

ABSTRAK DAN EXCECUTIVE SUMMARY
PENELITIAN HIBAH BERSAING



**APLIKASI TAPIOKA TEROKSIDASI PADA ENKAPSULASI
ANTIOKSIDAN DARI AMPAS SEDUHAN KOPI DENGAN
TEKNIK *COACERVATION***

Tahun ke dua dari rencana dua tahun

Oleh :

Ir. Yhulia Praptiningsih S., MS. (NIDN 0026065302)

Niken Widya Palupi, STP., MSc. (NIDN 0005027804)

UNIVERSITAS JEMBER

November, 2015

ABSTRAK DAN EXECUTIVE SUMMARY

Aplikasi Tapioka Teroksidasi Pada Enkapsulasi Antioksidan Dari Ampas Seduhan Kopi Dengan Teknik *Coacervation*

Peneliti : Ir. Yhulia Praptiningsih S., MS
Niken Widya Palupi, STP., MP
Fakultas : Teknologi Pertanian
Mahasiswa terlibat : Fitri Nurul Kharomah
Sumber Dana : DIPA BOPTN 5-02-2015

ABSTRAK

Ampas seduhan kopi memiliki aktivitas antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa yang mudah rusak karena sensitifitasnya yang tinggi terhadap cahaya, oksigen, dan suhu. Perlindungan senyawa antioksidan antara lain dapat dilakukan dengan enkapsulasi secara *coacervation*. Sebagai enkapsulan dapat digunakan alginat yang disubstitusi menggunakan 25 % tapioka teroksidasi dengan konsentrasi suspensi 5 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi kapsul antioksidan ampas kopi pada susu sterilisasi yang disimpan pada suhu dingin dan suhu ruang dapat menghambat proses oksidasi susu. Penambahan kapsul antioksidan ampas kopi yang mengandung 150 mg antioksidan/kg lemak susu mampu menghambat kerusakan oksidasi lemak susu.

Kata kunci: tapioka teroksidasi, enkapsulasi, antioksidan, ampas kopi, *coacervation*

EXECUTIVE SUMMARY

I.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ampas seduhan kopi memiliki aktivitas antioksidan. Hasil penelitian tahun pertama menunjukkan bahwa ampas seduhan kopi mengandung antioksidan sebesar 3,88% (db) dengan aktivitas antioksidan 16,01 % penghambatan. Antioksidan merupakan senyawa yang mudah rusak karena sensitifitasnya yang tinggi terhadap cahaya, oksigen, dan suhu. Encapsulation mampu melindungi komponen bioaktif pangan seperti antioksidan dengan cara menciptakan barrier yang menguntungkan bagi bahan yang dikapsul. *Coacervation* merupakan metode encapsulasi yang biasanya diaplikasikan untuk encapsulasi probiotik dan enzim karena *beads* yang dihasilkan mempunyai dinding pengkapsul yang tebal. Aplikasi teknik *coacervation* untuk encapsulasi antioksidan merupakan *novelty* di bidang pangan.

Tapioka teroksidasi mempunyai kelebihan dibanding tapioka native yaitu adanya gugus karboksilat sebagai produk oksidasi. Karboksilat bermuatan anionik dan mampu membentuk matriks dengan Ca. Karakteristik ini mirip dengan alginat. Tapioka teroksidasi dapat digunakan untuk substitusi alginat sebagai bahan pengkapsul. Tapioka yang digunakan sebagai substitusi alginat 25 % dengan konsentrasi suspensi 5 %.

Penelitian tahun ke dua adalah aplikasi antioksidan ampas seduhan kopi terenkapsulasi pada susu yang disterilisasi dan disimpan pada suhu dingin dan suhu ruang).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penelitian tahun pertama, diperoleh bahwa untuk encapsulasi antioksidan ampas seduhan kopi menggunakan konsentrasi suspensi 5 % dengan pengkapsul tapioka teroksidasi: alginat= (25:75). Bagaimana aplikasi kapsul tersebut dalam produk pangan belum diketahui. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian aplikasi antioksidan ampas seduhan kopi terenkapsulasi pada susu segar yang disterilisasi dan disimpan pada suhu dingin dan suhu ruang.

