
**INDIKATOR pH DARI KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*)
UNTUK MENUNJANG PRAKTIKUM KIMIA DI SMAN 1 WONOSARI KLATEN**

Herry Purnama*Program Studi Teknik Kimia
Universitas Muhammadiyah Surakarta
hp269@ums.ac.id**Kholisoh Hayati**Program Studi Teknik Kimia
Universitas Muhammadiyah Surakarta**Claudia Candra Setyaningrum**Program Studi Teknik Kimia
Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Corresponding author

Naskah diterima 29 Mei 2023
Naskah direvisi 11 Juli 2023
Naskah diterima untuk publikasi 11 Juli 2023**ABSTRAK**

Indikator membantu menentukan titik ekuivalen dalam titrasi asam basa atau titrasi netralisasi. Indikator menunjukkan perubahan warna yang signifikan akibat perubahan pH. Saat ini indikator sintetik adalah pilihan utama untuk titrasi asam-basa, tetapi karena alasan polusi lingkungan, ketersediaan, dan biaya, maka pencarian senyawa alami sebagai indikator asam basa telah dimulai. Pigmen berwarna yang diperoleh dari berbagai jenis tumbuhan telah ditemukan menunjukkan perubahan warna dengan variasi pH. Berbagai ekstrak tumbuhan digunakan sebagai indikator asam basa, salah satunya adalah kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) yang belum dimanfaatkan secara optimal. Kegiatan pengabdian ini dilakukan kepada siswa di SMA Negeri 1 Wonosari, Klaten, dengan mengambil topik pembuatan indikator titrasi asam basa melalui penggunaan ekstrak kulit buah naga dalam pembelajaran praktikum kimia. Ekstrak kulit buah naga tersebut selanjutnya dibuat menjadi bentuk kertas pH sehingga dapat digunakan sebagai indikator asam basa. Penggunaan indikator alami dapat menjadi alternatif pendukung dalam pemilihan indikator yang ramah lingkungan. Kegiatan pengabdian masyarakat di SMAN 1 Wonosari ini mampu mengajari siswa membuat indikator pH dari kulit buah naga merah yang selanjutnya digunakan untuk kegiatan praktikum kimia. Dengan kemampuan ini diharapkan untuk terus dikembangkan dan menggantikan indikator sintesis yang relatif lebih mahal dan dapat berdampak negatif terhadap lingkungan.

KATA KUNCI: indikator pH, praktikum kimia, asam basa, buah naga merah

PENDAHULUAN

Beberapa bagian tanaman seperti bunga, daun, batang, maupun akar merupakan produk alami dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti pewarna batik [1], pewarna makanan minuman, dan juga untuk analisis kimia. Pada sisi yang lain, penggunaan senyawa sintesis kimia adalah polutif, berbahaya, dan cukup mahal untuk suatu pekerjaan analisis yang sangat beragam. Kegiatan pengabdian masyarakat dengan pemanfaatan produk alami ini tidak berbahaya, berbiaya murah, mudah tersedia, dan ramah lingkungan. Bahan yang dapat menunjukkan perubahan warna analit dan campuran dengan titran yang sangat dekat dengan titik titrasi dikenal sebagai indikator, ini yang menentukan titik ekuivalen dalam titrasi asam basa (netralisasi). Pewarna alami dan pigmen pada tumbuhan adalah zat berwarna dan dapat menunjukkan perubahan warna dengan variasi pH.

Indikator pH secara umum digunakan dalam teknik titrasi kimia analitik dan biologi untuk menentukan reaksi kimia. Indikator yang digunakan dalam titrasi menunjukkan perubahan warna yang ditandai dengan baik dalam interval pH tertentu, Sebagian besar indikator ini adalah pewarna organik

dan berasal dari sintetik tetapi karena menimbulkan pencemaran lingkungan, aspek ketersediaan dan biaya, maka pencarian senyawa alami sebagai indikator asam basa dimulai [2]. Beberapa peneliti sudah memanfaatkan potensi pewarna alami untuk indikator asam basa [3-13].

