



Storage Duration of Noni Fruit Extract Microcapsules on Moisture Content, Specific Gravity, Antioxidant Activity, and Fungus Distribution

Leni Nurlaeni^{1*}, Abun Abun¹, Tuti Widjastuti²

¹Departemen Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran

²Departemen Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran

Submitted 18 January 2023; Revised 07 February 2023; Accepted 21 February 2023; Published 01 February 2024

*Corresponding author: leni14005@unpad.ac.id

Abstract

Noni fruit contains several phytochemical compounds. Different storage times can affect product quality. During storage, the quality of noni fruit extract microcapsule products can be maintained and the bioactive compounds protected by the microencapsulation method. This study aimed to examine the effects of a noni fruit extract microcapsule product with various coatings at different storage times. This study used an experimental study with a completely randomized design consisting of 10 treatments and 3 replications. Each formulation was stored for 0, 2, and 4 weeks. Observed variables were water content, antioxidant activity, and fungal distribution. The microencapsulation process of noni fruit extract had a greater impact on water content stability, antioxidant activity, and fungal distribution compared to treatments without the microencapsulation process. This product experienced increased moisture content, antioxidant activity, and fungal dispersal along with the length of the storage process.

Keywords: Antioxidant activity, Distribution of fungi, Microencapsulation, Noni fruit extract, Water content

Lama Penyimpanan Mikrokapsul Ekstrak Buah Mengkudu Terhadap Kadar Air, Aktivitas Antioksidan Dan Sebaran Jamur

Abstrak

Buah mengkudu mengandung sejumlah senyawa fitogenik. Lama penyimpanan yang berbeda dapat mempengaruhi kualitas produk. Selama penyimpanan berlangsung produk mikrokapsul ekstrak buah mengkudu dapat terjaga kualitasnya dan terlindungi senyawa bioaktifnya dengan metode mikroenkapsulasi. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh produk mikrokapsul ekstrak buah mengkudu dengan berbagai penyalut pada lama penyimpanan yang berbeda. Penelitian menggunakan penelitian experimental dengan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 10 perlakuan 3 ulangan. Setiap formulasi dilakukan penyimpanan selama 0, 2, 4 minggu. Peubah yang diamati adalah kadar air, aktivitas antioksidan dan sebaran jamur. Proses mikroenkapsulasi ekstrak buah mengkudu memberikan pengaruh yang nyata terhadap kestabilan kadar air, aktivitas antioksidan dan sebaran jamur dibandingkan dengan perlakuan yang tidak dilakukan proses mikroenkapsulasi. Produk mengalami peningkatan kadar air, aktivitas antioksidan dan sebaran jamur seiring dengan lamanya proses penyimpanan.

Kata Kunci: Aktivitas antioksidan, Sebaran jamur, Mikrokapsul, Ekstrak buah mengkudu, Kadar air

1. Pendahuluan

Buah mengkudu merupakan tanaman herbal yang memiliki potensi sebagai sumber antioksidan seperti senyawa fenolik, dan flavonoid yang baik.¹ Senyawa antioksidan yang berperan dalam buah mengkudu adalah *n-hexadecanoic acid*, *squalene*, *pyridin-3-carboxamide*, *oxime*, *n-(2-trifluoro methyl phenyl)*, dan *beta-sitosterol*.² Komponen bahan aktif lainnya adalah antrakuinon, alkaloid, flavonoid, acubin, alizarin, tanin, dan triterpene. Penyimpanan ekstrak dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan bahan aktif tidak stabil.³ Senyawa antioksidan yang terdapat pada ekstrak buah mengkudu memiliki karakteristik tidak stabil, bersifat sensitif terhadap panas, mudah bereaksi dan mudah mengalami oksidasi, sehingga perlu dilakukan upaya dalam melindungi senyawa tersebut.

