

INTERAKSI KIMIA ANTARA LARUTAN BORAKS DENGAN EKSTRAK CAIR KULIT
BUAH NAGA MERAH (*HYLOCEREUS POLYRHIZUS*): PENGEMBANGAN ILMU KIMIA
TERHADAP SISWA SMA ISLAM TERPADU BINA ILMU KOTA PALEMBANG
SUMATERA SELATAN

Ahmad Fatoni^{1*}, Hilma², Ade Arinia Rasyad³, Yunita Listiani Imanda⁴,
Nurlisa Hidayati⁵

¹⁻⁴Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Bhakti Pertiwi
⁵Universitas Sriwijaya

Email Korespondensi: tonistifbp@gmail.com

Disubmit: 14 Februari 2024

Diterima: 30 Maret 2024

Diterbitkan: 01 Mei 2024

Doi: <https://doi.org/10.33024/jkpm.v7i5.14284>

ABSTRAK

Kulit buah naga merah dapat dimanfaatkan sebagai media untuk interaksi secara kimia dengan larutan boraks secara sederhana. Kegiatan ini mempunyai tujuan yaitu demonstrasi tentang interaksi kimia antara antosianin di dalam kulit buah naga merah dengan larutan boraks dan dilanjutkan dengan diskusi dengan para siswa SMA Islam Terpadu Bina Ilmi. Pembuatan ekstrak cair dari kulit buah naga merah yaitu dengan metode sederhana dan mudah. Proses ini adalah mereaksikan kulit buah naga merah yang telah dihaluskan dengan aquades. Ekstrak cair kulit buah naga merah selanjutnya direaksikan dengan larutan boraks. Hasil dari demonstrasi yang telah dilakukan dinyatakan bahwa ekstrak cair kulit buah naga merah dapat dimanfaatkan sebagai medium untuk pengujian secara kualitatif senyawa boraks. Warna ekstrak cair kulit buah naga merah berubah menjadi warna ungu setelah diinteraksikan dengan larutan boraks.

Kata Kunci: *Ekstrak Cair, Boraks, Demonstrasi, Diskusi*

ABSTRACT

Peels from red dragon fruits can be utilized as a media for straightforward chemical reactions with solutions of borax. This activity had the aim of demonstrating the chemical interaction between anthocyanin in red dragon fruit peel and borax solution and was followed by a discussion with the students of Bina Ilmi Integrated Islamic High School. Making a liquid extract of red dragon fruit peel is done using a simple and easy method. This process involves reacting the mashed red dragon fruit peel with distilled water. The liquid extract of red dragon fruit peel is then reacted with a borax solution. The results of the demonstration that had been carried out stated that the liquid red dragon fruit extract of peel could be used as a medium for qualitative testing of borax compounds. The color of the liquid extract of red dragon fruit peel changes to purple after interacting with the borax solution.

Keywords: *Liquid Extract, Borax, Demonstration, Discussion*

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi yang cukup besar sebagai negara pengekspor produk hortikultura, termasuk buah-buahan segar yang memberikan vitamin dan mineral kepada tubuh serta memiliki rasa yang enak, aroma, dan warna yang menarik bagi mereka yang memakannya. Keluarga *Cactaceae*, atau kaktus, terdiri dari buah-buahan yang berasal dari Meksiko di Amerika Selatan. Namun, karena buah naga telah tersebar luas di banyak negara Asia, terutama Vietnam dan Thailand, sekarang lebih dikenal sebagai tanaman asia (Fatima, 2022). Masyarakat sangat menyukai buah naga karena rasanya yang enak. Kulit buah membentuk 30 hingga 35 persen berat buah naga. Antosianin, yang merupakan zat pewarna yang ditemukan dalam kulit buah naga merah, yang berfungsi untuk memberikan warna merah pada buah naga. Antosianin dapat berfungsi sebagai campuran warna secara alami pada makanan sehingga dapat digunakan secara aman untuk kesehatan (Kusumaningtyas *et al.*, 2019). Ingrath *et al.*, (2015) menyatakan setiap 100 gram kulit buah naga merah terkandung kadar senyawa antosianin $\pm 28,11$ mg. Dengan adanya antosianin, penggunaan secara luas antara lain untuk proses titrasi, misalnya titrasi asam basa dimana senyawa antosianin tersebut dapat sebagai reagen indikatornya (Meganingtyas & Alauhdin, 2021) serta untuk analisis kualitatif senyawa formalin (Kusumaningtyas *et al.*, 2019; Fatoni *et al.*, 2023; Novianti dan Yulianzah, 2023 ; Kusumawati *et al.*, 2020), boraks (Nastiti *et al.*, 2020 ; Darmawati *et al.*, 2023),

SMA Islam Terpadu Bina Ilmi terletak di Jl. Letjend Alamsyah Ratu Prawira Negara No. 88 RT/RW: 1/6, kelurahan Bukit Baru, kecamatan Ilir Barat I, kota Palembang, provinsi Sumatera Selatan. Berdasarkan data per 7 Januari 2024, tercatat 110 siswa yang terdaftar di SMA Islam Terpadu Bina Ilmi tersebut dengan rincian, 55 orang siswa laki-laki dan 55 orang siswa perempuan (Data kemendikbud, 2024).

