

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MIKROPARTIKEL KITOSAN
DENGAN KANDUNGAN SARI UMBI BIT (*Beta vulgaris Linn*)**

**ANTIOXIDANT ACTIVITY OF CHITOSAN MICROPARTICLE
CONTAINING BEETROOT (*Beta vulgaris Linn*) EXTRACT**

**Anita Sukmawati^{1*}, Yumna Azzuhdiyah¹, Clara C Marthadilla¹,
Isna V Risdiyanti¹**

¹Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. Ahmad Yani, Tromol Pos 1, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia

*Email Corresponding: anita.sukmawati@ums.ac.id

Submitted: 23 February 2023

Revised: 5 May 2023

Accepted: 13 August 2023

ABSTRAK

Umbi bit (*Beta vulgaris L.*) merupakan salah satu tanaman yang memiliki kandungan antioksidan yang tinggi. Antioksidan dalam umbi bit berasal dari pigmen warna merah betasianin yang merupakan turunan dari betalain. Untuk meningkatkan stabilitas betasianin dalam umbi bit dilakukan formulasi sari umbi bit dalam mikropartikel menggunakan kitosan sebagai matriks. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi matriks kitosan pada pembuatan mikropartikel sari umbi bit terhadap aktivitas antioksidan sari umbi bit. Mikropartikel kitosan dengan kandungan sari umbi bit dibuat dengan variasi konsentrasi matriks kitosan (0,5, 1 dan 2%) dibuat dengan metode gelasi ionik. Evaluasi yang dilakukan untuk mikropartikel meliputi evaluasi *drug loading* (DL), efisiensi enkapsulasi (EE) dan aktivitas antioksidan mikropartikel menggunakan metode DPPH. Hasil penelitian menunjukkan DL mikropartikel sari bit merah matriks kitosan konsentrasi 0,5%, 1%, dan 2% secara berturut-turut adalah $8,02\% \pm 0,102$; $22,81\% \pm 1,449$; dan $17,85\% \pm 0,171$. Mikropartikel kitosan menunjukkan penghambatan terhadap oksidasi dimana aktivitas antioksidan mikropartikel sari umbi bit sejalan dengan nilai DL dari mikropartikel. Aktivitas antioksidan akan semakin tinggi jika DL mikropartikel tinggi.

Kata kunci : antioksidan, kitosan, mikropartikel, umbi bit

ABSTRACT

Beetroot (*Beta vulgaris L.*) is a plant that has a high antioxidant content. The antioxidants in beetroot comes from the red pigment betacyanin which is a derivative of betalain. In order to increase the stability of betacyanin in beetroot extract, beetroot extract was formulated into microparticles using chitosan as a matrix. This study aims to determine the effect of various concentration of chitosan matrix during the manufacture of beetroot extract microparticles toward the antioxidant activity of beetroot extract. Chitosan microparticles containing beetroot extract were prepared using various concentrations of chitosan matrix (0.5, 1 and 2%) and prepared by ionic gelation method. The evaluation carried out for microparticles included evaluation of drug loading (DL), encapsulation efficiency (EE) and antioxidant activity of microparticles using the DPPH method. The results showed that the DL microparticle containing beetroot extract using chitosan matrix concentrations of 0.5%, 1%, and 2% were $8.02\% \pm 0.102$; $22.81\% \pm 1.449$; dan $17.85\% \pm 0.171$, respectively. The chitosan microparticles showed inhibition of oxidation where the antioxidant activity of beetroot extract microparticles was in line with the DL value of the microparticles. The antioxidant activity would be higher related to the higher the DL microparticles.

Keywords: antioxidant, chitosan, microparticle, beetroot

PENDAHULUAN

Mikropartikel merupakan sistem penghantaran obat yang dapat digunakan untuk melindungi bahan aktif dari pengaruh yang tidak diinginkan seperti suhu, cahaya, kelembaban dan mikroorganisme. Mikropartikel memiliki matriks polimer yang dapat melindungi bahan aktif yang terenkapsulasi. Pada pembuatan mikropartikel, konsentrasi matriks polimer yang digunakan dalam pembuatan mikropartikel dapat mempengaruhi karakteristik partikel yang dihasilkan meliputi ukuran partikel, profil pelepasan bahan aktif serta kemampuan mempertahankan stabilitas bahan aktif (Omar Zaki, Ibrahim and Katas, 2015; Sukmawati *et al.*, 2021). Pada penelitian ini, sediaan mikropartikel diaplikasikan pada bahan sari umbi bit (*Beta vulgaris* Linn).