Metode mikroenkapsulasi merupakan metode yang dapat melindungi senyawa bioaktif dari berbagai pengaruh lingkungan sehingga mampu terhindar dari kerusakan, meningkatkan stabilitas senyawa dan aman selama penyimpanan serta meningkatkan nilai biologis.^{4,5,6,7} Pemilihan bahan penyalut merupakan kunci utama dalam menjaga stabilitas produk mikrokapsul. Maltodekstrin merupakan bahan peyalut yang memiliki viskositas rendah sehingga mudah larut dalam air.⁸ Gum arab dapat membentuk emulsi stabil yang melindungi senyawa volatil dari oksidasi dan penguapan.⁹ Gelatin mempunyai sifat unik yaitu bisa berubah secara reversibel berdasarkan bentuk koloid sebagai bentuk gel, dapat mudah mengembang pada air dingin, membentuk film & mensugesti viskositas zat.¹⁰

Mikrokapsul ekstrak buah mengkudu diharapkan dapat menjaga stabilitas produk selama penyimpanan. Ekstrak buah mengkudu yang dimikroenkapsulasi dapat digunakan untuk melengkapi kebutuhan nutrisi dan meningkatkan fungsi kesehatan dengan harapan bioavailabilitas antioksidan yang berfungsi optimal di saluran pencernaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar air, aktivitas antioksidan dan distribusi jamur

dalam mikrokapsul ekstrak buah mengkudu.

2. Metode

2.1. Alat

Timbangan analitik, batang pengaduk, loyang, *dry oven*, *rotary evaporator*, cawan petri, erlenmeyer, gelas ukur, inkubator, jangka sorong, *laminar air flow*, mikropipet, ose, penyaring vakum, pinset, pipet tetes, rak tabung reaksi.

2.2. Bahan

Buah mengkudu diperoleh dari Kecamatan Surade, Kabupaten Sukabumi. Bahan lainnya yaitu maltodekstrin, gum arab, gelatin, aquades.

2.3. Prosedur

Pembuatan mikrokapsul dimulai dari pengumpulan buah mengkudu yang matang hingga dilakukan proses enkapsulasi dengan penyalut.

2.3.1. Pembuatan Simplisia Buah Mengkudu

Buah mengkudu yang telah matang bewarna putih kekuningan, dicuci bersih dengan air mengalir, potong-potong tipis setebal $\pm 0,5$ cm, kemudian dijemur sampai kering. Buah mengkudu yang telah kering ditepungkan dan diayak menggunakan ayakan mesh 100.¹¹

2.3.2. Pembuatan Ekstrak Buah Mengkudu

Buah mengkudu yang telah berbentuk tepung, dilakukan ekstraksi menggunakan pelarut metanol dengan perbandingan 1:3 (dengan metode maserasi) dan lama waktu maserasi 48 jam. Kemudian Ekstrak cair disaring melalui kertas saring dan dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* (Büchi R-300) pada suhu 60°C dan kecepatan 40 rpm. Selanjutnya ekstrak pekat yang diperoleh, disuplementasi 5 ppm CuSO₄ dan 40 ppm ZnO.¹²

2.3.3. Pembuatan Mikroenkapsul¹³

Ekstrak dan aquades dicampurkan dengan perbandingan 1 : 1. Begitu pula penyalut maltodextrin, gelatin gum arab, ditambahkan *aquades* dengan perbandingan

1 : 1 dan dicampurkan menggunakan alat *homogenizer* (IKA T25 *Germany*) selama 30 menit dengan kecepatan 800 rpm. Ekstrak kental dicampurkan dengan berbagai penyalut sampai tercampur sempurna. Setelah tercampur maka dilakukan pengeringan menggunakan metode *dry oven* dengan suhu 60°C.¹⁴

Produk mikroenkapsulasi ekstrak buah mengkudu yang diformulasikan menurut tingkat perlakuan diuji stabilitas penyimpanan jangka panjang 0, 2, 4 minggu. Penyimpanan dilakukan pada suhu ruang yaitu 22-26 °C dan untuk setiap perlakuan sampel dimasukkan pada plastik. Kadar air, aktivitas antioksidan dan distribusi jamur kemudian diuji untuk setiap perlakuan. Kadar air produk diuji menurut metode Kusmayadi, A.¹⁵

