalam labu volumetrik 100 mL dan menambahkan aquades hingga tanda batas. Larutan ini dihomogenkan dan diukur pH-nya. Apabila pH larutan ini belum tepat maka diatur dengan cara menambahkan NaOH atau aquades sesuai kebutuhan. Larutan pH 12 dibuat dengan mengencerkan larutan pH 13 dengan prosedur yang sama seperti preparasi larutan pH 13. Demikian pula pembuatan larutan pH 11-8 (Bria *et al.*, 2021).

Preparasi larutan sampel

Sampel detergen: sebanyak 1 sendok takar detergen dimasukkan ke dalam sebuah gelas plastik dan ditambahkan kira-kira 50 mL air kemudian diaduk hingga homogen.

Sampel kapur siri: sebanyak 1 sendok takar kapur siri dimasukkan ke dalam sebuah gelas plastik, ditambahkan kira-kira 50 mL air kemudian diaduk. Campuran ini didiamkan untuk mengendapkan bahan yang tidak larut kemudian larutan dipisahkan dari endapannya.

Sampel sabun: sebanyak 1 sendok takar sabun mandi cair dimasukkan dalam gelas plastik dan ditambahkan kira-kira 50 mL air. Campuran diaduk hingga homogen.

Sampel perasan jeruk nipis: sebanyak 1 buah jeruk nipis dibelah dan diambil ekstraknya dengan cara diperas dan dikumpulkan dalam sebuah gelas plastik.

Sampel cuka: sebanyak 1 mL larutan cuka disiapkan dari cuka dapur kemasan yang beredar di pasaran.

Uji karakter pigmen kubis merah dalam larutan uji

Sebanyak 3 tetes masing-masing larutan pH 1-14 ditetaskan dalam pelat tetes. Sebanyak 1-2 tetes ekstrak pigmen kubis merah ditetaskan ke dalam setiap larutan uji.

Identifikasi larutan sampel dengan ekstrak kubis merah

Sebanyak 1 mL larutan sampel detergen dimasukkan ke dalam sebuah tabung reaksi. Ke dalam tabung reaksi tersebut ditambahkan 3-5 tetes ekstrak kubis merah. Prosedur yang sama dilakukan untuk sampel kapur siri, sabun mandi, perasan jeruk nipis dan cuka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dalam penelitian ini ekstrak kubis merah (EKM) diperoleh dengan cara maserasi yakni merendam kubis merah yang telah dihaluskan dalam pelarut etanol selama 24 jam. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh EKM berwarna merah pekat. EKM yang diperoleh diuji karakter warnanya dalam larutan uji pH 1-14 dan digunakan untuk mengidentifikasi beberapa sampel bahan rumah tangga. Adapun hasil uji EKM dalam larutan pH 1-14 ditampilkan dalam Gambar 1 dan hasil identifikasi sampel ditampilkan dalam Gambar 2.



Gambar 1. Hasil Uji EKM dalam larutan uji pH 1-14



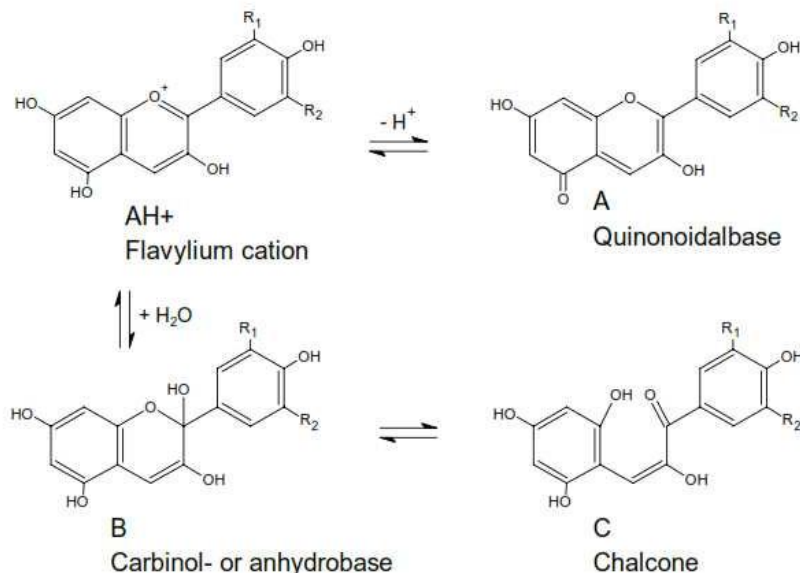
Gambar 2. Hasil Uji EKM dalam sampel bahan rumah tangga (dari kiri ke kanan: sampel detergen, kapur siri, sabun mandi, perasan jeruk nipis, dan cuka)