1.3 Tujuan penelitian

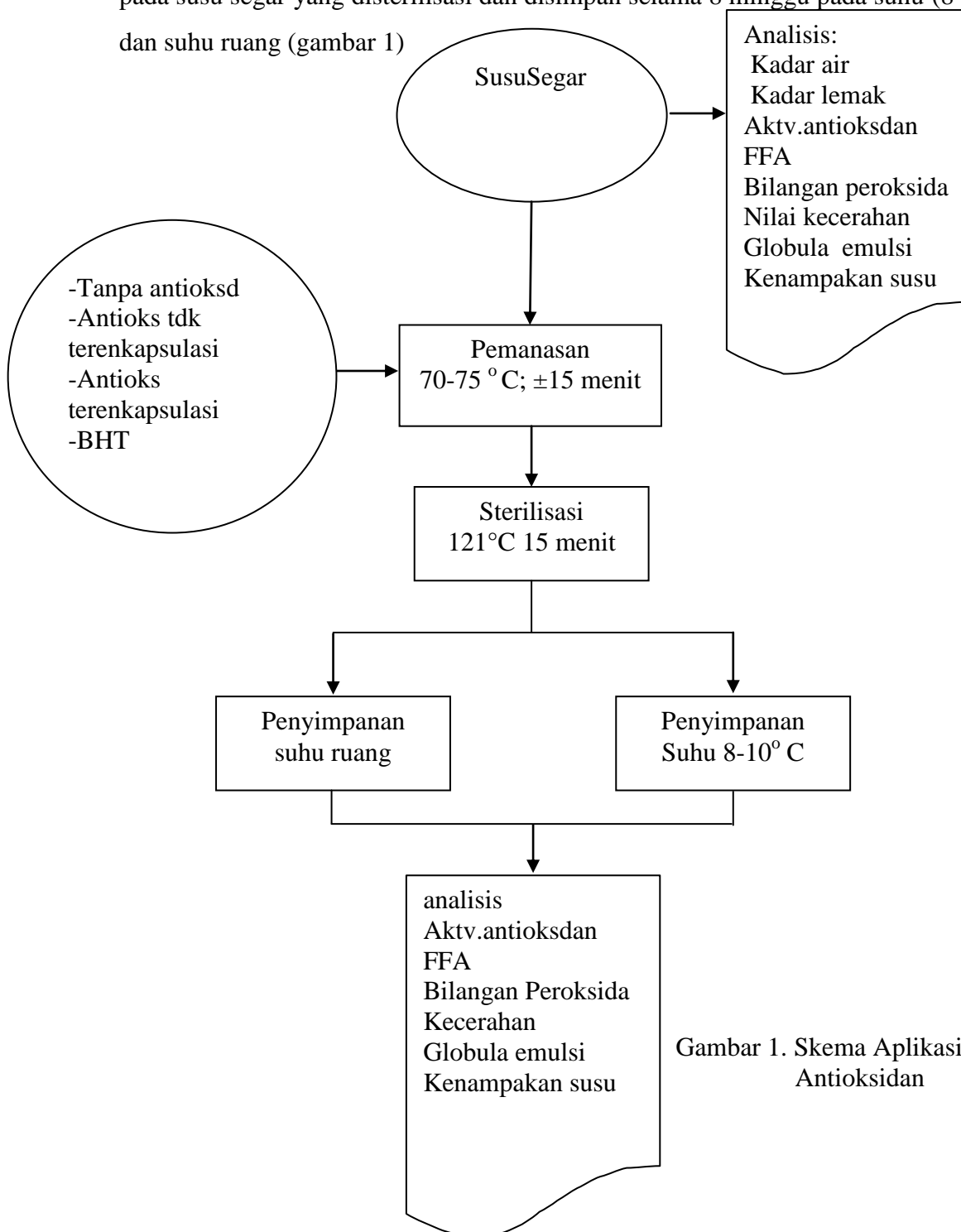
Tujuan penelitian ini adalah produksi antioksidan ampas seduhan kopi terenkapsulasi dengan menggunakan bahan pengkapsul tapioka teroksidasi yang mensubstitusi alginat. Kegiatan pada tahun kedua bertujuan untuk memperoleh konsentrasi/ jumlah penggunaan yang tepat dari antioksidan ampas seduhan kopi terenkapsulasi pada susu segar yang disterilisasi dan disimpan pada suhu dingin (8-10 °C) dan suhu ruang.

