

Karakteristik Fitokimia Mikroenkapsulasi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) Varietas Antin 3 dengan Kitosan dan Alginat

[*Phytochemical Characteristics of Microencapsulated Purple Sweet Potato (Ipomoea batatas L.) Antin 3 Variety with Chitosan and Alginate*]

Aldila Sagitaning Putri^{1*}, Anisa Rachma Sari¹, Mita Nurul Azkia¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Semarang, Arteri Soekarno Hatta, Jawa Tengah

* Email korespondensi : aldilasp_ftp@usm.ac.id

ABSTRACT

Microencapsulation is one of the techniques used to protect and increase the stability of bioactive compounds contained in natural materials, such as purple sweet potato. Purple sweet potato variety Antin 3 contains various phytochemical compounds that have potential as a source of antioxidants, but these compounds are easily degraded by external factors. This study aims to evaluate the differences in phytochemical characteristics of microencapsulated purple sweet potato variety Antin 3 with chitosan and alginate dressing materials. Microencapsulation was done using spray drying method and characterization was done by measuring total phenol content, antioxidant activity, and anthocyanin. The research method used is an experimental method with a randomized block design (RBD) consisting of one factor, namely the difference in coating materials: chitosan and alginate. The results showed significant differences in phytochemical characteristics between the two coating materials, where alginate produced microencapsulation with higher levels of anthocyanin and total phenolic phenol compounds. However, results encapsulated with chitosan showed higher antioxidant activity although not significantly different. Alginate microencapsules also had smaller and more uniform particle size. These findings may provide further information regarding the choice of coating materials in the development of more stable and effective purple sweet potato-based products.

Keywords: microencapsulation of phytochemicals, bioactive stability, characterization of phenolic compounds

ABSTRAK

Mikroenkapsulasi adalah salah satu teknik yang digunakan untuk melindungi dan meningkatkan stabilitas senyawa bioaktif yang terkandung dalam bahan alami, seperti ubi jalar ungu. Ubi jalar ungu varietas Antin 3 mengandung berbagai senyawa fitokimia yang berpotensi sebagai sumber antioksidan, namun senyawa-senyawa ini mudah terdegradasi oleh faktor eksternal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perbedaan karakteristik fitokimia dari mikroenkapsulasi ubi jalar ungu varietas Antin 3 dengan bahan penyalut kitosan dan alginat. Mikroenkapsulasi dilakukan menggunakan metode spray drying dan karakterisasi dilakukan dengan mengukur kadar total fenol, aktivitas antioksidan, dan antosianin. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan acak kelompok (RAK) satu faktor yaitu perbedaan bahan penyalut yaitu kitosan dan alginat. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam karakteristik fitokimia antara kedua bahan penyalut, di mana alginat menghasilkan mikroenkapsulasi dengan kadar senyawa antosianin dan total fenol fenolik sebesar 61,20 mg/100g, namun hasil enkapsulasi dengan kitosan justru menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi yaitu sebesar 50,75%, meskipun tidak berbeda secara signifikan. Mikroenkapsul alginat juga memiliki ukuran partikel yang lebih seragam. Temuan ini dapat memberikan informasi lebih lanjut mengenai pilihan bahan penyalut dalam pengembangan produk berbasis ubi jalar ungu yang lebih stabil dan efektif.

Kata kunci: mikroenkapsulasi fitokimia, stabilitas bioaktif, karakterisasi senyawa fenolik

Pendahuluan

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) adalah salah satu tanaman pangan yang kaya akan senyawa bioaktif, termasuk antosianin, flavonoid, dan polifenol, yang memiliki aktivitas antioksidan yang sangat baik. Senyawa antosianin pada ubi ungu terdapat dalam jumlah yang cukup besar yaitu sekitar 24,6 mg/100 g sampai dengan 45,1 mg/100 g berat segar ubi ungu (Yunilawati et al, 2018). Jumlah ini bisa meningkat tergantung pada varietas ubi jalar ungu yang ditunjukkan dengan kepekatan warna ungu pada umbi. Salah satu varietas ubi jalar ungu yang dikembangkan oleh Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) yaitu varietas Antin 3 bahkan memiliki antosianin hingga 288,89 mg/100 g (Kurniasari et al., 2021). Berdasarkan penelitian, antosianin tidak hanya terdapat pada daging umbi saja, bahkan bagian kulit ubi jalar ungu juga mengandung antosianin yang lebih tinggi yaitu mencapai rata – rata sebesar 521,84 -729,74 mg/100g (Dewi R., 2014).

Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian terhadap potensi kesehatan dari ubi jalar ungu semakin meningkat, terutama terkait dengan pencegahan penyakit degeneratif yang dipicu oleh stres oksidatif. Namun, senyawa-senyawa bioaktif tersebut rentan terhadap degradasi oleh faktor lingkungan, seperti cahaya, panas, dan oksigen. Mikroenkapsulasi merupakan salah satu teknik yang efektif untuk mengatasi masalah ini. Teknik ini melibatkan pembungkusan senyawa bioaktif dalam suatu matriks atau bahan penyalut untuk melindungi senyawa-senyawa tersebut dari kerusakan eksternal dan memperpanjang masa simpannya (Chuysinuan et al., 2020)

Beberapa bahan penyalut yang sering digunakan dalam mikroenkapsulasi adalah polisakarida alami, seperti kitosan dan alginat. Kitosan merupakan polisakarida yang diperoleh dari kitin yang ditemukan pada exoskeleton krustasea (Kanani et al., 2023), sedangkan alginat merupakan hidrokoloid yang diperoleh dari Phaeophyceae (ganggang coklat) (Lokollo & Hukubun, 2022). Polimer hidrokoloid bersifat larut air sehingga banyak digunakan dalam industri makanan sebagai pengental, pembentuk gel, penstabil, dan terutama sebagai pembentuk lapisan film (Herawati, 2018). Kedua bahan ini memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal kemampuan membentuk matriks, kestabilan, dan kemampuan melindungi senyawa bioaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perbedaan karakteristik fitokimia mikroenkapsulasi ubi jalar ungu varietas Antin 3 dengan bahan penyalut kitosan dan alginat. Beberapa parameter yang dianalisis meliputi kandungan total fenolik, aktivitas antioksidan, serta antosianin dari partikel mikroenkapsulasi yang dihasilkan.

Bahan dan metode

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah ubi jalar ungu varietas Antin 3 yang didapatkan dari Kelompok Tani Adil Desa Karanglo dan Desa Bandar Dawung, Karanganyar, alginat dan kitosan yang didapatkan dari Toko Bahan Kimia, serta reagen kimia berupa etanol 96% Alat yang digunakan meliputi peralatan gelas, rotary evaporator (RV 10 Digital V-C), centrifuge (MD 12 CE), Spektrofotometer UV-1800 (Shimadzu), spray dryer.

Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap satu faktorial berupa perbedaan jenis bahan penyalut. Bahan penyalut yang digunakan adalah kitosan dan alginat. Penelitian ini menggunakan tiga kali ulangan sehingga terdapat 6 kali percobaan. Obyek penelitian adalah ubi jalar ungu varietas

Antin 3. Penelitian terdiri dari tiga tahap penelitian yaitu ekstraksi senyawa bioaktif, enkapsulasi dan karakterisasi hasil mikroenkapsulasi ubi jalar ungu varetas Antin 3.

Pelaksanaan penelitian

Ekstraksi Komponen Bioaktif

Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode maserasi dengan pelarut etanol. Sebanyak 50 gram sampel ubi ungu yang masih segar dimasukkan ke dalam homogenizer pada suhu 4°C. Pasta yang terbentuk dicampur dengan 175 mL etanol 80% (etanol : air = 80:20) yang mengandung 0,1% HCl. Kemudian, larutan sampel disaring menggunakan corong pemisah dibantu kertas saring dan pompa vakum sampai tersaring seluruhnya. Filtrat yang terbentuk kemudian dimasukkan ke dalam centrifuge dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Kemudian larutan tersebut disaring kembali menggunakan kertas saring Whatman 40 dan pompa vakum sampai tersaring seluruhnya. Selanjutnya, 0,01 mL HCl dicampurkan dengan 100 mL aquadest dan diambil 25 mL dari larutan tersebut, kemudian dicampurkan dengan 100 mL larutan sampel. Filtrat dan ekstrak dipisahkan dengan rotary evaporator dengan kecepatan 40 rpm dan suhu 35°C selama ±2 jam.