Pengujian aktivitas antijamur menggunakan paper disk (diameter 7 mm) dengan metode difusi agar. 100 µL suspensi jamur dimasukkan ke dalam cawan petri steril dan ditambahkan 10 mL media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) yang masih cair, lalu biarkan media memadat. Kertas cakram steril yang telah direndam ekstrak metanol buah mengkudu dengan konsentrasi 0,1 g/ml (10%) selama 30 menit diletakkan pada media. Kertas cakram diletakkan di permukaan media dengan pinset dan ditekan dengan pelan. Sampel iinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Ketoconazole 50% merupakan kontrol positif dan kontrol negatif adalah

DMSO (Dimetil sulfoksida) 2%. Setelah 24 jam, sampel dilakukan pengamatan jika terlihat zona bening di sekitaran kertas cakram, zona bening tersebut menunjukkan aktivitas antijamur dan ukur diameter yang terbentuk dengan jangka sorong.

Pengujian aktivitas antioksidan mikroenkapsul ekstrak buah mengkudu dilakukan dengan menggunakan metode DPPH (2,2- *diphenyl-1-picrylhydrazyl*). Aktivitas antioksidan dapat ditunjukkan dengan adanya respon perubahan warna pada setiap sampel setelah diinkubasi dengan DPPH. Ketika semua elektron DPPH dalam sampel ekstrak buah mengkudu yang dimikroenkapsulasi berpasangan dengan elektron, maka sampel berubah warna dari ungu tua menjadi kuning muda. Nilai absorbansi sampel diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 514 nm.

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdiri dari sepuluh perlakuan, tiga ulangan dan di analisis statistik dengan uji F serta untuk menguji perbedaan antar perlakuan menggunakan uji jarak berganda duncan (DMRT).

3. Hasil

3.1. Pengaruh Lama Penyimpanan Mikro kapsul terhadap Kadar air
Hasil pengujian kadar air pada formulasi ekstrak buah mengkudu dengan

Tabel 1. Rataan persentase Kadar air selama penyimpanan

Lama penyimpanan	Perlakuan									
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
	(% Kadar air)									
0 minggu	6,90 ± 0,01 a	6,85± 0,01 a	6,85± 0,01 a	6,87± 0,02 a	6,96± 0,01 a	6,93± 0,03 a	6,92± 0,02 a	6,89± 0,02 a	6,91± 0,02 a	6,95± 0,02 a
2 minggu	6,97 ± 0,01 cd	6,92± 0,01 ab	6,92± 0,01 ab	6,90± 0,03 a	6,98± 0,02 e	6,98± 0,01 d	6,94± 0,01 d	6,03± 0,00 e	6,04± 0,01 e	6,05± 0,05 e
4 minggu	7,08 ± 0,02 cd	6,92± 0,02 a	6,92± 0,02 a	6,93± 0,03 a	7,08± 0,02 c	7,05± 0,01 bc	7,04± 0,01 b	7,13± 0,02 d	7,15± 0,01 de	7,18± 0,02 e

Keterangan:

Huruf superscript yang sama pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak nyata ($P < 0,05$). P0 : 100 % Ekstrak Buah Mengkudu (EBM), P1 : 30 % EBM : 70 % Maltodextrin, P2 : 50 % EBM : 50 % Maltodextrin, P3 : 70 % EBM : 30 % Maltodextrin, P4 : 30 % EBM : 70 % Gum Arab, P5 : 50 % EBM : 50 % Gum Arab, P6 : 70 % EBM : 30 % Gum Arab, P7 : 30 % EBM : 70 % Gelatin, P8 : 50 % EBM : 50 % Gelatin, dan P9 : 70 % EBM : 30 % Gelatin

maltodekstrin, gum arab dan gelatin disajikan pada Tabel 1.