Umbi bit (*beet root*) merupakan bahan yang memiliki kandungan antioksidan yang cukup tinggi dengan nilai antioksidan *inhibitor concentration* 50% (IC₅₀) sebesar 21,89 µg/ml (Babarykin *et al.*, 2019; Asra *et al.*, 2020). Bahan utama dari umbi bit yang memiliki kandungan antioksidan yang tinggi adalah betalain yang merupakan pigmen utama dalam umbi bit yang berwarna merah keunguan (Sitompul and Zulfati, 2019). Senyawa antioksidan secara umum dapat bermanfaat untuk mencegah stress oksidatif dan mencegah kerusakan kulit akibat radikal bebas dengan berbagai mekanisme antara lain menetralkan molekul oksigen, menghilangkan senyawa radikal bebas, menghambat *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan penghambatan lipid peroksidase (Addor, 2017; Silva *et al.*, 2021).

Upaya untuk meningkatkan stabilitas bahan aktif menggunakan mikropartikel telah dilakukan pada beberapa penelitian antara lain oleh Dong dan Wang (2016) untuk mempertahankan stabilitas vitamin C dan mempertahankan stabilitas zat aktif (Dong and Wang, 2016). Enkapsulasi konsentrat jus umbi bit menggunakan matriks maltodekstrin dan kitosan juga telah dilakukan pada penelitian Gandia-Herrero (2013). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa betasianin dan betaxantin dapat mempertahankan kadarnya hingga 75% jika dienkapsulasi dalam matriks maltodekstrin dan kitosan pada penyimpanan suhu 20°C dan terlindung dari cahaya (Gandía-Herrero *et al.*, 2013). Penelitian terkait kemampuan mempertahankan stabilitas betanin dari sari umbi bit menggunakan mikropartikel juga telah dilakukan oleh Sukmawati dkk (Sukmawati *et al.*, 2021) menggunakan matriks *ethyl cellulose* (EC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kadar betanin dari mikropartikel sari umbi bit pada penyimpanan selama 28 hari lebih kecil dibandingkan dengan sari umbi bit yang tidak dienkapsulasi menggunakan EC (Sukmawati *et al.*, 2021).

Pada pembuatan mikropartikel sari umbi bit, digunakan matriks kitosan. Kitosan merupakan suatu polimer bermuatan positif yang dapat membentuk cross-linking dengan senyawa polyanion seperti triplofosfat (TPP). Mikropartikel kitosan-TPP memiliki kekuatan mekanik yang lebih baik dibandingkan mikropartikel kitosan-sulfat atau kitosan sitrat (Nussinovitch, 2010). Dari penelitian yang dilakukan oleh Suzery dkk (2017) diperoleh hasil bahwa peningkatan konsentrasi matriks kitosan pada pembuatan mikropartikel akan berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas antioksidan mikropartikel phycocyanin (Suzery *et al.*, 2017). Dalam penelitian ini, dilakukan variasi konsentrasi larutan kitosan dalam proses pembuatan mikropartikel yaitu 0,5, 1 dan 2%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi matriks kitosan terhadap kemampuan mikropartikel dalam menghantarkan bahan aktif antioksidan yang dievaluasi dengan metode DPPH.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Freeze dryer* (Alpha 1-2 LD Plus), *Ultraturax TR5* (IKA Laboratories), pengaduk magnetik (CIMAREC Thermo Scientific), *centrifuge* (PLC-05 Gemmy), spektrofotometri UV-Vis (Genesys), *Scanning Electron Microscope* (Phenom Pro-X), sonikator (Branson 1800), *96-well microplate* (Iwaki), dan *ELISA reader* (Thermo Scientific Multiscan EX) dan peralatan gelas (Iwaki).