Pembahasan

Dalam penelitian ini kubis merah dihaluskan terlebih dahulu dengan tujuan untuk mengubah ukuran partikelnya menjadi lebih kecil. Partikel bahan yang berukuran kecil atau halus memiliki luas permukaan bidang sentuh (oleh pelarut) yang besar sehingga memudahkan pelarut berdifusi ke dalam sel-sel bahan yang diekstraksi (Gustriani *et al.*, 2016). Dengan demikian proses ekstraksi dapat terjadi secara maksimal (Leba, 2017). Maserasi adalah salah satu metode ekstraksi yang sederhana dan murah untuk mengekstraksi pigmen EKM. Dalam penelitian ini maserasi dilakukan selama 24 jam (Leba *et al.*, 2024), pemilihan waktu maserasi ini didasarkan pada prinsip bahwa semakin lama waktu maserasi maka komponen yang terekstraksi semakin banyak (Leba, 2017). Hasil ekstraksi diperoleh EKM berwarna merah pekat yang menandakan adanya kandungan antosianin dalam EKM yang terekstraksi dari kubis merah (Riniati *et al.*, 2020; Tensiska *et al.*, 2010).

Hasil uji EKM dalam larutan pH 1-2 berwarna merah muda cerah, pH 3-6 berwarna merah muda pucat, pH 7 berwarna ungu pucat, pH 8-10 berwarna biru pucat, pH 11-12 berwarna biru kehijauan, pH 13 berwarna hijau kekuningan dan pH 14 berwarna kuning. Adanya variasi perubahan warna ini semakin menegaskan keberadaan antosianin dalam EKM (Riniati *et al.*, 2020), suatu senyawa yang sensitif terhadap perubahan pH (Kapilraj *et al.*, 2019). Pada kondisi pH sangat rendah, antosianin terprotonasi dan berada dalam bentuk kation *flavylium* (AH^+) yang berwarna merah hingga merah muda cerah (Gambar 3). Bentuk ini paling stabil dalam kondisi asam kuat karena gugus hidroksil dalam struktur aromatik terprotonasi mempertahankan bentuk planar yang konjugatif. Ketika pH meningkat menjadi pH asam lemah, kation *flavylium* mengalami hidrasi dan membentuk *carbinol pseudobase* (B) yang tidak berwarna (Março *et al.*, 2011). Struktur *carbinol pseudobase* (B) (Gambar 3) bersifat tidak konjugatif dan kurang stabil secara kromoforik, sehingga menyebabkan warna memudar yang dapat diamati pada Gambar 1, yakni warna EKM mula-mula berwarna merah muda cerah pada pH 1-2 memudar menjadi merah muda pucat pada pH 3-6 (Bria *et al.*, 2021; Leba *et al.*, 2024; Leba, *et al.*, 2023). Pada pH netral (pH 7), terjadi pembentukan *quinonoidalbase* (A), struktur netral yang berwarna ungu (Leba *et al.*, 2024). Dalam penelitian ini pada pH 7 teramati EKM berwarna ungu pucat. Data ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Bria *et al.* (2021) bahwa ekstrak umbi ubi jalar ungu yang mengandung antosianin menunjukkan warna ungu pucat pada pH 7 (Bria *et al.*, 2021). Pada kondisi basa lemah *quinonoidalbase* (A) terionisasi menjadi ion *quinonoidalbase* yang menghasilkan warna biru hingga hijau. Dalam penelitian ini teramati pada pH 8-10 EKM menghasilkan warna biru pucat, pada pH 11-12 EKM menunjukkan warna biru kehijauan dan pH 13 EKM menghasilkan warna hijau kekuningan seperti ditampilkan pada Gambar 1. Menurut Março *et al.* (2011), dalam

basa lemah ion *quinonoidalbase* berada dalam bentuk A^- dan A^{2-} yang teramati sebagai warna biru hingga hijau dalam penelitian ini. Pada pH basa kuat, antosianin berada dalam bentuk *chalcone* (C) yang berwarna kuning (Março *et al.*, 2011). Dalam penelitian ini teramati EKM berwarna kuning pada pH 14. Adapun struktur kesetimbangan antosianin ditampilkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Kesetimbangan Senyawa Antosianin (Leba, Komisia, et al., 2023; Rein, 2005)