3.2. Pengaruh Lama Penyimpanan Mikrokapsul terhadap Aktivitas Antioksidan

Hasil uji produk mikrokapsul ekstrak buah mengkudu terhadap aktivitas antioksidan dengan lama penyimpanan yang berbeda disajikan pada Tabel 2.

3.3. Pengaruh Lama Penyimpanan Mikrokapsul terhadap Sebaran Jamur

Uji proliferasi jamur penting dilakukan agar dapat diketahui ketahanan produk mikrokapsul terhadap distribusi mikroba. Pengaruh lama penyimpanan produk mikrokapsul ekstrak buah mengkudu terhadap sebaran jamur ditunjukkan pada Tabel 3.

4. Pembahasan

4.1. Pengaruh Penyimpanan Mikrokapsul Ekstrak Buah Mengkudu terhadap Kadar Air

Hasil analisis statistik menunjukkan pada perlakuan P1-P6 dapat meningkatkan kadar air sebanding dengan peningkatan lama penyimpanan. Hasil ini selaras dengan penelitian oleh Mukhlis¹⁶ yang menemukan bahwa penyimpanan yang lebih lama meningkatkan kadar air produk, yang dapat menyebabkan pertumbuhan jamur. Christensen dan Kaufmann¹⁷ mengemukakan

bahwa penyimpanan jangka panjang dapat meningkatkan kadar air produk sehingga dapat mendorong pertumbuhan mikroorganisme dan pada akhirnya menurunkan kandungan nutrisinya. Perlakuan P0 menunjukkan perbedaan nyata antara semua perlakuan pada semua waktu penyimpanan. Kadar air P0 yang tidak dilakukan proses penambahan penyalut memberikan kontribusi kadar air yang tinggi. Sedangkan perlakuan P1-P9 dengan penambahan penyalut dengan metode mikroenkapsulasi menunjukkan kadar air yang rendah.

Semua perlakuan pada penyimpanan 0 minggu tidak berbeda nyata. Sementara itu, perbedaan yang signifikan terlihat pada penyimpanan 2-4 minggu. Kadar air pada minggu kedua, jika dibandingkan dengan semua perlakuan maka perlakuan P3 menunjukkan pengaruh yang nyata. Perlakuan P6 memberikan pengaruh positif terhadap semua perlakuan pada minggu keempat. Pada minggu kedua dan keempat perlakuan P3 yang mengandung ekstrak buah mengkudu 70% dan MDX 30% menghasilkan kadar air yang stabil selama penyimpanan. Ekstrak buah mengkudu dengan proses penambahan maltodekstrin dengan menggunakan metode mikroenkapsulasi dapat menahan proses difusi air, yaitu dengan menciptakan struktur kompleks yang mempersulit uap air untuk berdifusi dari lingkungan.¹⁸

Tabel 2. Rataan Antioksidan (IC 50 ppm) selama penyimpanan

Lama penyimpanan	Perlakuan									
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
	(Antioksidan IC 50 ppm)									
0 minggu	166,75 ± 0,68 a	171,21 ± 0,83 bc	171,11 ± 0,24 bc	167,58 ± 0,53 a	174,34 ± 0,56 d	170,63 ± 0,94 b	172,06 ± 0,17 c	174,47 ± 0,87 d	173,43 ± 0,61 d	173,38 ± 0,92 d
2 minggu	193,65 ± 0,89 e	182,58 ± 1,90 a	184,51 ± 1,00 b	181,39 ± 1,03 a	189,71 ± 0,46 d	189,30 ± 1,16 d	186,59 ± 1,04 c	186,14 ± 0,13 bc	186,94 ± 0,93 c	185,41 ± 0,53 bc
4 minggu	214,04 ± 0,89 d	203,80 ± 1,90 b	201,84 ± 1,00 b	197,69 ± 1,03 a	207,89 ± 0,46 c	202,62 ± 1,16 b	208,62 ± 1,04 c	209,45 ± 0,13 c	209,17 ± 0,93 c	208,78 ± 0,53 c