Bahan yang digunakan adalah umbi bit merah (*Beta vulgaris* L.) yang berasal dari pasar tradisional di kabupaten Sragen dan dideterminasi di laboratorium Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (surat keterangan No: 093/A.E-I/LAB.BIO/III/2022), asam sitrat (*pharmaceutical grade*), kitosan (*pharmaceutical grade*), asam asetat glasial (*pharmaceutical grade*), tween 80 (*pharmaceutical grade*), natrium tripolifosfat (NaTPP, *pharmaceutical grade*), metanol (*pro analisis*), betanin (Sigma) dan akuades steril.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu pembuatan sari umbi bit, penyiapan sediaan mikropartikel yang mengandung sari umbi bit, evaluasi drug loading dan efisiensi enkapsulasi (EE) dari mikropartikel dan pengujian kemampuan penghambatan mikropartikel sari umbi bit terhadap oksidasi.

1. Pembuatan Sari Umbi Bit (*Beta Vulgaris* L.)

Sari umbi bit dibuat dengan menghaluskan sari umbi bit yang telah dikupas sebanyak 250 gram menggunakan blender dengan pelarut asam sitrat 1% dengan perbandingan sari umbi bit dan pelarut 1:1. Sari umbi bit yang telah halus disaring menggunakan kain tipis hingga diperoleh larutan sari umbi bit. Larutan kemudian dikeringkan menggunakan freeze dryer hingga diperoleh serbuk kering sari umbi bit. Sari umbi bit yang telah dikeringkan disimpan dalam wadah gelap tertutup rapat di dalam lemari pendingin (*refrigerator*).

2. Preparasi Mikropartikel (MP) Sari Umbi Bit dengan Matriks Kitosan

Mikropartikel (MP) sari umbi bit dengan matriks kitosan dibuat dengan metode gelasi ionik. Larutan matriks kitosan untuk mikropartikel dibuat dalam tiga variasi konsentrasi kitosan yaitu 0,5%, 1%, dan 2% dalam asam asetat 1%. Sejumlah 1.25 gram kitosan dilarutkan dalam 250 ml, 125 ml dan 62.5 ml untuk memperoleh konsentrasi larutan kitosan berturut-turut 0.5, 1 dan 2% dengan cara diaduk menggunakan pengaduk *magnetic* selama 3 jam dengan kecepatan 1100 rpm pada satu jam pertama, dilanjutkan dengan kecepatan 350 rpm pada 2 jam terakhir. Sejumlah 0,625 g sari bit merah dilarutkan dalam 1 mL akuades, kemudian dicampurkan ke dalam masing-masing konsentrasi larutan kitosan dan diaduk dengan pengaduk magnetik selama 15 menit pada kecepatan 350 rpm. Tween 80 ditambahkan dalam campuran larutan kitosan dan sari umbi bit sebanyak 0.2% dari volume asam asetat 1% yang digunakan sebagai pelarut kitosan. Campuran diaduk menggunakan pengaduk magnetik selama 15 menit pada kecepatan 350 rpm. *Crosslinking agent* natrium tripolifosfat (Na TPP) 1% b/v sebanyak 10 ml ditambahkan tetes demi tetes dengan menggunakan spuit injeksi 5 mL dalam keadaan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 4 jam pada kecepatan 350 rpm. Campuran disentrifugasi dengan kecepatan 800 rpm selama 15 menit untuk memisahkan mikropartikel dan dilakukan pencucian sebanyak 3 kali menggunakan akuades untuk membersihkan sisa sari umbi bit yang tidak terenkapsulasi, Mikropartikel kemudian dikeringkan menggunakan *freeze dryer* selama 24 jam. MP yang terbentuk dimasukkan dalam wadah tertutup terlindung dari cahaya dan disimpan di lemari pendingin.