1.4 Manfaat Penelitian

- Pemanfaatan ampas seduhan kopi sebagai antioksidan alami akan meningkatkan nilai jual ampas seduhan kopi yang selama ini hanya merupakan limbah.
- Mengurangi penggunaan alginat dan menambah cabang pohon industri tapioka
- Penggunaan antioksidan ampas seduhan kopi terenkapsulasi pada susu segar yang disterilisasi, merupakan teknologi pengawetan pada produk pangan berlemak.

II. METODOLOGI

Pelaksanaan penelitian tahun ke dua adalah aplikasi antioksidan terenkapsulasi pada susu segar yang disterilisasi dan disimpan selama 8 minggu pada suhu (8-10 °C) dan suhu ruang (gambar 1)



Gambar 1. Skema Aplikasi Antioksidan

III. HASIL PENELITIAN

3.1 Kecerahan Susu

Perubahan nilai kecerahan susu selama penyimpanan ditunjukkan pada tabel 3.1 .1 sampai dengan 3.1.4.

Tabel 3.1.1 Perubahan kadar asam lemak bebas susu selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Suhu penyimpanan	Minggu ke -				
	M0	M2	M4	M6	M8
Ruang	74,27	77,88	72,13	71,12	70,55
Dingin	74,27	75,63	71,4	72,56	72,26

Tabel 3.1.2 Perubahan nilai kecerahan susu yang diperlakukan dengan penambahan BHT (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan antioksidan BHT (mg/kg lemak)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	72,61	72,61	74,57	74,57	75,63	75,63
M2	74,25	75,63	77,99	75,78	75,2	75,33
M4	71,93	72,73	72	75,66	71,1	73,83
M6	71,9	71,92	74,08	71,06	71,5	75,10
M8	71,45	71,85	73,85	70,85	71,15	74,75

Tabel 3.1.3 Perubahan nilai kecerahan susu yang diperlakukan dengan penambahan kapsul ekstrak antioksidan ampas kopi (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan kapsul ekstrak antioksidan ampas kopi (mg/kg lemak)					
	100		150		200	
	Suhupenyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	75,78	75,78	77,22	77,22	77,34	77,34
M2	78,60	78,6	69,29	77,52	69,49	69,49
M4	73,7	73,7	69,8	73,42	70,36	70,36
M6	72,75	72,75	70,01	73,12	69,7	69,64
M8	72,5	72,5	70	72,8	68,51	69,44

Tabel 3.1.4 Perubahan nilai kecerahan susu yang diperlakukan dengan penambahan ekstrak cair antioksidan ampas kopi (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan ekstrak cair antioksidan ampas kopi (mg/kg lemak)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	75,86	75,86	73,75	73,75	71,2	71,2
M2	73,56	74,64	73,61	72,68	72,62	69,52
M4	70,62	71,49	69,08	72,32	70,13	70,76
M6	69,5	70,2	68,87	71,15	69,15	69,7
M8	68,74	67,08	68,32	67,65	67,1	68,51

3.2 Padatan terlarut

Perubahan padatan terlarut susu selama penyimpanan ditunjukkan pada tabel 3.2.1 sampai dengan 3.2.4.