Dalam ilmu kimia, istilah "kimia" mengacu pada dua hal: kimia sebagai produk, yang mencakup kumpulan pengetahuan yang terdiri dari fakta, asas, konsep, teori, dan prinsip-prinsip kimia, dan kimia sebagai proses, yang mencakup kemampuan dan perspektif yang dimiliki oleh para ilmuwan untuk belajar dan mengembangkan ilmu kimia (Chang, 2005). Jika pelajaran kimia hanya menekankan teori tanpa praktek, pelajaran akan menjadi membosankan, tidak menarik, dan akhirnya siswa akan menganggapnya sulit (Junaidi *et al.*, 2017). Oleh karena itu, sangat penting bahwa pembelajaran teori dan praktik disesuaikan, terutama dalam pembelajaran kimia di sekolah menengah atas. Pada dasarnya, kegiatan praktik, juga dikenal sebagai praktikum, adalah salah satu jenis kegiatan pembelajaran yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang materi aplikatif. Bekerja secara mandiri, dipandu, dan menggunakan sarana serta dengan mengamati secara langsung gejala dan proses kimia, kegiatan praktikum dapat memengaruhi tingkat keberhasilan siswa dalam pelajaran kimia (Simanjuntak *et al.*, 2017). Dampak positif dari kegiatan praktikum (kimia) yaitu dapat membantu siswa menjadi lebih mudah dalam memahami konsep, membuat pembelajaran lebih mudah diingat, dan menumbuhkan sikap ilmiah dan keterampilan berpikir ilmiah (Simanjuntak *et al.*, 2017).

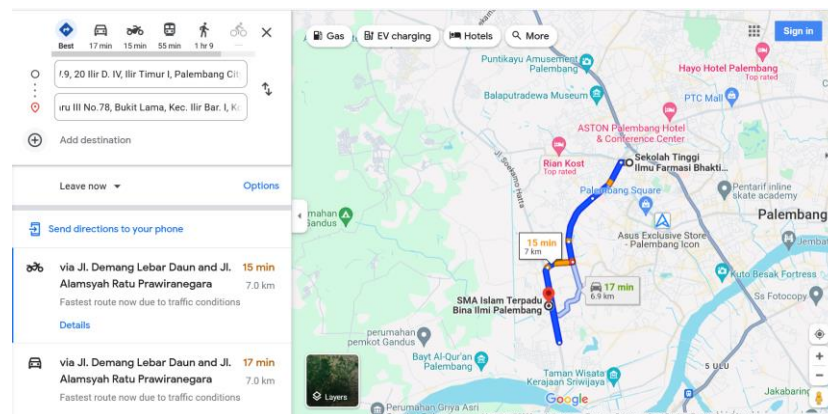
Pemanfaatan buah-buahan, tumbuhan, sayuran, umbi tumbuhan dan limbahnya untuk mendukung proses belajar mengajar sangat perlu dilakukan. Minarni *et al.*, (2023) memanfaatkan limbah buah dan sayuran pasar sebagai bahan baku pada pembuatan indikator asam basa alami. Harta *et al.*, (2020) memanfaatkan daun pisang sebagai bahan pendukung

pembelajaran ilmu kimia tentang asam basa. Salah satu alasan mengapa pemanfaatan bahan alam diperlukan adalah bahan alam dan atau limbahnya yang melimpah dapat membantu meningkatkan pemahaman akan fungsi dari ilmu kimia secara luas dan dapat dipraktekan secara langsung.

2. MASALAH DAN RUMUSAN PERTANYAAN

Pengambilan sari (senyawa kimia) yang ada dalam kulit buah naga merah dapat dilakukan oleh pelarut yang masuk golongan alkohol atau bukan alkohol (aquadest atau air). Pilihan pelarut untuk proses ekstraksi didasarkan pada berbagai faktor, termasuk keamanan, selektivitas, kelarutan, dan biaya (Guenther, 1987). Proses pengambilan senyawa organik oleh pelarut (alkohol atau bukan alkohol) sangat bergantung pada seberapa besar larutnya senyawa organik tersebut di dalam pelarut yang digunakan. Prinsip *like dissolve like* berlaku dalam proses tersebut yang berarti bahwa senyawa organik (zat terlarut) akan mudah larut dengan pelarut yang memiliki kesamaan sifat dengan zat terlarut tersebut. Air, etanol, metanol, dan aseton adalah beberapa contoh pelarut polar (Sudarmadji *et al.*, 1997).