3. Evaluasi Drug Loading (DL) dan Enkapsulasi Efisiensi (EE)

Evaluasi *drug loading* (DL) dan enkapsulasi efisiensi (EE) dilakukan dengan metode langsung (*direct method*) menggunakan betanin sebagai standar baku bahan aktif. Sejumlah 50 mg mikropartikel (MP) kitosan dengan kandungan sari umbi bit dilarutkan dalam 1 ml asam asetat 1% untuk melarutkan matriks kitosan. Sejumlah 5 ml akuades ditambahkan ke dalam larutan mikropartikel untuk melarutkan bahan aktif betanin. Campuran kemudian disentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 3000 rpm untuk memisahkan bahan yang tidak terlarut. Supernatan yang mengandung sari umbi bit

dibaca absorbansinya menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 532 nm. Jumlah bahan aktif betanin yang terenkapsulasi ditetapkan dengan kurva standar betanin dengan persamaan $y = 0,2055x - 0,0325$. Nilai DL dan EE betanin dalam MP kitosan berturut-turut dihitung dengan persamaan 1 dan persamaan 2.

$$\text{Drug Loading (\%)} = \frac{\text{jumlah betanin dalam mikropartikel (gram)}}{\text{bobot mikropartikel (gram)}} \times 100\% \dots \text{ pers.1}$$

$$\text{Efisiensi Enkapsulasi (\%)} = \frac{\text{jumlah betanin terenkapsulasi (mg)}}{\text{jumlah sari umbi bit yang digunakan dalam MP (mg)}} \times 100\% \dots \text{ pers.2}$$

4. Evaluasi Aktivitas Antioksidan Mikropartikel Sari Umbi Bit

Evaluasi aktivitas antioksidan MP kitosan dengan kandungan sari umbi bit dilakukan menggunakan metode *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH). Mikropartikel sari bit merah dengan konsentrasi matriks kitosan 0,5%, 1%, dan 2%, masing-masing diambil sebanyak 12,5 mg dan dilarutkan dalam 5 mL asam asetat 1% menggunakan sonikator selama 10 menit dan disentrifugasi selama 10 menit untuk mendapatkan bagian yang jernih dengan konsentrasi mikropartikel 2500 µg/mL. Larutan diencerkan dengan pengenceran bertingkat sehingga diperoleh 5 seri konsentrasi mikropartikel yaitu 2500; 1250; 625; 312,5 dan 156,25 µg/mL. Masing-masing seri konsentrasi larutan sampel mikropartikel sari bit merah dalam matriks kitosan 0,5%, 1%, dan 2% diambil menggunakan mikropipet sebanyak 100 µL kemudian dimasukkan ke dalam sumuran *96-well microplate*. Setelah itu, ditambahkan 100 µL larutan DPPH 0,05 µg/mL dalam methanol pada tiap sumuran yang berisi larutan sampel. Sebagai larutan kontrol ditambahkan 100 µL akudes pada sampel larutan mikropartikel, campuran 100 µL DPPH 0,05 µg/mL dan 100 µL methanol, serta 100 µL methanol.

Mikroplate yang berisi sampel dan larutan kontrol *96-well microplate* ditutup dengan aluminium foil dan disimpan ditempat gelap selama 90 menit hingga terjadi perubahan warna larutan uji. Plate berisi larutan sampel kemudian dibaca absorbansinya menggunakan *ELISA reader* (Thermo Scientific Multiscan EX) pada panjang gelombang 516 nm. Jumlah DPPH yang tersisa dihitung dengan persamaan DPPH *scavenged activity* (%) sesuai dengan persamaan 3. Efficient Concentration 50% (EC_{50}) untuk tiap jenis mikropartikel kitosan ditetapkan dengan persamaan regresi linear. Sebagai pembanding, dilakukan pengujian aktivitas antioksidan vitamin C dengan metode yang sama. Rentang konsentrasi larutan vitamin C yang digunakan adalah 6,25-100 µg/mL.

$$\text{DPPH scavenged activity (\%)} = \frac{[\text{Abs MP + DPPH}] - [\text{Abs MP + akuades}]}{[\text{Abs DPPH + metanol}] - [\text{abs metanol}]} \times 100\% \dots \text{ pers. 3}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