Mikroenkapsulasi dengan Spray Dryer

Ekstrak pekat ubi jalar ungu dilarutkan pada buffer KCl pH 1,0 dengan perbandingan 1:1. Untuk larutan penyalut, alginat/kitosan (0,1% b/v) dilarutkan dalam larutan asam asetat pH 2,6 (1,0% v/v). Kemudian, ekstrak sebanyak 1 mL (pH 1,0) ditambahkan ke dalam 20 mL larutan penyalut pH 2,6 (0,1% b/v). Selanjutnya, suspensi enkapsulasi tersebut dimasukkan ke dalam spray dryer dengan penambahan alginat/kitosan sebanyak 10% terhadap sampel dengan suhu 105°C sampai larutan habis. Kapsul dan supernatan yang terbentuk dipisahkan untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

Pengujian Total Antosianin

Scanning panjang gelombang maksimum dari ekstrak ubi ungu menggunakan spektrofotometri UV-VIS. Sebanyak 0,5 ml dari ekstrak dilarutkan dalam 5 ml metanol menggunakan labu ukur, lalu sebanyak 1 mL dari labu ukur 5 ml dilarutkan dalam methanol 10 mL menggunakan labu ukur 10 mL dan dilakukan pengukuran dengan $\lambda = 400-800$ nm. Analisis kandungan antosianin total menggunakan teknik selisih pH memakai nilai pH 1,0 dan 4,5. Larutan sampel dilarutkan dalam larutan penyangga pH 1,0 KCl dan larutan penyangga natrium asetat pH 4,5. Sampel hasil preparasi dianalisis pada panjang gelombang maksimal 700 nm (Anggraini & Andani, 2022).

Pengujian Total Fenol

Pengujian total fenol digunakan asam galat sebagai pembanding. Kurva kalibrasi ekstrak ditentukan dengan cara mencampurkan 0,5 mL larutan ekstrak dengan 5 mL pereaksi Follin Ciocalteu (yang telah diencerkan dengan aquadest 1:10) dan 4 mL Natrium Karbonat 1M kemudian diinkubasi selama 15 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 765 nm kemudian dibuat kurva kalibrasi dan diperoleh persamaan regresi. Total fenol diperoleh berdasarkan persamaan regresi linear dari kurva kalibrasi asam galat dan dihitung sebagai galat ekuivalen per 100 gram ekstrak (g GAE/ 100 g) (Suhendy et al., 2022).

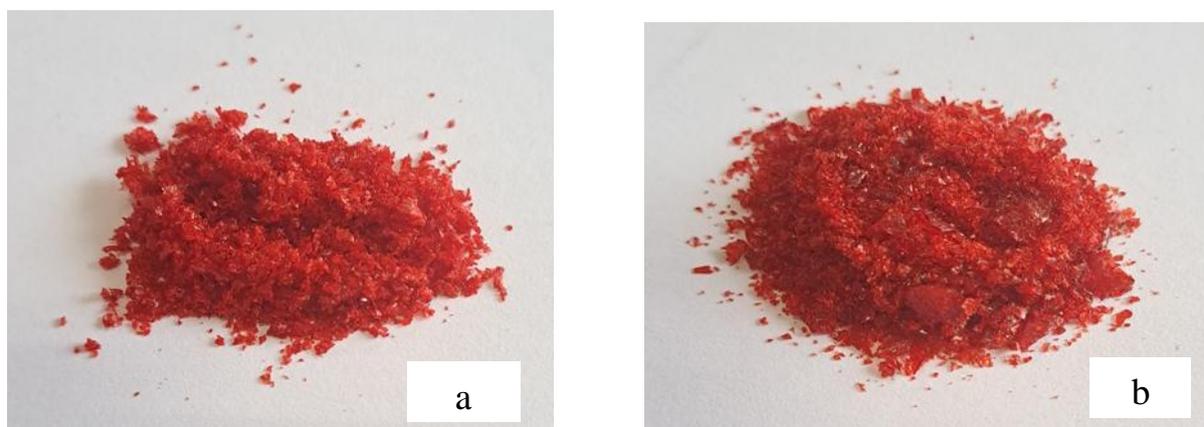
Pengujian Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Pembuatan larutan blanko dilakukan dengan mengambil 2 ml metanol dan 2 ml DPPH. Larutan induk sampel dibuat dengan menambahkan 10 mg sampel ke dalam 10 ml metanol. Pembuatan larutan konsentrasi 5 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 60 ppm, dan 100 ppm dilakukan dengan pipeting larutan induk sesuai dengan konsentrasi dan ditambahkan metanol hingga mencapai 10 mL. Tiap larutan konsentrasi dipipet sebanyak 2 mL