Gambar 2 menampilkan hasil uji EKM dalam beberapa sampel bahan rumah tangga yakni larutan detergen, kapur siri, sabun mandi, jeruk nipis dan cuka yang menunjukkan perubahan warna yang sangat jelas. EKM menunjukkan warna merah muda cerah dalam ekstrak jeruk nipis dan cuka, ungu dalam larutan sabun mandi dan hijau dalam larutan detergen dan kapur siri. Perubahan warna EKM dalam sampel (Gambar 2) senada dengan perubahan warna EKM dalam larutan uji (Gambar 1) seiring naiknya pH larutan. Pola perubahan warna EKM pada sampel hampir sama dengan perubahan warna pigmen daun adam hawa ungu yakni dalam sampel asam dengan pH sekitar pH 2,1 - 2,8 berwarna merah muda cerah, dalam sampel basa lemah dengan pH sekitar 8,2 berwarna ungu dan dalam basa kuat dengan pH sekitar 11,6 - 12,8 berwarna hijau (Leba, *et al.*, 2023).

Keunggulan EKM sangat berkaitan dengan struktur antosianin yang terdapat didalamnya, dimana kandungan antosianin dalam EKM mampu berinteraksi dengan ion H^+ dan OH^- , menyebabkan terjadinya perubahan struktur molekul (Gambar 3) yang berpengaruh pada perubahan warna yang diamati secara visual. Dengan demikian EKM dapat berperan sebagai indikator pH alami yang efektif.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa EKM memiliki karakter warna yang bervariasi dalam larutan uji yakni merah muda cerah pada pH 1-2, merah muda pucat pada pH 3-6, ungu pucat pada pH 7, biru pucat pada pH 8-10, biru kehijauan pada pH 8-12, hijau kekuningan pada pH 13 dan kuning pada pH 14. EKM juga menunjukkan perubahan warna yang jelas dalam mengidentifikasi beberapa sampel bahan rumah tangga. Dengan demikian EKM dapat berperan sebagai indikator pH alami yang efektif, murah dan ramah lingkungan.

REFERENSI

Asfahani, F., Halimatussakdiah, & Amna, U. (2023). Analisis Fitokimia Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn.) dari Kota Langsa. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 4(2), 18–22. <https://doi.org/10.33059/jq.v4i2.6530>

- Bahadori, A., & NG. Maroufi. (2016). Volumetric Acid-Base Titration by using of Natural Indicators and Effects of Solvent and Temperature. *Austin Chromatography*, 3(1), 1041–1044. <https://austinpublishinggroup.com/chromatography/fulltext/chromatography-v3-id1041.php>
- Bria, H. R., Leba, M. A. U., & Kopon, A. M. (2021). Penggunaan Ekstrak Umbi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) sebagai Indikator Asam-Basa Alami. *Beta Kimia*, 1(2), 35–41. <http://ejournal.undana.ac.id/index.php/jbkHalaman%7C35>
- Cséfaly, E., Hajas, T., & Mika, L. T. (2020). Environmental sustainability assessment of a biomass-based chemical industry in the Visegrad countries: Czech Republic, Hungary, Poland, and Slovakia. *Chemical Papers*, 74(9), 3067–3076. <https://doi.org/10.1007/s11696-020-01172-8>
- Gustriani, N., Novitriani, K., & Mardiana, U. (2016). Penentuan Trayek pH Ekstrak Kubis Ungu (*Brassica oleracea* L.) Sebagai Indikator Asam Basa Dengan Variasi Konsentrasi Pelarut Etanol. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan Dan Farmasi*, 16(1), 94–100. <https://doi.org/10.36465/jkbth.v16i1.171>
- Jenimat, A. D., Lawung, Y. D., Baunsele, A. B., Boelan, E. G., & Leba, M. A. U. (2023). Phytochemical Content Of Fresh Purple Sweet Potato (*Ipomea batatas* L .) Extract as Acid-Base Titration Indicator. *Jurnal Sains Natural*, 13(2), 57–66.
- Kapilraj, N., Keerthanan, S., & Sithambaresan, M. (2019). Natural Plant Extracts as Acid-Base Indicator and Determination of Their pKa Value. *Journal of Chemistry*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/2031342>
- Khan, M. R., Ahmad, K., Akram, R., Asif, H. M., Ahmad, B., Ali, T., Anjum, I., Sami, A., Bibi, A., & Saifullah, S. (2022). Green Synthesis, Characterization and Antibacterial Potential of Silver Nanoparticles from *Onosma bracteatum* Extract. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 6(2), 202–206. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v6i2.6>
- Kopon, A. M., Leba, M. A. U., Lawung, Y. D., Jenimat, A. D., Komisia, F., Tukan, M. B., Boelan, E. G., & Baunsele, A. B. (2022). Application of Turmeric Rhizome Pigment as Acid-Base Titration Indicator. *Jurnal Sains Natural*, 12(4), 143–152.
- Leba, M. A. U. (2017). *Ekstraksi dan Real kromatografi* (1st ed.). Deepublish. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1070728>
- Leba, M. A. U., Baunsele, A. B., Mau, S. D. B., Taek, M. M., Ruas, N. A., Ruas, A. D. C., Tukan, M. B., Boelan, E. G., & Komisia, F. (2025). Development and Validation of Purple Sweet Potato (*Ipomea batatas* L .) Pigment as a Titrimetric Indicator for Hydrochloric Acid Quantification. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 9(May), 1933–1938.
- Leba, M. A. U., Boelan, E. G., Taek, M. M., Mau, S. D. B., Ruas, J. D. C., Tukan, M. B., De, A., Ruas, C., Ruas, N. A., Lawung, Y. D., Kopon, A. M., Komisia, F., & Baunsele, A. B. (2024). Exploring Purple Sweet Potato Pigment as An Eco-Friendly Titration Indicator for Acid Determination. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 8(6), 7403–7409.
- Leba, M. A. U., Komisia, F., & Tukan, M. B. (2023). Karakter Pigmen Daun Adam Hawa Ungu (*Tradescantia pallida*) sebagai Indikator pH. *Jurnal Penelitian Sains*, 25(2), 174–179.
- Leba, M. A. U., Mau, S. D. B., Boelan, E. G., Taek, M. M., Ruas, J. de C., Lawung, Y. D., Ruas, A. de C., Kopon, A. M., & Ruas, N. A. (2023). Pigments of Purple Sweet Potato and Turmeric Rhizome: Eco-Friendly and Cheap Indicators for Acid- Base. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 15(2), 99–109. <https://doi.org/10.22437/jisic.v15i2.28648>
- Leba, M. A. U., Tukan, M. B., & Komisia, F. (2022). pH Indicator Paper by Immobilizing Turmeric Rhizome Ethanol Extract on Filter paper. *Jurnal Sains Natural*, 12(2), 45–53. <https://ejournalunb.ac.id/index.php/JSN/article/view/377>
- Maleki, A., Panahzadeh, M., & Eivazzadeh-keihan, R. (2019). Agar: a natural and environmentally-friendly support