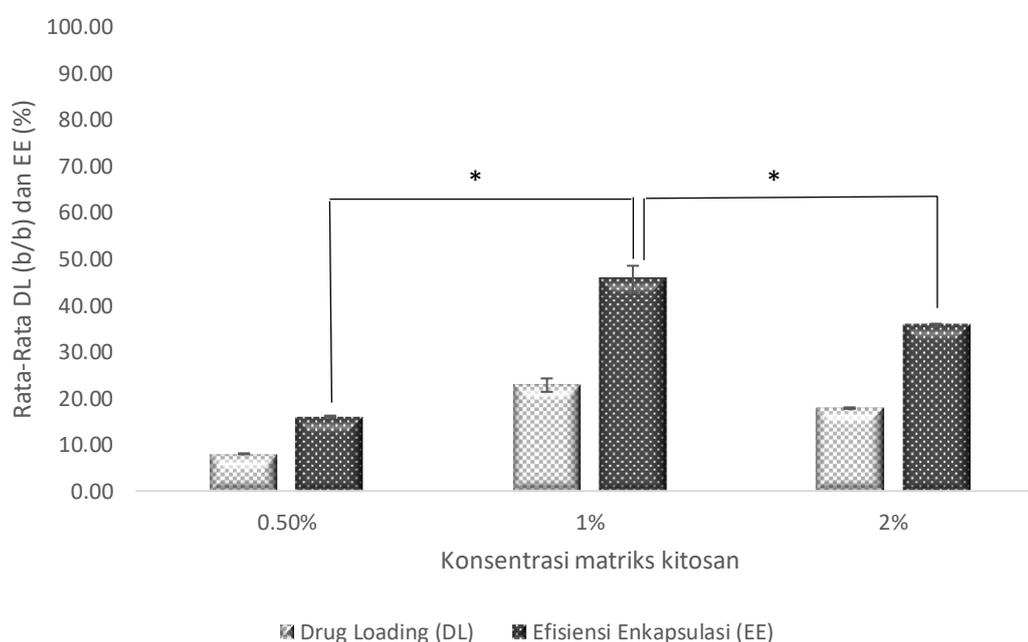
Penyarian sari umbi bit dilakukan menggunakan pelarut asam sitrat 1% karena zat warna merah pada umbi bit yaitu betanin stabil pada pH 4-6. Kondisi pH larutan penyari yang terlalu asam atau terlalu basa dapat merubah warna senyawa menjadi kecoklatan (Anam, Kawiji and Setiawan, 2013; Setiawan, Nugroho and Lestario, 2016). Rendemen sari umbi bit yang dihasilkan yaitu sebesar 4,8% dimana hasil ini lebih rendah dibandingkan penelitian lain dari Rusita & Suhendriyo (2015) yaitu sebesar 6,3%. Perbedaan rendemen ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain perbedaan asal tanaman umbi bit dan perbedaan larutan penyari yang digunakan.

Pembuatan mikropartikel kitosan dengan kandungan sari umbi bit dengan metode gelasi ionik menghasilkan rendemen partikel yang berbeda untuk mikropartikel yang dibuat dengan menggunakan larutan kitosan 0,5%, 1% dan 2%. Rendemen mikropartikel yang dihasilkan berturut turut adalah $3\% \pm 0,02$; $15\% \pm 0,01$; dan $25\% \pm 0,05$ untuk mikropartikel yang dibuat menggunakan larutan kitosan 0,5%, 1% dan 2%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa rendemen mikropartikel yang dihasilkan akan meningkat seiring dengan

peningkatan konsentrasi larutan matriks kitosan saat pembuatan mikropartikel. Hal ini juga ditemukan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Gelfuso *et al.*, (2011) dan Xu & Hanna (2007). Rendemen mikropartikel mengalami peningkatan dengan meningkatnya konsentrasi larutan kitosan yang digunakan dalam membuat mikropartikel disebabkan karena padatnya struktur kitosan pada larutan konsentrasi tinggi sehingga dapat mengurangi terjadinya kehilangan partikel pada proses pembentukan dan pengumpulannya.