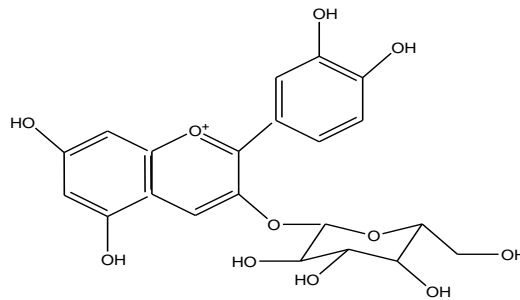
Menurut Kumalasari dan Musiam (2019), ada perbedaan sifat antara pelarut etanol (alkohol) dan air (non alkohol). Pelarut air dapat berfungsi sebagai pelarut dengan pertimbangan antara lain harganya murah, tersedia, kesetabilan terjaga, tidak mempunyai efek racun, mempunyai titik didih yang tinggi sehingga tidak gampang untuk menguap, dan sangat sulit untuk terbakar. Pelarut etanol mempunyai harga lebih mahal dari pada aquades. Penggunaan pelarut etanol atau aquades untuk ekstraksi kulit buah naga merah akan menjadi pertimbangan sebelum proses ekstraksi tersebut. Jika pelarut aquades yang digunakan dalam proses ekstraksi kulit buah naga merah maka akan diperoleh ekstrak cair kulit buah naga merah dan dapat sebagai medium dalam proses reaksi kimia yang terjadi antara ekstrak cair kulit buah naga merah dengan larutan boraks. Berdasarkan pernyataan tersebut diatas, maka perlu adanya demonstrasi dengan mereaksikan ekstrak cair kulit buah naga merah dengan larutan boraks oleh para siswa kelas 10 SMA Islam Terpadu Bina Ilmi sehingga diharapkan memiliki pemahaman yang jelas tentang proses pembelajaran mata Pelajaran kimia. Gambar 1 menunjukkan lokasi kegiatan PKM di SMA Islam Terpadu Bina Ilmi.



Gambar 1. Tempat dan alamat kegiatan pengabdian kepada Masyarakat

3. KAJIAN PUSTAKA

Antosianin merupakan pigmen terbesar yang larut dalam air. Antosianin dapat ditemukan di hampir semua bagian tanaman - termasuk daun, umbi, akar, batang, buah, dan bunga. Antosianin ada dalam berbagai warna, seperti merah, pink, ungu dan biru. Secara umum struktur kimia antosianin berubah sebagai perubahan pH (Marpaung & Ramdhani, 2020). Komposisi kimia dari buah naga merah adalah *delphinidin 3-glucoside*, *cyanidin 3-glucoside*, *peonidin 3-glucoside*, *pelargonidin 3-glucoside*, *delphinidin*, dan *cyanidin*, dimana komposisi kimia yang terbesar adalah *cyanidin 3-glucoside* (Saenjum *et al.*, 2021). Struktur kimia *cyanidin 3-glucoside* seperti dalam gambar 2.



Gambar 2. Struktur kimia *cyanidin 3-glucoside* (Aguirre *et al.*, 2016)

Pada kondisi basa, antosianin berwarna biru, tetapi dalam larutan asam berwarna merah. Meskipun antosianin dianggap sebagai salah satu flavonoid, mereka memiliki muatan yang bersifat positif (+) di atom oksigen pada ring atom karbon (C) yang terdapat di struktur kimia senyawa flavonoid (Khoo *et al.*, 2017). Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Ovando *et al.*, (2009) bahwa spesies dominan pada pH 1 adalah warna merah dari kation *flavylium*. Sebaliknya, untuk pH 2 - 4, spesies senyawa quinoidal mempunyai warna biru yang dominan.

Boraks mengandung atom Boron (B) dan Oksigen (O) adalah campuran garam mineral dengan konsentrasi tinggihan berwarna putih serta memiliki sebutan kimia natrium tetraborat dekahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Natrium tetraborat adalah zat pengikat silang untuk polimer yang larut dalam air yang mencakup polisakarida yang terhidrolisis sebagian. Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) adalah mineral dengan toksisitas rendah dengan sifat sebagai insektisida, fungisida, dan herbisida (Sringam *et al.*, 2020). Boraks dapat sebagai basa lemah dengan pH antara 9,15 - 9,20, larut dalam pelarut air yang berkisar sebesar 62,5 g/L (25°C) dan semakin tinggi suhu air, maka kelarutan boraks dalam air akan semakin meningkat (Kurniawan *et al.*, 2022).

Ikatan kimia apa yang terjadi antara senyawa boraks dan antosianin yang terkandung dalam ekstrak cair kulit buah naga merah?. Secara teori yang mendekati jawaban dari pertanyaan tersebut adalah ikatan kovalen koordinasi. Ikatan ini pertama kali diperkenalkan oleh G.N. Lewis hampir seabad yang lalu, konsep ikatan kovalen koordinasi ini terbentuk ketika dua atom berbagi pasangan elektron tetap sebagai dasar kimia yang kuat, dan sebagai dasar tentang ikatan tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga, serta pasangan elektron bebas elektron pada suatu atom (Lawrance, 2009). Berdasarkan pernyataan diatas maka tujuan dari proses PKM ini adalah untuk memberikan secara teori gambaran tentang ikatan kimia yang terjadi antara

antosianin dengan senyawa boraks dan *feedback* dari kegiatan demonstrasi (PKM) yang telah dilakukan.