- composed of copper oxide nanoparticles for the green synthesis of 1,2,3-triazoles. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 12(4), 395–406. <https://doi.org/10.1080/17518253.2019.1679263>
- Março, P. H., Poppi, R. J., Scarminio, I. S., & Tauler, R. (2011). Investigation of the pH effect and UV radiation on kinetic degradation of anthocyanin mixtures extracted from Hibiscus acetosella. *Food Chemistry*, 125(3), 1020–1027. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.005>
- Rein, M. (2005). Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins. In *Dissertation Uni Helsinki*. Department of Applied Chemistry and Microbiology Food Chemistry Division. <https://www.semanticscholar.org/paper/Copigmentation-reactions-and-color-stability-of-Santos-Buelga/39b50e7a118ade7e5553f50e243443b18f6aa728>
- Riniati, R., Widyabudiningsih, D., & Sularasa, A. (2020). Penggunaan Indikator Kubis Ungu Pada Analisis Asam Lemak Bebas dengan Metode Titrasi. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 3(2), 56–64. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol3.iss2.art3>
- Sharma, P., Gupta, R., Roshan, S., Sahu, S., Tantuway, S., Shukla, A., & Garg, A. (2013). Plant Extracts as Acid Base Indicator: An Overview. *Inventi Rapid: Planta Activa*, 2013(3), 1–3. https://www.researchgate.net/publication/301200786_Plant_extract_as_acid_base_indicator_an_overview
- Sundari, R. (2016). *Pemanfaatan dan efisiensi kurkumin kunyit* (. 22(8), 595–601.
- Tensiska, Sumanti, D. M., & Pratamawati, A. (2010). Stabilitas Pigmen Antosianin Kubis Merah (*brassica oleraceae var capitata L.f. rubra (L.) Thell*) Terenkapsulasi Pada Minuman Ringan yang Dipasteurisasi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati Dan Fisik*, 12(1), 41–49.
- Vadivel, E., & Chipkar, S. D. (2016). Eco-Friendly Natural Acid-Base Indicator Properties of Four Flowering Plants from Western Ghats. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 8(6), 250–252. <https://innovareacademics.in/journals/index.php/ijpps/article/view/11555>