1. Drug loading (DL) dan Efisiensi Enkapsulasi (EE)

Evaluasi terhadap kandungan betanin dalam mikropartikel dianalisis menggunakan metode langsung (direct method). Betanin digunakan sebagai standar baku senyawa aktif karena betanin merupakan pigmen utama dalam umbi bit. Kandungan betanin dalam mikropartikel dinyatakan dalam drug loading (DL) sedangkan efektifitas entrapment sari umbi bit dalam matriks kitosan dinyatakan sebagai efisiensi enkapsulasi (EE). Harga DL dan EE pada mikropartikel kitosan 0,5, 1 dan 2% dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Drug loading (DL) dan efisiensi enkapsulasi (EE) dari mikropartikel sari umbi bit dengan matriks kitosan. Angka menunjukkan nilai rata-rata \pm SD (n=3). Tanda (*) menunjukkan adanya perbedaan nilai yang bermakna antar perlakuan

Nilai DL dan EE tertinggi terdapat pada mikropartikel yang dibuat dengan konsentrasi kitosan 1% sedangkan nilai DL dan EE yang paling rendah terdapat pada kitosan dengan konsentrasi 0,5%. Hasil analisis statistik *t-test* menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi larutan matriks kitosan dari 0,5% ke 1% dapat meningkatkan kemampuan penyerapan sari umbi bit pada matriks kitosan ($p < 0,05$). Adanya peningkatan konsentrasi kitosan pada pembuatan mikropartikel dapat meningkatkan kemampuan kitosan dalam mengikat bahan aktif karena terdapat peningkatan pembentukan *cross-linking* pada matriks kitosan dengan penambahan Na TPP (Joshi *et al.*, 2012). Tetapi pada penelitian ini ditemukan bahwa mikropartikel yang dibuat dengan konsentrasi larutan kitosan 2% justru mengalami penurunan nilai DL dan EE jika dibandingkan dengan mikropartikel kitosan 1% dengan nilai *t-test* ($p < 0,05$). Hal ini dikarenakan adanya peningkatan viskositas larutan kitosan yang sangat tinggi dapat menyebabkan peningkatan densitas matriks kitosan sehingga kitosan mengalami penurunan untuk mengabsorpsi bahan aktif (Ko *et al.*, 2002). Oleh karena itu, jumlah obat yang dapat terenkapsulasi pada mikropartikel yang dibuat dengan konsentrasi larutan kitosan 2%

lebih rendah dibandingkan dengan mikropartikel yang dibuat dari konsentrasi larutan kitosan 1%.

2. Aktivitas Antioksidan Mikropartikel Sari Umbi Bit

Aktivitas antioksidan mikropartikel sari umbi bit dengan konsentrasi matriks kitosan 0.5, 1 dan 2% di evaluasi menggunakan *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH), suatu senyawa radikal bebas. Perubahan warna DPPH dari ungu menjadi kuning setelah direaksikan dengan senyawa antioksidan menunjukkan adanya reduksi dari radikal bebas DPPH. Kemampuan sari umbi bit dalam mikropartikel kitosan untuk mereduksi senyawa DPPH dinyatakan sebagai aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan dari mikropartikel sari umbi bit dievaluasi dengan melakukan pengukuran jumlah DPPH yang tidak tereduksi dengan adanya penambahan mikropartikel sari umbi bit dan dinyatakan sebagai konsentrasi yang diperlukan untuk menghasilkan 50% efek antioksidan atau *effective concentration* (EC₅₀). Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikropartikel sari umbi bit dengan matriks memiliki efektifitas penghambatan antioksidan yang berbeda tergantung dari konsentrasi matriks kitosan dalam pembuatan mikropartikel (**Tabel I**).

Tabel I. *Effective concentration 50 (EC₅₀) dari mikropartikel sari umbi bit dengan matriks kitosan 0.5, 1 dan 2% menggunakan metode DPPH.*

Konsentrasi larutan kitosan (%)	EC ₅₀ (mg/ml) [#]
0.5	7.24±0.825*
1	2.91±0.578
2	3.04±0.688

[#]harga menunjukkan nilai rata-rata ±SD (n=3).