4. METODE

Metode kegiatan PKM yang digunakan adalah :

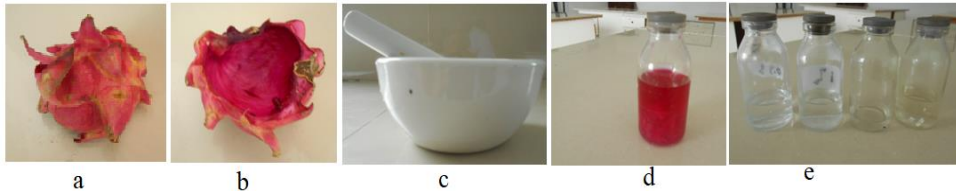
1. Perizinan
Institusi penyuluh bersurat resmi yang berisi permohonan izin (waktu, tempat dan peserta) yang disertai dengan proposal kegiatan PKM kepada mitra yang akan dijadikan tempat PKM.
2. Persiapan bahan-bahan (kulit buah naga merah, aquades, boraks dan lainnya) dan alat-alat (peralatan gelas atau non gelas standar laboratorium) untuk kegiatan PKM.
3. Prosedur baku untuk membuat ekstrak cair kulit buah naga merah 10 % (b/v) mengacu pada hasil penelitian oleh Nastiti *et al.*, (2020) yang telah dimodifikasi : kulit buah naga yang sudah bersih dan dirajang kecil-kecil kemudian ditimbang sebanyak 10 g. Hasil penimbangan kemudian dimasukkan mortar yang sudah bersih dan kemudian ditumbuk hingga halus dengan alu porselin, setelah halus dimasukkan kedalam labu takar volume 100 mL. Sebagai pelarut, aquades dimasukkan kedalamnya hingga mencapai volume 100 mL. Hasil yang diperoleh adalah ekstrak cair kulit buah naga merah. Dipindahkan ekstrak cair kulit buah naga merah dalam tempat yang telah bersih (wadah botol) dan selanjutnya disimpan didalam lemari pendingin untuk penggunaan selanjutnya.
4. Pembuatan larutan boraks dengan konsentrasi 0,5 ; 1 ; 2 dan 3 % (b/v) masing-masing sebanyak 50 mL. Ditimbang padatan boraks berturut-turut 0,25 ; 0,5 ; 1 dan 1,5 g dan masing-masing dimasukkan ke dalam labu takar volume 50 mL dan diencerkan dengan pelarut aquades sampai batas volume 50 mL.
5. Prosedur pengujian secara kualitatif senyawa boraks dengan ekstrak cair kulit buah naga merah adalah :
 - a) Disiapkan 6 buah tabung reaksi, masing-masing tabung reaksi diberi kode A, B, C, D, E dan F.
 - b) Setiap tabung reaksi diisi dengan 10 tetes ekstrak cair kulit buah naga merah.
 - c) Sebagai pembanding yaitu tabung reaksi kode A dan B, hanya saja tabung reaksi kode B ditambah juga dengan 10 tetes aquades.
 - d) Tabung reaksi C, D, E dan F ditambah dengan 10 tetes ekstrak cair kulit buah naga merah, secara berurutan masing-masing ditambah 10 tetes larutan boraks dengan konsentrasi 0,5 ; 1 ; 2 dan 3 % (b/v). Campuran kemudian diamati perubahan warna yang terjadi.
6. Penyuluhan dan demonstrasi di dalam kelas
Peserta berjumlah 19 orang siswa dalam kegiatan PKM ini. Penyuluh memaparkan proses pembuatan ekstrak cair kulit buah naga merah dengan bagan alir hasilnya di interaksikan dengan larutan boraks. Demonstrasi langsung interaksi atau reaksi kimia antara ekstrak cair kulit buah naga merah dengan larutan boraks oleh para siswa dimaksudkan sebagai wujud aplikasi mata pelajaran kimia. Setelah dilakukan penyuluhan dan demonstrasi, dilakukan proses diskusi (tanya jawab) antara tim penyuluh dengan para siswa-siswi hingga diadakan angket kuisioner yang diisi oleh para siswa-siswi sebagai *feedback* dari kegiatan PKM tersebut.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Proses pembuatan ekstrak cair kulit buah naga merah

Bahan yang digunakan adalah kulit buah naga merah, larutan boraks dan aquades sebagai pelarut. Alat standar laboratorium yang digunakan antara lain mortar, alu porselin dan labu ukur 100 mL. Bahan, alat dan hasil terlihat seperti dalam gambar 3.



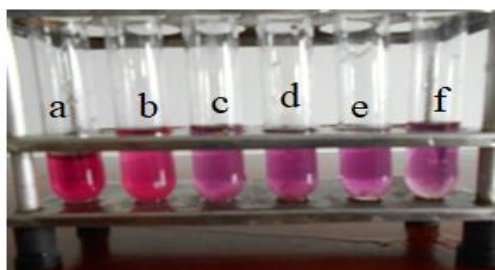
Gambar 3. Bahan, alat dan hasil preparasi : buah (a) dan kulit buah naga merah (b), mortar dan alu porselin (c), ekstrak cair kulit buah naga merah (d) dan larutan boraks (e).