Tabel 3.2.1 Perubahan padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix) susu selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Suhu penyimpanan	Minggu ke -				
	M0	M2	M4	M6	M8
Ruang	9,6	9,6	10	10	10
Dingin	9,6	9,8	9,8	10	10

Tabel 3.2.2 Perubahan terlarut ($^{\circ}$ Brix) susu yang diperlakukan dengan penambahan BHT (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan antioksidan BHT (mg/kg lemak)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	9,6	9,6	10	10	10	10
M2	9,6	9,75	9,6	9,4	9,6	9,6
M4	10	9	10	10	10	10
M6	10	10,2	10	10,1	10,4	10,2
M8	10	10,2	10	10,4	10,3	10,2

Tabel 3.2.3 Perubahan terlarut ($^{\circ}$ Brix) susu yang diperlakukan dengan penambahan kapsul ekstrak antioksidan ampas kopi (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan kapsul ekstrak antioksidan ampas kopi (mg/kg lemak)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	9	9	9	9	9	9
M2	9,6	10	9,6	10,3	9,6	10,7
M4	8	10,8	9,03	10,8	9,1	11
M6	9	11	9,6	11	9,6	11

M8	9	11	9,8	10,4	9,8	11,2
----	---	----	-----	------	-----	------

Tabel 3.2.4. Perubahan padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix) susu yang diperlakukan dengan penambahan ekstrak cair antioksidan ampas kopi (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan ekstrak cair antioksidan ampas kopi (mg/kg lemak)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
M2	9	8,9	9,17	8,83	9,03	8,83
M4	10	9	10	9	10	9
M6	10	9,2	10	9,2	10	9,2
M8	9,87	9,47	10	9,4	10	9,4

3.3 Aktivitas antioksidan

Perubahan aktivitas antioksidan susu selama penyimpanan ditunjukkan pada tabel 3.3.1 sampai dengan 3.3.4.

Tabel 3.3.1. Perubahan aktivitas antioksidan susu selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang penyimpanan

Suhu penyimpanan	Minggu ke -				
	M0	M2	M4	M6	M8
Ruang	12,7671	11,7043	10,2821	9,468	7,9171
Dingin	12,7671	9,9636	9,468	8,2293	7,3094

Tabel 3.3.2. Perubahan aktivitas antioksidan susu yang diperlakukan dengan penambahan BHT (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan antioksidan BHT (mg/g)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	1,7370	10,7370	11,8744	11,8744	13,6438	13,6438
M2	8,6798	9,6906	8,2765	11,6291	9,9499	13,3330
M4	8,3618	8,6798	7,8446	8,4167	7,4232	7,7337
M6	7,8195	8,5464	7,2576	8,1870	7,3811	7,4158
M8	7,7208	6,3620	5,1849	6,2849	6,2676	6,6276

Tabel 3.3.3. Perubahan aktivitas antioksidan susu yang diperlakukan dengan penambahan kapsul ekstrak antioksidan ampas kopi (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan kapsul ekstrak antioksidan ampas kopi (mg/g)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	15,9305	15,9305	16,4211	16,4211	19,0822	19,0822
M2	9,203	15,8579	9,5825	14,6334	9,63	17,3744
M4	8,4994	10,5168	8,187	12,9953	9,3914	15,0841
M6	6,362	6,597	7,0598	9,9075	7,7337	9,1726
M8	6,1853	4,4159	6,4317	6,9935	7,1705	6,7772

Tabel 3.3.4. Perubahan aktivitas antioksidan susu yang diperlakukan dengan penambahan ekstrak cair antioksidan ampas kopi (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan ekstrak cair antioksidan ampas kopi (mg/g)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	17,2444	17,2444	20,2004	20,2004	21,8243	21,8243
M2	7,9696	16,9992	10,3954	19,1508	11,1006	18,8908
M4	7,9653	10,9202	9,0607	10,3954	10,8322	10,8322
M6	6,8752	6,8752	7,6966	10,092	7,9933	9,4172
M8	4,2636	4,7906	7,1828	5,2496	7,4197	5,4791

3.4 Asam lemak bebas

Perubahan kadar asam lemak bebas susu selama penyimpanan ditunjukkan pada tabel 3.5.1 sampai dengan 3.5.4.