ANALISIS SITUASI

Dunia pendidikan memiliki tanggung jawab dalam menyiapkan sumber daya manusia untuk pembangunan di masa depan. Pada sisi yang lain, penyelenggaraan pendidikan pada satuan pendidikan banyak mengalami masalah, baik dalam hal pemerataan pendidikan, kesempatan belajar dan kurangnya sarana dalam pendidikan serta kurangnya sumber belajar yang tersedia dan pemanfaatannya dalam membantu pelaksanaan proses pembelajaran di sekolah.

SMA Negeri 1 Wonosari, terletak sekitar 14km dari pusat kota Klaten, atau sekitar 12,5km dari UMS, telah memiliki Kurikulum Merdeka untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Sekolah tersebut memiliki siswa sekitar 600 dengan siswa baru sekitar 200 per angkatan, yang kemudian dikelompokkan menjadi IPA dan IPS. Model pembelajaran terutama pelajaran kimia masih

didominasi oleh metode konvensional yaitu metode ceramah yang dapat berakibat kebosanan dan gagal paham. Oleh karena itu diperlukan suatu metode yang bisa menarik perhatian siswa dan mempermudah untuk menangkap materi pelajaran. Media pembelajaran yang dapat merangsang cara berpikir siswa salah satunya adalah dengan memanfaatkan sumber daya alam sekitar. Penerapan teknologi pembelajaran, yaitu dengan memberdayakan sumber-sumber belajar yang dirancang dan dimanfaatkan serta dikelola untuk tujuan pembelajaran seperti memanfaatkan sumber daya alam sekitar, dapat meningkatkan pemahaman siswa [5,10].

Pemanfaatan sumber daya alam sekitar dapat diterapkan dalam pembelajaran kimia, seperti misalkan pada materi titrasi asam basa dengan menggunakan indikator alami. Contohnya adalah penggunaan ekstrak bunga sepatu [5], daun jati [6], karamunting [7], bunga telang [11,12], dan tanaman lainnya [10,13].

PERMASALAHAN MITRA

Proses pembelajaran pada satuan pendidikan memerlukan metode yang tepat, baik pembelajaran di kelas maupun kegiatan praktikum. Teknik pembelajaran kimia yang selama ini sudah dilakukan di SMA Negeri 1 Wonosari sebagian besar masih didominasi oleh metode konvensional atau ceramah. Pemanfaatan media pembelajaran yang tepat dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi ajar. Media pembelajaran juga dapat memanfaatkan sumber daya alam sekitar. Salah satunya adalah penggunaan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) yang belum dimanfaatkan sebagai alternatif indikator asam basa. Selama ini kertas indikator yang digunakan adalah sintetis.

Kertas indikator pH sangat dibutuhkan di tingkat sekolah lanjutan sampai dengan perguruan tinggi. Indikator sintetis titrasi asam-basa harganya relatif mahal dan sulit didapatkan di kawasan pedesaan, bahkan kadang-kadang harus inden dulu. Oleh sebab itu diperlukan strategi yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah memanfaatkan sumber daya alam sekitar untuk mengoptimalkan pembelajaran, khususnya pembelajaran kimia pada praktikum titrasi asam basa.

SOLUSI YANG DITAWARKAN

Tujuan kegiatan pengabdian masyarakat adalah memberikan informasi kepada siswa maupun guru mata pelajaran kimia, bahwa kertas pH dapat dibuat dari ekstrak tanaman termasuk kulit buah naga

merah sebagai indikator titrasi asam basa yang dapat mendukung proses pembelajaran praktikum kimia. Kegiatan ini dapat membantu pemerintah di bidang pendidikan, secara khusus SMA Negeri 1 Wonosari, Klaten yang dapat memberikan pengetahuan tentang kertas indikator alami seperti kulit buah naga merah.

Tahapan kegiatan yang dilakukan dalam pengabdian ini adalah :

1. Memberikan informasi kepada guru mata pelajaran kimia bahwa kulit buah naga merah dapat digunakan sebagai media pendukung pembelajaran kimia khususnya pada materi asam basa

2. Memberikan informasi kepada siswa tentang pemanfaatan kulit buah naga sebagai indikator asam basa

3. Melaksanakan pendampingan praktikum bersama siswa untuk membuat kertas indikator asam basa

4. Memanfaatkan kertas indikator yang telah dibuat sebagai kertas indikator asam basa pada praktikum kimia.

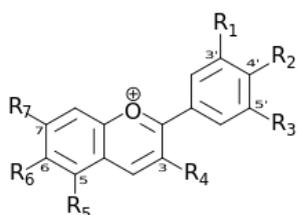
Pada titrasi asam-basa memerlukan indikator untuk menunjukkan perubahan warna pada setiap interval derajat keasaman (pH). Umumnya sering menggunakan kertas indikator pH. Meskipun sangat praktis, kertas indikator sintetis yang digunakan selama ini mempunyai beberapa kelemahan seperti potensi pencemaran dan mahal harganya.