Proses demonstrasi

Proses demonstrasi atau mereaksikan antara larutan boraks dan ekstrak cair kulit buah naga merah oleh para siswa/i SMA Islam Terpadu Bina Ilmi seperti dalam gambar 4 dan hasil akhir warna yang diperoleh setelah proses uji kualitatif larutan boraks oleh ekstrak cair kulit buah naga merah dimana sebagai pembanding ekstrak cair kulit buah naga merah saja (a), ekstrak cair kulit buah naga merah setelah ditambah aquades (b) dan ekstrak cair kulit buah naga merah setelah masing-masing ditambah larutan boraks dengan konsentrasi 0,5 ; 1; 2 dan 3 % (b/v) seperti terangkum dalam gambar 5.



Gambar 4. Para siswa/i sedang mempraktekkan uji kualitatif larutan boraks dengan ekstrak cair kulit buah naga merah



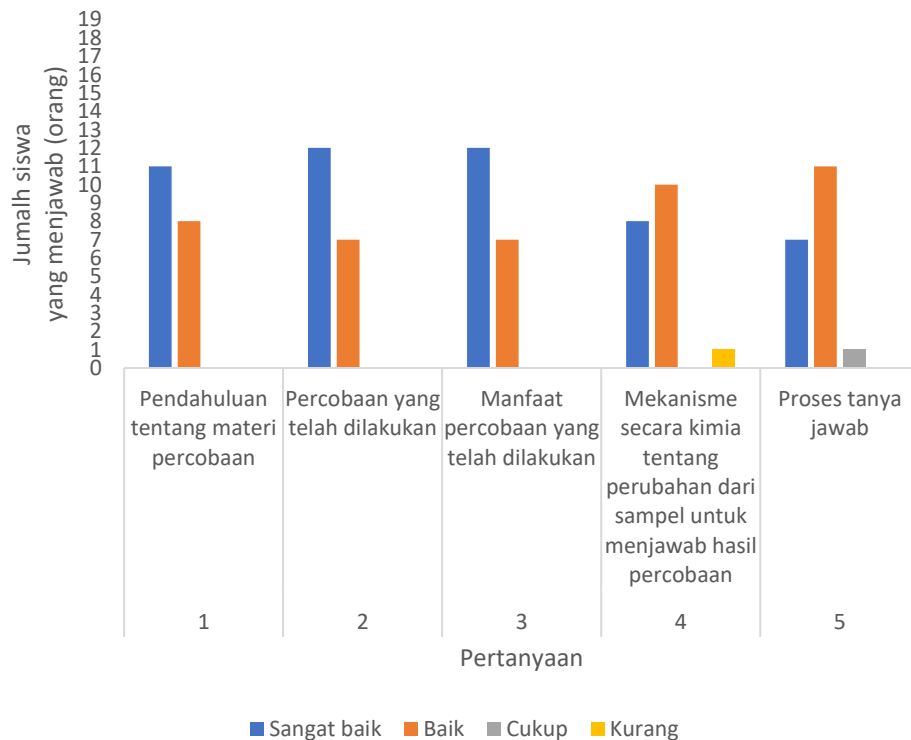
Gambar 5. Hasil pengujian secara kualitatif larutan boraks oleh ekstrak cair kulit buah naga merah (c-f), ekstrak cair kulit buah naga merah (a) dan ekstrak cair kulit buah naga merah ditambah dengan aquades (b).

Proses tanya jawab

Kegiatan penyuluhan diikuti oleh 19 orang siswa-siswi SMA Islam Bina Ilmi kota Palembang. Setelah dilakukan penyuluhan dan demonstrasi, maka dilanjutkan dengan proses tanya jawab seperti dalam gambar 5 dan pengisian kuisioner sebagai umpan balik dan terangkum seperti dalam gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Proses tanya jawab (a,b)



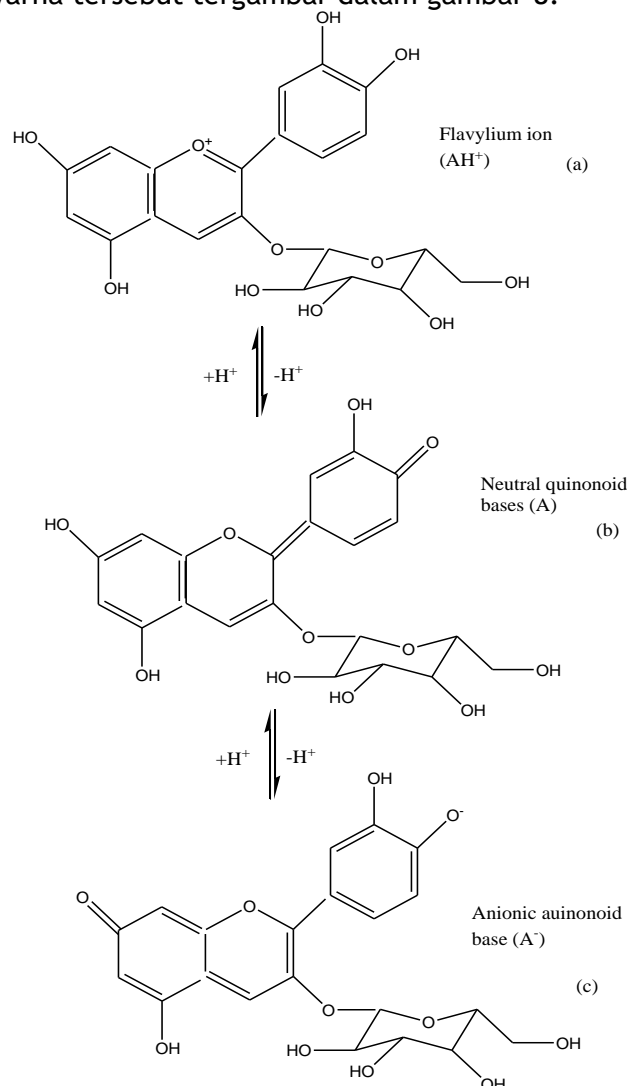
Gambar 7. Grafik hasil *feedback* dari kegiatan penyuluhan dan demonstrasi