Keterangan:

Huruf superscript yang sama pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak nyata ($P < 0,05$). P0 : 100 % Ekstrak Buah Mengkudu (EBM), P1 : 30 % EBM : 70 % Maltodextrin, P2 : 50 % EBM : 50 % Maltodextrin, P3 : 70 % EBM : 30 % Maltodextrin, P4 : 30 % EBM : 70 % Gum Arab, P5 : 50 % EBM : 50 % Gum Arab, P6 : 70 % EBM : 30 % Gum Arab, P7 : 30 % EBM : 70 % Gelatin, P8 : 50 % EBM : 50 % Gelatin, dan P9 : 70 % EBM : 30 % Gelatin

Tabel 3. Rataan Sebaran Jamur selama penyimpanan

Lama penyimpanan	Perlakuan									
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Sebaran Jamur (log cfu/gr)										
0 minggu	0,00 ±	0,00 ±	0,0 ±	0,00±	0,00±	0,00±	0,00±	0,00±	0,00±	0,00±
	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
2 minggu	0,15 ±	0,08 ±	0,0±	0,07±	0,08±	0,10±	0,08±	0,12±	0,13±	0,14±
	0,00 c	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b
4 minggu	0,22 ±	0,15 ±	0,13±	0,12 ±	0,14 ±	0,16 ±	0,15 ±	0,18 ±	0,18 ±	0,19 ±
	0,00 c	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b

Keterangan:

Huruf superscript yang sama pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak nyata ($P < 0,05$). P0 : 100 % Ekstrak Buah Mengkudu (EBM), P1 : 30 % EBM : 70 % Maltodextrin, P2 : 50 % EBM : 50 % Maltodextrin, P3 : 70 % EBM : 30 % Maltodextrin, P4 : 30 % EBM : 70 % Gum Arab, P5 : 50 % EBM : 50 % Gum Arab, P6 : 70 % EBM : 30 % Gum Arab, P7 : 30 % EBM : 70 % Gelatin, P8 : 50 % EBM : 50 % Gelatin, dan P9 : 70 % EBM : 30 % Gelatin

4.2. Pengaruh Lama Penyimpanan Mikrokapsul terhadap Aktivitas Antioksidan

Hasil analisis menunjukkan bahwa P3 menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih stabil dari P0 selama penyimpanan. P3 mengandung komposisi ekstrak buah mengkudu dan maltodekstrin yang paling optimal, sehingga dapat mencegah penurunan aktivitas antioksidan atau kerusakan senyawa antioksidan oleh pengaruh luar.¹⁸ Lama penyimpanan yang semakin lama dapat menyebabkan peningkatan nilai aktivitas antioksidan sehingga menyebabkan kekuatan aktivitas antioksidannya semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh komponen antioksidan seperti flavonoid pada buah mengkudu sangat mudah terdegradasi oleh bertambahnya waktu penyimpanan. Waktu penyimpanan yang semakin lama menimbulkan pengaruh fisik yang semakin besar sehingga dapat menurunkan kestabilan produk terutama aktivitas antioksidan yang sangat tidak stabil selama penyimpanan.

Perlakuan P0 yang tidak mengalami proses mikroenkapsulasi menghasilkan aktivitas antioksidan yang tidak stabil. Kondisi ini menunjukkan proses mikroenkapsulasi mampu menstabilkan aktivitas antioksidan dibandingkan ekstrak buah mengkudu yang tidak dienkapsulasi. Hal ini disebabkan oleh proses mikroenkapsulasi mampu melindungi senyawa antioksidan pada bahan inti yang diproteksi oleh bahan penyalut. Maltodekstrin dilaporkan memiliki beberapa

keunggulan sebagai bahan pelapis dalam proses mikroenkapsulasi diantaranya yaitu memiliki efisiensi enkapsulasi yang tinggi, pelindung produk yang baik dari pengaruh luar, biayanya rendah, viskositas rendah pada konsentrasi padat yang tinggi, memiliki rasa dan aroma netral serta pelindung senyawa antioksidan yang baik.¹⁹