Berdasarkan perubahan warna pada range pH bahan alam khususnya kulit buah naga merah yang mengandung antosianin dapat digunakan sebagai indikator titrasi asam-basa. Kulit buah naga yang berwarna merah mengandung antosianin sehingga dapat diekstrak dan digunakan sebagai indikator titrasi asam-basa. Di dalam titrat dan titran yang ditambah indikator dari ekstrak kulit buah naga tersebut dapat memberikan perubahan warna yang jelas untuk menunjukkan titik ekuivalen dan memberikan hasil yang setara dengan indikator pembanding fenolftalein dan metil oranye (indikator sintetis).

Buah naga merah merupakan buah pendatang yang banyak digemari oleh masyarakat karena memiliki khasiat dan manfaat serta nilai gizi cukup tinggi. Bagian dari buah naga 30-35% merupakan kulit buah namun seringkali hanya dibuang sebagai sampah. Kulit buah naga mengandung zat warna alami antosianin cukup tinggi. Jenis buah naga yang telah dibudidayakan ada empat, antara lain buah naga daging putih (*Hylocereus undatus*), buah naga daging merah (*Hylocereus polyrhizus*), buah naga daging super merah (*Hylocereus costaricensis*), dan buah naga kulit kuning daging putih (*Selenicereus megalanthus*). Indikator pH alami lain yang berguna

adalah kunyit. Warnanya kuning saat terkena asam dan coklat kemerahan dalam suasana alkali.

Antosianin dari berbagai tanaman semakin banyak digunakan dalam industri makanan dan obat-obatan karena warnanya menarik dan aman bagi kesehatan. Warna antosianin sangat dipengaruhi oleh struktur antosianin serta derajat keasaman [14]. Antosianin cenderung tidak berwarna di daerah pH netral. Di dalam larutan yang pHnya sangat asam ($pH < 3$) memberikan warna merah yang maksimum, sedangkan di dalam larutan alkali ($pH 10,5$) pigmen antosianin mengalami perubahan warna menjadi biru [6].



Gambar 1. Struktur antosianin

Kertas indikator tersebut dibuat dengan cara mengekstrak mahkota bunga *Hibiscus rosa sinensis L* dengan menggunakan pelarut metanol-asam asetat. Kemudian dievaluasi dengan indikator pembanding fenolftalein dan *methyl orange* (produksi E-merck) untuk titrasi asam-basa, yaitu asam kuat-basa kuat, basa lemah-asam kuat dan asam lemah-basa kuat. Dari hasil penelitian [6] diketahui bahwa indikator dari mahkota bunga sepatu untuk menunjukkan titik ekuivalen dalam titrasi tersebut memberikan hasil yang setara dengan indikator pembandingnya. Penelitian lain yang sudah dilakukan untuk menggantikan kertas indikator sintesis dengan kertas indikator dari ekstrak buah karamunting [7].

Tahapan pembuatan kertas pH dari kulit buah naga merah ini adalah preparasi bahan, yaitu mengumpulkan kulit buah naga merah kemudian dihaluskan dengan mortar. Bahan diekstrak melalui serangkaian proses kimiawi yang sederhana dengan cara direndam alkohol. Air rendaman disaring dan ekstraknya dibuat kertas pH dengan menggunakan kertas saring dengan merendamnya selama 10 menit kemudian dikeringkan. Kertas pH ini bisa digunakan untuk mengidentifikasi derajat keasaman pada berbagai tingkatan pH yaitu antara 1 - 14.