b. Pembahasan

Antosianin dapat diekstraksi dengan menggunakan pelarut polar, seperti etanol dan aquades. Pelarut aquades dapat digunakan dalam proses ekstraksi senyawa antosianin karena kelarutan senyawa antosianin

dalam pelarut aquades, menurut prinsip “*like dissolve like*” (Tensiska *et al.*, 2007 ; Amelia *et al.*, 2013 ; Sugiarto *et al.*, 2022).

Hasil Uji kualitatif antara larutan boraks dengan konsentrasi 0,5 ; 1 ; 2 dan 3 % (b/v) dan ekstrak cair kulit buah naga merah menunjukkan dimana hasil yang diperoleh terjadi perubahan warna dari campuran menjadi warna ungu (gambar 4 c-f). Warna ungu tersebut sesuai dengan pernyataan yang telah dikemukakan oleh Darmawati *et al.*, (2023). Warna merah (sedikit memudar) akan tetap jika campuran antara ekstrak cair kulit buah naga merah ditambahkan dengan aquades (sebagai pembanding, Gambar 4 b), hal ini sesuai dengan pernyataan oleh Fatoni *et al.*, (2023). Sedangkan warna ekstrak cair kulit buah naga merah tetap merah tanpa ditambah aquades atau larutan boraks (Gambar 4 a). Perubahan warna tersebut tergambar dalam gambar 8.

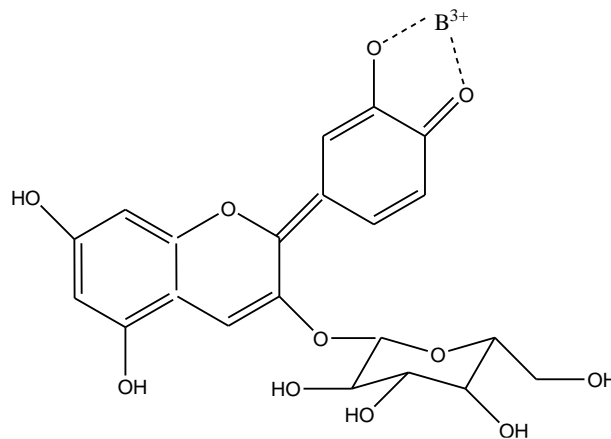


Gambar 8. Perubahan struktur kimia antosianin (Dangles & Fenger, 2018).

Antosianin berubah warna pada tingkat pH yang berbeda karena struktur molekulnya sebenarnya berubah seiring dengan perubahan pH larutan dari asam ke basa dan sebaliknya. Hal ini menjadikan pigmen ini unik dibandingkan warna alami lainnya. Pada pH rendah sekitar 3, molekul

antosianin 'terprotonasi'. Ini berarti gugus -OH fenolik (Gambar 8 a) memiliki hidrogen. Dalam lingkungan ini, antosianin adalah ion positif, atau kation. Ia menyerap cahaya dalam spektrum biru-hijau (kira-kira pada $\lambda = 450-560$ nm) dan tampak merah di mata manusia. Namun, ketika pH lingkungan meningkat, molekul antosianin menjadi 'terdeprotonasi' - proton dikeluarkan dari gugus fenol - dan penyerapan cahaya molekul bergeser, sekarang menyerap cahaya dalam spektrum kuning-oranye (kira-kira pada $\lambda = 570-620$ nm) memberikan tampilan ungu kebiruan pada mata manusia (Gambar 8.b)

Di dalam keadaan asam, sebagian antosianin tampak berwarna merah. Antosianin mempunyai rona ungu pada pH netral sedangkan warnanya berubah menjadi biru pada kondisi pH yang meningkat (Gambar 8 c) (Khoo *et al.*, 2017). Peneliti lainnya menyatakan bahwa pada larutan dengan pH lebih rendah ($\text{pH} < 3$), sianidin (golongan antosianin) tampak berwarna merah, ungu pada pH 7-8; antosianin berwarna biru pada pH sangat tinggi ($\text{pH} > 11$) (Torskangerpoll, and Andersen, 2005). Perubahan warna antosianin dari hasil uji kualitatif menunjukkan adanya reaksi kimia antara antosianin dan senyawa borak (atom boron, B) seperti dalam gambar 9 berdasarkan usulan yang telah dilakukan oleh Ito *et al.*, (2019) dan Estevez *et al.*, (2021) dimana terjadi interaksi secara kimia antara struktur kimia antosianin (atom oksigennya) dengan ion logam (M^{n+}) menurut teori ikatan kovalen koordinasi.