4.3. Pengaruh Lama Penyimpanan Mikrokapsul terhadap Sebaran Jamur

Hasil analisis sebaran jamur dengan berbagai formulasi penyalut disajikan pada Tabel 3. yang menunjukkan bahwa penyimpanan 2 dan 4 minggu menghasilkan sebaran jamur yang berbeda. Dengan demikian, perlakuan proses mikroenkapsulasi dapat meminimalisir penyebaran jamur. Ekstrak mengkudu 100% tanpa proses mikroenkapsulasi menghasilkan nilai sebaran jamur paling tinggi dibandingkan dengan terlebih dahulu dilakukan proses mikroenkapsulasi. Hal ini dikarenakan proses mikroenkapsulasi dapat melindungi senyawa aktif.

Terdapat korelasi positif antara aktivitas sebaran jamur dengan kadar air pada Tabel 3, ketika kadar air lebih tinggi maka pertumbuhan jamur juga lebih cepat. Perlakuan tanpa penambahan penyalut menghasilkan kadar air yang tinggi dibandingkan perlakuan yang diberi penambahan penyalut, dengan demikian dapat merangsang percepatan pertumbuhan jamur yang lebih banyak. Perlakuan yang mendapatkan

proses mikroenkapsulasi menghasilkan pertumbuhan populasi jamur yang lebih sedikit pada perlakuan P3. Mikro kapsul yang mengandung penyalut maltodekstrin dapat menghambat penyerapan air ke dalam produk mikroenkapsul. Kandungan air produk mikro kapsul yang rendah mengurangi kemungkinan pertumbuhan mikroba.²⁰

5. Kesimpulan

Penyimpanan produk mikro kapsul ekstrak buah mengkudu dapat meningkatkan kadar air, aktivitas antioksidan dan distribusi penyebaran jamur seiring dengan pertambahan masa simpan. Ekstrak buah mengkudu dengan dilakukan mikroenkapsulasi dapat terjaga stabilitas produknya sehingga dapat digunakan sebagai feed additive herbal dan pangan fungsional dengan harapan dapat menghasilkan kelarutan dan bioavailabilitas yang baik di dalam tubuh serta perlu juga dosis yang tepat agar pemakaian dalam tubuh bekerja secara maksimal. Penambahan 70% ekstrak buah mengkudu dengan 30% maltodextrin direkomendasikan untuk menjaga kualitas produk selama penyimpanan.