Tabel 1. Perubahan warna indikator pH

Indikator	Warna pH batas bawah	Warna pH batas bawah
Bunga Hortensia	biru	merah muda ke ungu
Antosianin	merah	biru
Lakmus	merah	biru

METODE

Pelaksanaan pengabdian ini dilakukan pada tanggal 9 Mei 2020 pada jam pertama hingga jam ketiga, yang dilakukan di Kelas XI IPA 4 SMAN 1 Wonosari. Jumlah siswa yang mengikuti kegiatan pembelajaran ini adalah sebanyak 35 siswa.

Tahap awal pembelajaran ini adalah menjelaskan secara umum materi tentang indikator asam basa. Kemudian menjelaskan cara pembuatan kertas indikator asam basa dari kulit buah naga kepada siswa. Penjelasan materi diikuti dengan penayangan video pembuatan kertas pH. Selanjutnya ada perwakilan dari siswa berjumlah tiga orang maju ke depan kelas dan mempraktikkan pembuatan kertas pH yang berasal dari kulit buah naga. Tahapan pembuatan kertas pH adalah dengan teknik yang sederhana dan bahan yang mudah diperoleh di sekitar. Sembari menunggu proses pembuatan kertas pH, siswa mempersiapkan larutan uji asam basa. Senyawa asam yang digunakan adalah HCl dan asam asetat, sedangkan senyawa basa yang digunakan adalah natrium hidroksida dan amonia.



Gambar 2. Penyampaian teori asam basa di kelas



Gambar 3. Sesi foto setelah praktik pembuatan indikator

Pelaksanaan pengabdian ini diharapkan dapat memiliki keberlanjutan yang berkesinambungan. Kerjasama yang baik antara sekolah dan institusi (khususnya dosen) diharapkan dapat terjalin dengan baik. Aplikasi pembuatan kertas pH ini akan digunakan untuk pembelajaran Praktikum Kimia materi asam basa. Secara teknis, siswa diminta membuat kertas pH sendiri berbasis pewarna alami (seperti kulit buah naga), selanjutnya guru

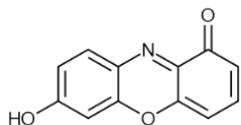
memberikan sampel senyawa tertentu. Berikutnya siswa menguji sifat asam basa dari sampel dengan menggunakan kertas pH alami ini. Pada kegiatan pengabdian ini siswa sangat antusias mengikuti proses pembuatan kertas indikator asam basa dan berhasil membuatnya dengan dibantu mahasiswa.

Keberlanjutan dari pengabdian ini tidak hanya sampai pada praktik pembuatan indikator asam basa, namun diharapkan ke depannya para siswa dapat mengeksplorasi pengetahuannya dalam memanfaatkan sumber daya alam di sekitar lingkungan sekolah, dan institusi perguruan tinggi (dosen dan mahasiswa) dapat memberikan bimbingan secara terus menerus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Banyak tumbuhan atau bagian tumbuhan mengandung senyawa kimia dari keluarga antosianin yang berwarna alami. Mereka berwarna merah dalam larutan asam dan biru dalam basa [14-16]. Antosianin dapat diekstraksi dengan air atau pelarut lain dari banyak tanaman berwarna atau bagian tanaman, termasuk dari daun (kubis merah); bunga (geranium, poppy, bunga telang, mawar); beri (*blueberry*, *blackcurrant*); dan batang (*rhubarb*). Mengekstrak antosianin dari tanaman rumah tangga, terutama kubis merah, untuk membentuk indikator pH adalah demonstrasi kimia pengantar yang populer. Misalnya, larutan kubis merah berubah warna sebagai respons terhadap pH mulai dari merah (pH = 2) hingga biru (pH netral) menjadi kuning kehijauan (pH = 12).

Litmus atau lakmus, yang digunakan oleh para alkemis pada Abad Pertengahan dan masih tersedia, merupakan indikator pH alami yang dibuat dari campuran spesies lumut, terutama *Rocella tinctoria*. Kata lakmus secara harfiah berasal dari 'lumut berwarna'. Kertas lakmus berwarna merah jika ditempatkan dalam larutan asam dan berubah menjadi biru jika ditempatkan dalam larutan basa. Sifat ini disebabkan oleh perubahan warna yang terjadi pada indikator lakmus akibat perubahan konsentrasi ion hidrogen atau hidroksida dalam larutan.