Gambar 9. Reaksi kimia yang diusulkan antara struktur kimia antosianin dengan ion boron (B^{3+}).

Untuk memperkaya kegiatan PKM ini, maka diadakan proses tanya jawab dan menyebarkan kuisisioner sebagai *feedback* dari kegiatan demonstrasi dan tanya jawab yang telah dilaksanakan. Hasil *feedback* menunjukkan bahwa kegiatan PKM mendapat sambutan yang positif baik dari siswa-siwi (peserta). Gambar 6 menunjukkan bahwa penyuluhan atau percobaan yang telah dilakukan oleh para peserta PKM mempunyai respon yang baik. Isi dalam pertanyaan kuisisioner dari nomor 1 hingga 5 mendapat jawaban yang beragam dari para peserta PKM, rata-rata baik hingga sangat baik. Berdasarkan hasil kuisisioner tersebut, para siswa-siwi telah melakukan percobaan (demonstrasi) yang bermanfaat. Manfaat yang dimaksud adalah bagi para siswa-siswa dapat menambah wawasan keilmuannya dalam mata pelajaran kimia dan praktikumnya.

6. KESIMPULAN

Ekstrak cair kulit buah naga merah dapat direaksikan dengan senyawa boraks. Hal ini ditandai adanya perubahan warna dari ekstrak cair kulit buah naga merah dari warna merah (awal) menjadi warna ungu (akhir). Siswa mampu melakukan demonstrasi langsung tentang mekanisme, reaksi kimia dan pengujian secara kualitatif antara senyawa boraks dengan antosianin (ekstrak cair kulit buah naga merah).

Saran

Perlu dilakukan penambahan polivinil alkohol (PVA) terhadap ekstrak cair kulit buah naga merah untuk membentuk suatu produk film. Film tersebut nantinya dapat digunakan untuk penelitian uji kualitatif senyawa atau larutan boraks atau formalin. Hasil penelitian tersebut nantinya akan digunakan untuk kegiatan PKM selanjutnya.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Aguirre, F. J.O., García, J. R., Ruiz, N del R. M., Robles, A. I. C., Díaz, S. O. M., Parrilla, E. A., Aguilar, G. A. G., de la Rosa, L. A., Jiménez, A. R., & Medrano, A. W. (2016). Review Cyanidin-3-O-glucoside: Physical-Chemistry, Foodomics and Health Effects. *Molecules*, 21, 1264. doi:10.3390/molecules21091264
- Amelia, F., Afnani, G.N., Musfiroh, A., Fikriyani, A.N., Ucche, S., & Murruckmihadi, M. (2013). Extraction and Stability Test of Anthocyanin from Buni Fruits (*Antidesma Bunius* L) as an Alternative Natural and Safe Food Colorants. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 1(2), 49-53. DOI: <https://doi.org/10.14499/jfps>
- Chang, R. (2005). *Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti*. Erlangga. Jakarta.
- Dangles, O., & Fenger, J.A. (2018). The Chemical Reactivity of Anthocyanins and Its Consequences in Food Science and Nutrition. *Molecules*, 23(8), 1970. doi: 10.3390/molecules23081970.
- Data kemendikbud, (2024). <https://sekolah.data.kemdikbud.go.id/index.php/chome/profil/6da1cb5a-ebb4-49de-9e55-96ae99f4f21c> (diakses tanggal 7-01-2024).
- Darmawati, D., Usman, U., Nur, N. E., Nursamsi, N., & Asri, M. (2023). Identifikasi Boraks dengan Indikator Alami Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus Polyrhizus*) Pada Jajanan Bakso di Kecamatan Galang. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(5), 393-399.
- Estevez, L., Queizan, M., Mosquera, R. A., Guidi, L., Lo Piccolo, E., & Landi, M. (2021). First Characterization of the Formation of Anthocyanin-Ge and Anthocyanin-B Complexes through UV-Vis Spectroscopy and Density Functional Theory Quantum Chemical Calculations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69, 1272-1282. <https://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.0c06827>
- Fatima, S. (2022). *Optimalisasi Kualitas Buah Naga Pasca Panen*. CV. Eureka Media Aksara. Purbalingga.
- Fatoni, A., Sirumapea, L., Rasyad, A. A., Sriwijaya, R. A., & Hidayati, N. (2023). Pemanfaatan kulit buah naga merah (*hylocereus polyrhizus*) sebagai media uji kualitatif larutan formalin: edukasi aplikasi ilmu kimia kepada siswa/i SMA N 1 Tanjung Lago Banyuasin Sumatera