kemudian ditambahkan 2 ml DPPH dengan cara setiap penambahan DPPH dari setiap konsentrasi diberi jarak waktu selama 1 menit. Sampel yang telah ditambahkan DPPH dilakukan inkubasi selama 30 menit. Setelah inkubasi sampel dilakukan cek absorbansi dari setiap konsentrasi pada panjang gelombang 510 nm dengan spektrofotometer (Septian et al., 2022).

Hasil dan pembahasan

Hasil ekstrak ubi jalar ungu varietas Antin 3 yang telah dienkapsulasi dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan parameter fisik, didapatkan bahwa bahan penyalut alginat menghasilkan mikroenkapsulasi dengan ukuran partikel yang lebih kecil dan distribusi ukuran partikel yang lebih merata.



Gambar 1. Hasil Mikroenkapsulasi Ubi Jalar Ungu dengan Bahan Penyalut (a). alginat dan (b). kitosan

Ukuran dan keseragaman hasil mikroenkapsulasi dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya oleh syringe spray dryer (diameter, jarak dan tekanan) serta oleh larutan pembentuk mikrokapsul (jenis dan konsentrasi) (Mardikasari et al., 2020). Pada konsentrasi larutan yang sama, ekstrak dan kitosan memiliki viskositas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan alginat. Berdasarkan penelitian Natalia et al. (2021), larutan kitosan memiliki range nilai viskositas 37.50–38.33 cPs. Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan larutan alginat yang memiliki range nilai viskositas 15.3 - 16.1 cps (Herdianto & Husni, 2019). Semakin pekat larutan sampel maka pergerakan tetesan menjadi semakin lambat, sehingga memperbesar kemungkinan terjadi lengket antar tetesan sehingga menyatu dan membuat ukuran partikel menjadi lebih tidak seragam serta berukuran lebih besar (Mardikasari et al., 2020).

Berdasarkan Tabel 1, perbedaan bahan penyalut secara signifikan mempengaruhi kadar senyawa fitokimia berupa antosianin dan total fenol. Kadar antosianin dan total fenol mikroenkapsulasi menggunakan bahan penyalut alginat sebesar 29,41% dan 61,20 mg/100 g. Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penyalut kitosan yaitu sebesar 26,87% dan 41,60 mg/100 g.

Tabel 1. Hasil Karakterisasi Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Mikroenkapsulasi Ubi Jalar Ungu dengan Perbedaan Bahan Penyalut

Parameter	Alginat	Kitosan
Kadar Antosianin (ppm)	29,41 ± 4,10 ^a	26,87 ± 1,20 ^b
Total Fenol (mg/100g)	61,20 ± 0,16 ^a	41,60 ± 0,07 ^b
Aktivitas Antioksidan (%)	492,25 ± 0,76 ^a	507,75 ± 0,62 ^a

Nilai dengan superscript yang berbeda pada tiap kolom menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan

Hasil yang berbeda ini disebabkan karena adanya perbedaan muatan diantara alginat dan kitosan meskipun pemerangkapan sama-sama melalui metode gelasi ionik, yaitu interaksi yang terbentuk karena ikatan elektrostatis muatan tertentu. Alginat memiliki gugus karboksil (COOH) yang bermuatan negatif sedangkan kitosan memiliki gugus amina (NH₃) yang bermuatan positif. Kedua gugus bersifat aktif sehingga dapat membentuk matriks ikatan silang yang memerangkap senyawa fitokimia. Dibandingkan dengan polimer alami lain, alginat dan kitosan menghasilkan struktur gel yang lebih beragam, membentuk struktur ikatan silang yang kuat sehingga lebih banyak senyawa yang dapat terperangkap (Mardikasari et al., 2020). Salah satu kelebihan alginat dibandingkan dengan kitosan adalah kelarutannya yang lebih tinggi sehingga akan menghasilkan derajat swelling yang lebih tinggi pula. Polimer alginat hanya mempunyai gugus anionik (hidroksil dan karboksil) yang menyebabkan ikatan molekul antar rantai polimer kurang rapat, akibatnya terdapat ruang yang lebih besar untuk ditempati ekstrak ubi jalar ungu, sedangkan film kitosan, mempunyai gugus kationik (gugus amina) yang membentuk film yang rapat, serta gugus asetil yang bersifat hidrofob (Rokhati et al., 2012). Senyawa aktif seperti antosianin memiliki sifat hidrofilik yang memudahkannya larut dalam air dan akan berikatan dengan senyawa polar lain (Priska et al., 2018). Demikian juga dengan senyawa fenol yang memiliki gugus hidroksil sehingga cenderung larut dalam air dan mudah berikatan dengan gugus polar lain (Berliansyah et al., 2021)