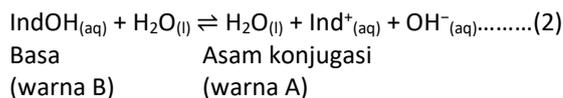
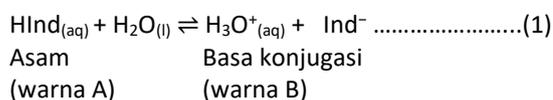


Gambar 4. Kromofor lakmus (7-hidroksifenoksazon)

Bunga tiga bulan (*Hydrangea macrophylla*) dapat berubah warna tergantung tingkat keasaman tanah. Bunga ini bisa berwarna biru, merah, pink, ungu muda, atau ungu tua. Warnanya dipengaruhi oleh pH tanah. Tanah yang asam biasanya akan

menghasilkan warna bunga yang mendekati biru, sedangkan tanah yang bersifat basa akan menghasilkan bunga yang lebih merah muda. Hal ini disebabkan oleh perubahan warna pigmen bunga dengan adanya ion aluminium yang dapat diambil ke tanaman hiperakumulasi tersebut.

Indikator asam basa (pH) adalah bahan kimia agen halokromik yang ditambahkan dalam jumlah kecil ke larutan untuk menentukan pH (keasaman atau kebasaan) larutan secara visual dan mengubah warna dengan variasi pH. Oleh karena itu indikator pH adalah detektor kimia untuk ion hidronium (H_3O^+) atau ion hidrogen (H^+) dalam model Arrhenius. Biasanya indikatornya berupa asam atau basa lemah yang berbentuk ion dengan sedikit berdisosiasi, ketika dilarutkan dalam air. Pertimbangkan indikator yang merupakan asam lemah, dengan formula HIn pada kesetimbangan sesuai persamaan berikut yang ditetapkan dengan basa konjugatnya:



Pada reaksi (1) asam dan basa konjugatnya memiliki warna yang berbeda. Pada nilai pH rendah konsentrasi H_3O^+ tinggi dan begitu pula posisi kesetimbangan terletak di sebelah kiri. Ekuilibrium larutan memiliki warna A. Pada nilai pH tinggi, konsentrasi H_3O^+ rendah, posisi kesetimbangannya demikian terletak di sebelah kanan dan larutan kesetimbangan memiliki warna B. Demikian pula sebaliknya seperti ditunjukkan reaksi (2) untuk basa dan asam konjugatnya. Indikator universal merupakan campuran dari indikator yang memberikan perubahan warna secara bertahap pada rentang pH yang luas, pH larutan dapat diidentifikasi ketika beberapa tetes indikator universal dicampur dengan larutannya. Indikator digunakan dalam larutan titrasi untuk memberi sinyal penyelesaian reaksi asam-basa. Ada bermacam-macam indikator asam basa sintetis. Contoh: *methyl orange*, *methyl red*, bromo cresol hijau, fenol merah, dan fenolftalein.

Evaluasi kegiatan pengabdian masyarakat dilakukan melalui pelaporan dan konsultasi oleh siswa dan pihak sekolah kepada pelaksana kegiatan. Pengetahuan dalam membuat indikator pH alami diharapkan dapat terus berkembang dan diaplikasikan untuk sumber pewarna alami lainnya. Pihak sekolah telah melaporkan pembuatan indikator pH dari beberapa sumber alami lainnya.