Referensi

1. Krishnaiah, D., Bono, A., Sarbatly, R., Nithyanandam, R., dan Anisuzzaman, S. M. Optimisation of spray drying operating conditions of *Morinda citrifolia* L. fruit extract using response surface methodology. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*. 2015;27(1):26–36. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2012.10.004>
2. Baroroh, H. F., Aini, L. Q., dan Abadi, A. L. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Daun Dan Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Terhadap Blood Disease Bacterium. *Jurnal HPT*. 2014; 2(April): 87–97.
3. Bajaj, S., Singla, D., Sakhuja, N. Stability testing of pharmaceutical products. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2012; 2(3): 129 – 138.
4. Wati, R. R., Sriwidodo, dan Chaerunisaa, A. Y. Review Teknik Mikroenkapsulasi pada Ekstrak Mangosteen (A Review Of Microencapsulation Techniques In Mangosteen Extract). *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*. 2020;3(2): 241–248.
5. Hidayah, N. Perbandingan berbagai teknik mikroenkapsulasi pakan dalam menghasilkan daging sapi sehat. *Prosiding Seminar Nasional dan Gelar Produk Senaspro 2016 Universitas Muhammadiyah Malang*, 17–18 Oktober 2016:143–151.
6. Pourashouri, P., Shabanpour, B., Razavi, S. H., Jafari, S. M., Shabani, A., dan Aubourg, S. P. Oxidative stability of spray-dried microencapsulated fish oils with different wall materials. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2014;23(6):567–578. <https://doi.org/10.1080/10498850.2012.738357>.
7. Ningsih, N., Yasni, S., dan Yuliani, S. Sintesis Nanopartikel Ekstrak Kulit Manggis Merah Dan Kajian Sifat Fungsional Produk Enkapsulasinya. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*. 2017;28(1):27–35. <https://doi.org/10.6066/jtip.2017.28.1.27>.
8. Akhavan Mahdavi S, Jafari SM, Assadpoor E, Dehnad D. Microencapsulation optimization of natural anthocyanins with maltodextrin, gum Arabic and gelatin. *Int J Biol Macromol*. 2016; 85(Apr):379–85. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2016.01.011. Epub 2016 Jan 6. PMID: 26772915.
9. Kanakdande, D., Bhosale, R., dan Singhal, R. S. Stability of cumin oleoresin microencapsulated in different combination of gum arabic, maltodextrin and modified starch. *Carbohydrate Polymers*. 2007;67(4):536–541. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.06.023>
10. Maryam, S., Effendi, N., dan Kasmah, K. Produksi dan Karakterisasi Gelatin dari Limbah Tulang Ayam dengan Menggunakan Spektrofotometer Ftir (Fourier Transform Infra Red). *Majalah Farmaseutik*. 2019;15(2):96. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v15i2.47542>
11. Oktaviyanti, N. D., Avanti, C., dan Yulianto, F. T. Optimasi dan Karakterisasi Pengeringan Ekstrak Buah Mengkudu

- dengan Penambahan Bahan Pengerings Synthetic Amorphous Silica. MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana). 2018;1(4):204–210. <https://doi.org/10.24123/mppi.v1i4.772>
12. Sogandi, dan Rabima. Identifikasi Senyawa Aktif Ekstrak Buah Mengkudu (Morinda. Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi. 2019; 22(5): 206–212.
 13. Hardi, J., Citra, D., Syamsuddin, dan Pusptasari, D. J. Efisiensi Mikroenkapsulasi Ekstrak Kulit Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*) Tersalut Maltodekstrin Berdasarkan Kecepatan Pengadukan. Kovalen: Jurnal Riset Kimia. 2020; 6(1):1–8. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2020.v6.i1.12647>
 14. Mardiah,. 2009. Budidaya dan Pengolahan Rosella. Agromedia Pustaka. Jakarta.
 15. Kusmayadi, A. Pengaruh Formulasi Mikroenkapsulasi Ekstrak Kulit Manggis Terhadap Kadar Air Dan Sebaran Jamur Pada Lama Penyimpanan Yang Berbeda. Agrotek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 2021;15(1): 293-299.
 16. Mukhlis, A.M.A., Hartulistiyoso, E., Purwanto, Y.A. Pengaruh kadar air terhadap beberapa sifat fisik biji lada putih. Agritech. 2017;37(1):15–21. <http://dx.doi.org/10.22146/agritech.15308>
 17. Goula, A.M., Adamopoulos, K.G. A new technique for spray drying orange juice concentrate. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2010; 11(2):342–351. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2009.12.001>
 18. Kausadikar S, Gadhave AD, Waghmare J. Microencapsulation of lemon oil by spray drying and its application in flavor tea. Adv Appl Sci Res. 2015;6:69–78.
 19. Yusop, F.H.M., Manaf, S.F.A., Hamzah, F. Preservation of bioactive compound via microencapsulation. Chemical Engineering Research Bulletin. 2017;19: 50–56.
 20. Marbun, F.G.I., Wiradimadja, R., Hernaman, I. Pengaruh lama penyimpanan terhadap sifat fisik dedak padi. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu. 2018;6(3):163–166.