Perbedaan bahan penyalut tidak secara signifikan memberikan pengaruh terhadap aktivitas antioksidan ekstrak ubi jalar ungu yaitu 492,25% pada enkapsulan alginat dan 507,75% pada kitosan. Nilai yang sedikit lebih tinggi ini dikarenakan gugus aktif amina yang dapat mendonorkan atom hidrogen sehingga memutus rantai radikal bebas dari oksidasi lipid hingga menjadi senyawa yang lebih stabil (Billa et al., 2023). Penelitian Joris et al. (2021) juga menambahkan bahwa gugus amina lebih reaktif karena adanya pasangan elektron bebas pada atom nitrogen dalam struktur kitosan. Meskipun demikian, kedua bahan penyalut menghasilkan aktivitas antioksidan yang tinggi sebab persentase peredaman radikal DPPH lebih dari 90%, menunjukkan aktivitas antioksidan sangat tinggi (Saefudin et al., 2013).

Kesimpulan

Perbedaan bahan penyalut secara signifikan mempengaruhi kadar antosianin dan total fenol namun tidak pada aktivitas antioksidan. Bahan penyalut alginat lebih efektif dalam memerangkap senyawa fitokimia antosianin dan total fenol ekstrak ubi jalar ungu varietas Antin 3 dikarenakan karakteristik yang dimiliki, diantaranya keberadaan gugus hidroksil dan karboksil yang bersifat polar, sama halnya dengan senyawa antosianin dan fenol lainnya. Kedua bahan penyalut terbukti mampu memerangkap senyawa fitokimia berupa antosianin dan fenol serta menghasilkan mikrokapsul dengan aktivitas antioksidan yang tinggi.

Ucapan terima kasih

Terimakasih kepada LPPM Universitas Semarang yang telah mendanai penelitian ini.

Daftar pustaka

Anggraini, D. I., & Andani, R. (2022). Penetapan Kadar Antosianin Total Pada Tape Ubi Ungu (*Ipomoea balatas* L) Secara Spektrofotometri Visibel. *Jurnal Ilmiah Farmasi Simplisia*, 2(2), 134–142. <https://doi.org/10.30867/jifs.v2i2.143>.