- Selatan. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(10), 4244-4253. Doi: <https://doi.org/10.33024/jkpm.v6i10.11175>
- Guenther, E. (1987). *Minyak Atsiri*. Jilid 1. UI Press. Jakarta.
- Harta, J., Limbong, S. A., & Waruwu, E.E. (2020). Pengembangan media pembelajaran asam basa inovatif berbasis *green labyrinth* untuk SMA. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 5(1), 17-31.
- Ingrath, W., Nugroho, W. A., & Yulianingsih, R. (2015). Ekstraksi pigmen antosianin dari kulit buah naga merah (*hylocereus costaricensis*) sebagai pewarna alami makanan dengan menggunakan microwave (kajian waktu pemanasan dengan microwave dan penambahan rasio pelarut aquades dan asam sitrat). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3(2),1-8.
- Ito, T., Aoki, D., Fukushima, K., & Yoshida, K. (2019). Direct mapping of hydrangea blue-complex in sepal tissues of *Hydrangea macrophylla*. *Scientific Reports*, 9, 5450. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41968-7>
- Junaidi, E., Hadisaputra, S., Hakim, A., & Alldrus, S. W. (2017). Kajian Pelaksanaan Praktikum Kimia Di Sekolah Menengah Atas Negeri Se Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 2(1), 101-11.
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S.T, & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61, 1361779. <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>
- Kumalasari, E., & Musiam, S. (2019). Perbandingan pelarut etanol-air dalam proses ekstraksi daun bawang dayak (*eleutherine palmifolia* linn) terhadap aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 2(1), 98-107.
- Kurniawan, D., Pramaningsih, V., Rusdi, R., & Lesmana, O. D. (2022). Absorpsi antosianin buah anggur (*vitis vinifera*) pada kertas saring whatmann no. 41 dan whatmann no. 42 untuk identifikasi boraks. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 19(2), 201-210. DOI: <https://doi.org/10.31964/jkl.v19i2.481>
- Kusumaningtyas, N. M., Mar'ah, B. E. C., & Haniyah, C. U. (2019). Uji efektivitas perasan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan jeruk nipis (*citrus aurantifolia*) untuk mendeteksi formalin pada ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Pharmasipha*, 3(1),1-8.
- Kusumawati, M., Abidin, D., Muhamad, M., & Sukmawati, D. (2020). Sosialisasi kulit buah naga sebagai solusi pendeteksi formalin pada makanan basah. *MADDANA : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1),13-19.
- Lawrance, G. A. (2009). *Introduction to Coordination Chemistry*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester. <https://doi.org/10.1002/9780470687123>
- Meganingtyas, W., & Alauhdin, M. (2021). Ekstraksi Antosianin dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*) dan Pemanfaatannya sebagai Indikator Alami Titrasi Asam-Basa. *AgriTECH*, 41(3), 278-284.
- Marpaung, A. M., & Ramdhani, R. P. (2020). Color Characteristics and Stability of Anthocyanin in Fresh *Thunbergia erecta* Flower Extract. *Indonesian Journal of Natural Pigment*, 2(2), 31-35.
- Minarni, M., Epinur, E., Yusnidar, Y., & Fuldiaratman, F. (2023). Pemanfaatan Limbah Buah dan Sayuran Pasar Sebagai Bahan Baku Pada Pembuatan Indikator Asam Basa Alami Pada Praktikum Kimia Untuk Meningkatkan

- Kompetensi 4C Peserta Didik SMAN 7 Sarolangun. *JPM Pinang Masak*, 4(1), 15-23. DOI: <https://doi.org/10.22437/jpm.v4i1.25408>
- Nastiti, A. A., Ayun, Q., & Malis, E. (2020). Analisis borak dengan menggunakan metode komparator warna dari kulit buah naga merah. *Jurnal Crystal*, 2(2), 28-40.
- Novianty, N., & Yulianzah, R. (2023). Deteksi formalin pada tahu menggunakan ekstrak antosianin dari kulit naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Masker Medika*, 11(1), 190-194. <https://doi.org/10.52523/maskermedika.v11i1.535>
- Ovando, A.C., 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, 859-871. doi:10.1016/j.foodchem.2008.09.001
- Saenjum, C., Pattananandecha, T., & Nakagawa, K. (2021). Antioxidative and Anti-Inflammatory Phytochemicals and Related Stable Paramagnetic Species in Different Parts of Dragon Fruit. *Molecules*, 26, 3565. <https://doi.org/10.3390/molecules2612356>
- Simajuntak, N.D.P., Rohiat, S., & Elvinawati, E. (2017). Hubungan Antara Sarana Laboratorium Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XI MIPA 5 di SMA Negeri 3 Kota Bengkulu. *Alotrop*, 1(2), 102-105.
- Sringam, J., Trongsatitkul, T., & Suppakarn, N. 2020. Effects of borax and montmorillonite contents on mechanical properties of cassava starch-based composite hydrogels. *AIP Conference Proceedings*, 2279, 070005 <https://doi.org/10.1063/5.0022969>
- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (1997). *Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberti. Yogyakarta.
- Sugiarto, B., Rirung, Y., Ardiyani, A.N., & Achmad, Z. (2022). Extraction of natural color of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L) with variables pH-temperature and concentration for food coloring, *Journal Techno*, 8(2), 075 - 082.
- Torskangerpoll, K., & Andersen, Ø. M. (2005). Colour stability of anthocyanins in aqueous solutions at various pH values. *Food Chemistry*, 89(3), 427-440. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.002>
- Tensiska, T., Sukarminah, E., & Natalia, D. (2007). Ekstraksi pewarna alami dari buah arben (*Rubus idaeus* Linn) dan aplikasinya pada sistem pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 18(1), 25-31.