Tabel 3.5.1 Perubahan kadar asam lemak bebas susu selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang penyimpanan

Suhu penyimpanan	Minggu ke -				
	M0	M2	M4	M6	M8
Ruang	0,7374	0,639	0,7496	1,0579	1,0618
Dingin	0,7374	0,6081	0,6923	0,9522	1,0192

Tabel 3.5.2 Perubahan kadar asam lemak bebas susu yang diperlakukan dengan penambahan BHT (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan antioksidan BHT (mg/kg lemak)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	0.516	0.516	0.5145	0.5145	0.5072	0.5072
M2	0.5988	0.843	0.5766	1.0949	0.5854	0.6318
M4	0.7379	0.7451	0.7382	0.7503	0.743	0.7495
M6	0.9529	0.9515	0.952	1.2839	0.9539	1.1667
M8	1.2648	0.8808	1.2593	1.4414	1.2652	1.6183

Tabel 3.5.3 Perubahan kadar asam lemak bebas susu yang diperlakukan dengan penambahan kapsul ekstrak antioksidan ampas kopi (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan kapsul ekstrak antioksidan ampas kopi (mg/kg lemak)					
	100		150		200	
	Suhupenyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	0.5983	0.5983	0.6039	0.6039	0.6091	0.6091
M2	0.3	0.356	0.303	0.3632	0.3105	0.3601
M4	0.7391	1.0594	0.7365	1.0593	0.7398	1.0557
M6	0.7368	0.9505	1.0508	0.9506	0.9523	0.9491
M8	1.1503	1.147	1.1455	1.1405	1.1495	1.1458

Tabel 3.5.4. Perubahan kadar asam lemak bebas susu yang diperlakukan dengan penambahan ekstrak cair antioksidan ampas kopi (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan ekstrak cair antioksidan ampas kopi (mg/kg lemak)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	0.3069	0.3069	0.3129	0.3129	0.3149	0.3149
M2	0.545	0.8441	0.8456	0.842	0.8401	0.8425
M4	0.8454	0.7397	0.8405	0.8435	0.5226	0.8437
M6	1.0066	1.1472	1.0086	1.1506	1.0069	1.1477
M8	1.0034	0.9694	0.9603	1.006	0.9905	0.9663

3.5 Angka peroksida

Angka peroksida susu selama penyimpanan ditunjukkan pada tabel 3.5.1 sampai dengan 3.5.4

Tabel 3.5.1 Perubahan angka peroksida susu selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang penyimpanan

Suhu penyimpanan	Minggu ke -				
	M0	M2	M4	M6	M8
Ruang	8.475	10.6812	11.1404	11.572	13.7782
Dingin	8.475	10.6812	10.7158	12.2527	13.0158

Tabel 3.5.2. Perubahan angka peroksida susu yang diperlakukan dengan penambahan BHT (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan antioksidan BHT (mg/g)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	8.6152	8.6152	5.0564	5.0564	5.637	5.637
M2	9.6146	9.6146	6.3981	8.2404	6.989	7.697
M4	10.7514	10.1956	11.2451	9.2391	12.4157	10.3735
M6	11.1715	10.4567	13.0202	12.1974	12.4871	12.3774
M8	13.1526	15.0099	18.4808	13.8126	17.1006	13.1803