- Berliansyah, S. Z., Dewi, A. R., & Purnomo, Y. (2021). Penentuan Kadar Fenol Total dan Aktivitas Antioksidan Fraksi n-Butanol Daun Pulutan (*Urena lobata*). *Jurnal Bio Komplementer Medicine*, 8(2). <https://jim.unisma.ac.id/index.php/jbm/article/view/14005>.
- Billa, Z., Fitriyati, L., & Kiromah, N. Z. W. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Kitosan dari Cangkang Yutuk (*Emerita* sp) Menggunakan Metode ABTS (2,2 Azinobis (3-Etil benzoate Iazolin)-6-Asam Sulfonat). *Usadha Journal of Pharmacy*, 507–516. <https://doi.org/10.23917/ujp.v2i4.168>.
- Chuysinuan, P., Thanyacharoen, T., Thongchai, K., Techasakul, S., & Ummartyotin, S. (2020). Preparation of chitosan/hydrolyzed collagen/hyaluronic acid based hydrogel composite with caffeic acid addition. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 1937–1943. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08.139>.
- Dewi R., L. (2014). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) dengan Metode Ferrous Ion Chelating (FIC). *Jurnal Farmasi Udayana*, 3(1), 14–17.
- Herawati, H. (2018). Potensi Hidrokoloid Sebagai Bahan Tambahan Pada Produk Pangan dan Non Pangan Bermutu. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 37(1), 17. <https://doi.org/10.21082/jp3.v37n1.2018.p17-25>.
- Herdianto, R. W., & Husni, A. (2019). Optimasi Suhu Ekstraksi Terhadap Kualitas Alginat yang Diperoleh dari Rumput Laut (*Sargassum muticum*). *JPHPI*, 22(1), 164–173.
- Joris, L. A., Rieuwpassa, F., & Kaya, A. O. W. (2021). Karakteristik Fisiko-Kimia dan Aktivitas Antioksidan Kitosan yang Diproduksi dari Sisik Ikan Kakatua (*Scarus* sp.). *INASUA: Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 1(2), 49–58. <https://doi.org/10.30598/jinasua.2021.1.2.49>.
- Kanani, N., Wardhono, E. Y., Adiwibowo, M. T., Pinem, M. P., Wardalia, W., Demustila, H., Farhan, M., & Anwari, R. (2023). Ekstraksi Kitosan Berbasis Cangkang Keong Mas (*Pomacea canaliculata*) Menggunakan Gelombang Ultrasonikasi. *Jurnal Integrasi Proses*, 12(2), 73. <https://doi.org/10.36055/jip.v12i2.22217>.
- Kurniasari, F. N., Rahmi, Y., Devina, C. I. P., Aisy, N. R., & Cempaka, A. R. (2021). Perbedaan Kadar Antosianin Ubi Ungu Segar dan Tepung Ubi Ungu Varietas Lokal dan Antin 3 Pada Beberapa Alat Pengeringan. *Journal of Nutrition College*, 10(4), 313–320. <https://doi.org/10.14710/jnc.v10i4.32071>.
- Lokollo, F. F., & Hukubun, R. D. (2022). Jenis Alga Coklat Penghasil Alginat di Pulau Ambon. *Jurnal Laut Pulau: Hasil Penelitian Kelautan*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.30598/jlpvol1iss1pp1-10>.
- Mardikasari, S. A., Suryani, Akib, N. I., & Indahyani, R. (2020). Mikroenkapsulasi Asam Mefenammat Menggunakan Polimer Kitosan dan Natrium Alginat dengan Metode Gelasi Ionik. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 6(2). <https://doi.org/10.22487/j24428744.2020.v6.i2.14589>.
- Natalia, D. A., Dharmayanti, N., & Roswita Dewi, F. (2021). Produksi Kitosan dari Cangkang Rajungan (*Portunus* sp.) pada Suhu Ruang. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(3), 301–309. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i3.36635>.
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., & Dala Ngapa, Y. (2018). Review: Antosianin dan Pemanfaatannya. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79–97.
- Rokhati, N., Pramudono, B., Widiyasa, N., & Susanto, H. (2012). Karakterisasi Film Komposit Alginat dan Kitosan. *Reaktor*, 14(2), 158. <https://doi.org/10.14710/reaktor.14.2.158-164>.

- Saefudin, S., Marusin, S., & Chairul, C. (2013). Aktivitas Antioksidan Pada Enam Jenis Tumbuhan Sterculiaceae. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(2), 103–109. <https://doi.org/10.20886/jphh.2013.31.2.103-109>.
- Septian, M. T., Wahyuni, F. D., & Nora, A. (2022). Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH dan Identifikasi Golongan Metabolit Sekunder Pada Daging Ubi Jalar dari Berbagai Daerah di Indonesia. *Spin Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia*, 4(2), 185–196. <https://doi.org/10.20414/SPIN.V4I2.5734>.
- Suhendy, H., Wulan, L. N., & Hidayati, N. L. D. (2022). Pengaruh Bobot Jenis Terhadap Kandungan Total Flavonoid dan Fenol Ekstrak Etil Asetat Umbi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.). *Journal of Pharmacopolium*, 5(1). <https://doi.org/10.36465/jop.v5i1.888>.
- Yunilawati, R., Yemirta, Y., Cahyaningtyas, A. A., Aviandharie, S. A., Hidayati, N., & Rahmi, D. (2018). Optimasi Proses Spray Drying Pada Enkapsulasi Antosianin Ubi Ungu. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 40(1), 17. <https://doi.org/10.24817/jkk.v40i1.3761>.