*menunjukkan perbedaan nilai yang bermakna dengan perlakuan yang lain

Semakin kecil nilai EC₅₀ menunjukkan penghambatan antioksidan yang lebih efektif terhadap DPPH. Mikropartikel sari umbi bit dengan matriks kitosan 1% memiliki kemampuan penghambatan yang paling baik diantara mikropartikel dengan konsentrasi kitosan 0.5% dan 2% yang ditunjukkan dengan nilai EC₅₀ yang paling kecil. Tetapi hasil *statistik one way anova* menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tidak berbeda bermakna dengan mikropartikel sari umbi bit dengan matriks kitosan 2% (p>0.05). Aktivitas antioksidan mikropartikel sari umbi bit ini berkorelasi dengan jumlah bahan aktif betanin yang terdapat pada mikropartikel ditunjukkan dengan daya penghambatan antioksidan yang paling kecil (7.24±0.825 mg/ml) terdapat pada mikropartikel sari umbi bit dengan matriks kitosan 0.5% yang memiliki DL paling kecil dan berbeda secara signifikan dibandingkan mikropartikel sari umbi bit dengan konsentrasi kitosan 1 dan 2% (*one way anova*, p< 0,05). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan pada mikropartikel sari umbi dengan matriks etil selulosa (EC) dimana peningkatan konsentrasi matriks polimer akan meningkatkan kemampuan penjerapan bahan aktif dalam matriks mikropartikel sehingga berkorelasi dengan meningkatnya kemampuan penghambatan antioksidan (Sukmawati *et al.*, 2021). Efektivitas antioksidan sari umbi bit ini lebih kecil dibandingkan daya antioksidan vitamin C yang diperoleh dengan metode yang sama yaitu 5,55 µg/ml. Hal ini disebabkan karena untuk dapat bereaksi dengan DPPH, zat aktif dari sari umbi bit memerlukan waktu lebih panjang untuk berdifusi keluar dari matriks mikropartikel dibandingkan jika berada dalam bentuk larutan. Fenomena ini menunjukkan bahwa bahan aktif terenkapsulasi dengan baik dalam matriks kitosan. Untuk itu perlu diteliti lebih lanjut terkait efektifitas enkapsulasi sari umbi bit terhadap stabilitas bahan aktif dalam mikropartikel kitosan.

KESIMPULAN

Variasi konsentrasi larutan kitosan dalam pembuatan mikropartikel sari umbi bit dengan matriks kitosan dapat mempengaruhi *drug loading* (DL) dan efisiensi enkapsulasi (EE) bahan berkhasiat dalam mikropartikel. Peningkatan konsentrasi kitosan dari konsentrasi 0,5 ke 1% dapat meningkatkan DL dan EE sari umbi bit dalam mikropartikel tetapi peningkatan lebih lanjut yaitu konsentrasi 2% justru menurunkan DL terkait dengan adanya peningkatan densitas matriks yang dapat menghambat penyerapan bahan aktif dalam matriks kitosan. Mikropartikel sari umbi bit dengan matriks kitosan memiliki kemampuan daya antioksidan. Aktivitas antioksidan sebanding dengan kandungan bahan aktif dalam mikropartikel sehingga variasi konsentrasi matriks kitosan yang digunakan dalam pembuatan mikropartikel secara tidak langsung berpengaruh terhadap daya antioksidan mikropartikel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan pendanaan penelitian dan fasilitas melalui skema Hibah Integrasi Tridharma.