Tabel 3.5.3 Perubahan angka peroksida susu yang diperlakukan dengan penambahan kapsul ekstrak antioksidan ampas kopi (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan kapsul ekstrak antioksidan ampas kopi (mg/g)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	6.1542	6.1542	5.0628	5.0628	6.7866	6.7866
M2	6.2266	7.9328	5.9946	7.3107	7.3933	8.3962
M4	7.754	10.2256	8.0051	10.5258	7.7777	10.3379
M6	8.407	10.4415	8.5321	10.5822	8.4266	11.3096
M8	10.6609	11.0766	9.17	12.8055	9.2885	11.702

Tabel 3.5.4 Perubahan angkaperoksida susu yang diperlakukan dengan penambahan ekstrak cairantioksidan ampas kopi (100, 150, dan 200 mg/kg lemak) selama penyimpanan pada suhu dingin dan suhu ruang

Lama Penyimpanan	Konsentrasi penambahan ekstrak cair antioksidan ampas kopi (mg/g)					
	100		150		200	
	Suhu penyimpanan					
	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang	Dingin	Ruang
M0	8,1041	8,1041	8,6064	8,6064	8,3124	8,3124
M2	9,4732	8,6011	9,0697	8,6273	8,6857	9,1799
M4	10,4567	9,0968	9,8578	9,4173	9,6978	9,5877
M6	10,9911	12,9871	12,1944	9,8578	11,2958	9,6978
M8	15,203	15,203	13,3975	13,2596	12,3774	13,4278

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- a. Penambahan kapsul antioksidan ampas kopi lebih efektif dalam penghambatan proses oksidasi pada susu yang ditunjukkan dengan kadar asam lemak bebas dan angka peroksida yang lebih rendah daripada susu dengan penambahan antioksidan BHT dan ekstrak cair antioksidan ampas kopi.
- b. Penambahan kapsul antioksidan ampas kopi yang mengandung 150 mg antioksidan/kg lemak susu mampu menghambat kerusakan oksidasi lemak susu.

4.2 Saran

Kapsul yang dihasilkan agak mengalami kesulitan aplikasinya dalam produk, perlu dilakukan pembuatan kapsul dalam bentuk mikroemulsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anal, A.K. and Singh, H. (2007) Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 240-251
- Anonim. 2010. Antioksidan: Apa yang Kamu Ketahui Tentangnya. <http://belajarkimia.com/antioksidan-apa-yang-anda-ketahuitentangnya/> [03 Februari 2011].
- AOAC. 2006. Official methods of analysis (18th ed.). Association of official analytical chemist, Gaithersburg, Maryland.
- Augustin, M.A., & Hemar, Y. (2009). Nano- and micro-structured assemblies for encapsulation of food ingredients. *Chemical Society Reviews*, 38, 902–912.
- Barbosa C.G.V., Ortega E., Juliano P. and Yan H. (2005) *Food Powders: Physical Properties, Processing, and Functionality*. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York.
- Bozel, N. (1968). Modified starch. French Patent 1 542 721 (cited from Chemical Abstract 71: 92921 t).
- Cardenas, A., Monal W.A., Goycoolea, F.M., Ciapara, I.H., Peniche, C. (2003) Diffusion through membranes of the polyelectrolyte complex of chitosan and alginate. *Macromolecular Bioscience*, 10(3), 535-539
- Chattopadhyaya, S., Singhal, R.S., and Kulkarni, P.R. (1998) Oxidised starch as gum arabic substitute for encapsulation of flavours. *Carbohydrate Polymers*, 37, 143-144
- Demiate, I.M., Dupuy, N., Huvenne, J.P., Cereda, M.P. and Wosiacki, G. 2000. *Relationship Between Baking Behavior of Modified Cassava Starches and Starch Chemical Structure Determined by FTIR Spectroscopy*. *Carbohydrate Polymer* 42: 149-158.
- El-Sheikh, M.A., Ramadan, M.A., & El-Shafie, A. (2010). Photo-oxidation of rice starch. Part I: using hydrogen peroxide. *Carbohydrate Polymers*, 80, 266-269.
- Fagen, H. J., Kolen, E. P., & Hussong, R. V. (1955). Spectrophotometer method for determining piperine in oleoresin of black pepper. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 3, 860–862.
- Frascareli, E.C., Silva, V.M., Tonon, R.V., Hubinger, M.D. (2012). Effects of process conditions on the microencapsulation of coffee oil by spray drying. *Food and Bioproducts Processing*, 90, 413-424.
- Ghosh, P.K., Chatterjee, D., Bhattacharjee, P., 2012. Alternatives methods of frying and antioxidant stability in soybean oil. *Advance Journal of Food Science and Technology* 4, 26–33.
- Girard, M., Sanchez, C., Laneuville, S. I., Turgeon, S. L., & Gauthier, S. F. (2004). Associative phase separation of beta-lactoglobulin/pectin solutions: a kinetic study by small angle static light scattering. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 35, 15–22.
- Heath, H.B. (1978). Flavoring materials. In *Flavor Technology: Profiles, Products, Applications*. AVI Publishing Company, Inc., Westport, CN, pp. 359–366.
- Heath, H.B. and Reineccius, G.A. (1986). Flavor production. In *Flavor Chemistry and Technology*. AVI Publishing Company, Inc., Westport, CN, Chapter 11, pp. 354–371.
- Hogan, S.A., McNamee, B.F., O’Riordan, E.D., O’Sullivan, M. (2001) Emulsification and microencapsulation properties of sodium caseinate/carbohydrate blends. *International Dairy Journal*, 11, 137-144
- Kailasapathy, K. 2002. Microencapsulation of Probiotic Bacteria: Technology and Potential Applications. *Microencapsulation of Probiotic Bacteria* 3: 39 – 48.