PERSANTUNAN

Penulis berterima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bantuan finansial untuk pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui skim Pengembangan Individual Dosen (PID) untuk Pengabdian kepada Masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purnama, H., N. Hidayati, DS. Safitri, S. Rahmawati (2017), Effect of initial treatment in the preparation of natural indigo dye from *Indigofera tinctoria*, AIP Conference Proceedings 1855, 020022 <https://doi.org/10.1063/1.4985467>
- [2] Okoduwa, Stanley IR., Lovina O. Mboru, Matthew E. Adu, and Ameh A. Adeyi, (2015) Comparative Analysis of the Properties of Acid-Base Indicator of Rose (*Rosa setigera*), Allamanda (*Allamanda cathartica*), and Hibiscus (*Hibiscus rosasinensis*) Flowers, Hindawi Publishing Corporation, Biochemistry Research International, Volume 2015, Article ID 381721, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/381721>
- [3] N. Pattarapongdilok, P. Malichim, N. Simmee, and J. Sichaem, (2021), Senna Flower Extract as an Indicator for Acid-Base Titration, RASĀYAN J. Chem., Vol. 14, No.2: 1402-1407.
- [4] N. Pattarapongdilok, P. Malichim, N. Simmee, and J. Sichaem, (2019), Natural Indicator for Acid-Base Titration from Thai Yellow Flower Extracts, International Journal of Chemical Engineering and Applications, Vol. 10, No. 1. <http://doi.org/10.18178/ijcea.2019.10.1.734>
- [5] Nuryanti, S., S. Matsjeh, C. Anwar, T.J. Raharjo, (2010), Indikator Titrasi Asam Basa dari Ekstrak Bunga Sepatu (*Hibiscus rosa sinensis* L), Agritech, pp. No. 3, Vol. 30. <https://doi.org/10.22146/agritech.9671>
- [6] Pratama, Y., A.T. Prasetya, Latifah, (2015). Pemanfaatan Daun Jati sebagai Indikator Titrasi Asam Basa, Indonesian Journal of Chemical Science, 4(2). <https://doi.org/10.15294/IJCS.V4I2.6181>
- [7] Indira, C. (2015). Pembuatan Indikator Asam Basa Karamunting, Kaunia Jurnal Sains dan Teknologi, Vol. XI No. 1 , 1-10. <http://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/27031>
- [8] N. Kapilraj, S. Keerthanam, M. Sithambaresan, Natural Plant Extracts as Acid-Base Indicator and Determination of Their pKa Value, Journal of Chemistry, vol. 2019, Article ID 2031342, 6 pages, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/2031342>
- [9] Syahirah L, N. F., Lutfi MY, M. U., A, A., Hafiz R, M., Zulhelmi OA, M., Adzhan O, M. A., & PY, K. (2018). A Comparative Analysis of *Clitoria ternatea* Linn. (Butterfly Pea) Flower Extract as Natural Liquid pH Indicator and Natural pH Paper. Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences, 17(1), 97–103. <https://doi.org/10.3329/dujps.v17i1.37125>
- [10] Sanchez, JMP., et al, (2021), Experimenting on Natural Acid-Base Indicators: A Home-based Chemistry Activity during the COVID-19 Pandemic as evaluated by Teachers, KIMIKA Volume 32, Number 1, pp. 34-45. <https://doi.org/10.26534/kimika.v32i1.34-45>
- [11] Jamil, Nadzirah, Mohd Naquiddin Mohd Zairi, Nur A'in Mohd Nasim, Furzani Pa'ee, (2018), Influences of Environmental Conditions to Phytoconstituents in *Clitoria ternatea* (Butterfly Pea Flower) – A Review, Journal of Science and Technology, Vol. 10 No. 2 (2018) p. 208-228 <https://10.30880/jst.2018.10.02.029>
- [12] Saptarini, Nyi Mekar, Dadan Suryasaputra, Hera Nurmalia, (2015), Application of Butterfly Pea (*Clitoria ternatea* Linn) Extract as an Indicator of Acid-Base Titration, Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 7(2):275-280
- [13] Muhammad, N. Alhassan, Ahmad Bala Ahmad, Khalid Da'u Khalid, Mustapha Balarabe Idris, (2016), Comparative Assessments of Ipomoea and *Caesalpinia* Extracts Used as Potential Acid-Base Indicator as Replacement to Synthetics, European Journal of Biomedical and

Pharmaceutical Science, Volume 3, Issue 3, 256-259.

- [14] Jackman, R.L., R. Yada, M.A. Tung, (1987). A Review: Separation and Chemical Properties of Anthocyanins used for Their Qualitative and Quantitative Analyses. *Journal of Food Biochemistry*, 11:179-208.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.1987.tb00128.x>
- [15] Torskangerpoll, O., Andersen, O.M., (2005). Colour Stability of Anthocyanins in Aqueous Solution at Various pH Values. *Food Chemistry*, 89: 427-440.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.002>
- [16] Amor, BB., Allaf, K., (2009). Impact of Texturing Using Instant Pressure Drop Treatment Prior to Solvent Extraction of Anthocyanins from Malaysian Roselle (*Hibiscus sabdarifa*), *Food Chemistry*, 115: 820-825.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.094>