DAFTAR PUSTAKA

- Addor, F. A. S. anna (2017) 'Antioxidant in Dermatology', *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 92(3), pp. 356–362.
- Anam, C., Kawiji and Setiawan, R. (2013) 'Kajian Karakteristik Fisik Dan Sensori Serta Aktivitas Antioksidan Dari Granul Effervescent Buah Beet (Beta Vulgaris) Dengan Perbedaan Metode Granulasi Dan Kombinasi Sumber Asam', *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(2), pp. 21–28.
- Asra, R. *et al.* (2020) 'Studi Fisikokimia Betasianin dan Aktivitas Antioksidan dari Umbi Bit Merah (Beta vulgaris L.)', *Journal of Pharmaceutical And Sciences*, 3(1), pp. 14–21. doi: 10.36490/journal-jps.com.v3i1.35.
- Babarykin, D. *et al.* (2019) 'Red Beet (Beta vulgaris) Impact on Human Health', *Journal of Biosciences and Medicines*.
- Dong, F. and Wang, Y. (2016) 'Encapsulation of Vitamin C by A Double- Layer Zein / Chitosan Structure with Improved', *International Journal of Nanomedicine and Nanosurgery*, 2:1, pp. 1–7.
- Gandía-Herrero, F. *et al.* (2013) 'Encapsulation of the Most Potent Antioxidant Betalains in Edible Matrixes as Powders of Different Colors', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(18), pp. 4294–4302. doi: 10.1021/jf400337g.
- Gelfuso, G. M. *et al.* (2011) 'Chitosan microparticles for sustaining the topical delivery of minoxidil sulphate', *Journal of Microencapsulation*, 28(7), pp. 650–658. doi: 10.3109/02652048.2011.604435.
- Joshi, S. *et al.* (2012) 'Development of cross-linked alginate spheres by ionotropic gelation technique for controlled release of naproxen orally', *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 7(2).
- Ko, J. A. *et al.* (2002) 'Preparation and characterization of chitosan microparticles intended for controlled drug delivery', *International Journal of Pharmaceutics*, 249(1–2), pp. 165–174. doi: Doi: 10.1016/s0378-5173(02)00487-8.
- Nussinovitch, A. (2010) *Polymer Macro-and Micro-Gel Beads: Fundamental and Applications*. 1st edn. New York: Springer New York. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6618-6>.
- Omar Zaki, S. S., Ibrahim, M. N. and Katas, H. (2015) 'Particle size affects concentration-dependent cytotoxicity of chitosan nanoparticles towards mouse hematopoietic stem cells', *Journal of Nanotechnology*, 2015. doi: 10.1155/2015/919658.
- Rusita, Y. D. and Suhendriyo, S. (2015) 'Optimalisasi Campuran CMC Na-Gelatin untuk Pembuatan Granul Effervescent Ekstrak Buah Bit (Beta Vulgaris L) dengan Metode Simplex Lattice Design', *Jurnal Terpadu Ilmu Kesehatan*, 4(2), pp. 82–196.
- Setiawan, M. A. W., Nugroho, E. K. and Lestario, L. N. (2016) 'Ekstraksi Betasianin Dari

- Kulit Umbi Bit(Beta vulgaris) Sebagai Pewarna Alami', *Agric*, 27(1), p. 38. doi: 10.24246/agric.2015.v27.i1.p38-43.
- Silva, D. V. T. da *et al.* (2021) 'Betanin as a multipath oxidative stress and inflammation modulator: a beetroot pigment with protective effects on cardiovascular disease pathogenesis', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(2), pp. 539–554. doi: 10.1080/10408398.2020.1822277.
- Sitompul, S. M. and Zulfati, A. P. (2019) 'Betacyanin and Growth of Beetroot (Beta vulgaris L .) in Response to Nitrogen Fertilization in a Tropical Condition', *Agrivita: Journal of Agricultural S*, 41(1), pp. 40–47.
- Sukmawati, A. *et al.* (2021) 'Investigating betanin stability, release profile and antioxidant activity of ethyl cellulose microparticle containing beetroot (Beta vulgaris, Linn) extract', *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 13(6), pp. 133–138. doi: 10.22159/ijap.2021v13i6.42848.
- Suzery, M. *et al.* (2017) 'Improvement of Stability and Antioxidant Activities by Using Phycocyanin - Chitosan Encapsulation Technique', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 55(1), p. 12052. doi: 10.1088/1755-1315/55/1/012052.
- Xu, Y. and Hanna, M. A. (2007) 'Electrosprayed bovine serum albumin-loaded tripolyphosphate cross-linked chitosan capsules: Synthesis and characterization', *Journal of Microencapsulation*, 24(2), pp. 143–151. doi: 10.1080/02652040601058434.