- Kim, Y.D dan C.V. Morr. 1996. Microencapsulation properties of gum arabics and several food proteins : spray dried orange oil emulsion particles. *J. Agric. Food Chem.* 44(5) : 1314-1320.
- King, A.H. (1995). Encapsulation of food ingredients. In *Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients*, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (eds.). American Chemical Society, Washington, DC, Chapter 3, pp. 26–39.
- Kong, X., Bao, J., Corke, H. (2009) Physical properties of amaranthus strach. *Food Chemistry*, 113, 371-376.
- Laneuville, S. I., Turgeon, S. L., Sanchez, C., & Paquin, P. (2006). Gelation of native beta-lactoglobulin induced by electrostatic attractive interaction with xanthan gum. *Langmuir*, 22, 7351–7357.
- Lawala, O.S., Adebowaleb, K.O., Ogunsanwoa, B.M., Barbac, L.L., Ilo, N.S. (2005) Oxidized and acid thinned starch derivatives of hybrid maize: functional characteristics, wide-angle X-ray diffractometry and thermal properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 35(1–2), 71–79
- LeRoy Jr., D., 1976. Lipids. In: Fenema, O.W. (Ed.), *Principles of Food Science, Part I, Food Chemistry*. Marcel Dekker Inc., NY, USA, p. 183.
- Morrison, W. R., Laignelet. 1983. *An improved colorimetric pro-cedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches*. *J. Cereal Science*, 1: 9–20.
- Niba, Bokanga, Jackson, Schilimme, dan Li. 2001. *Physicochemical Properties and starch Granular Characteristics of Flour from Various Manihot Esculenta (Cassava) Genotypes*. University of Maryland: Food Chemistry and Toxicology.
- North, H. (1949). Colorimetric determination of capsaicin in oleoresin of capsicum. *Anal. Chem.*, 21, 934-936.
- Palupi, N.W. 2010. Pengaruh konsentrasi hidrogen peroksida dan lama penyinaran UV-C terhadap tingkat oksidasi dan pengembangan pati kasava pada proses pemanggangan. Universitas Gadjah Mada.
- Parovuori, P., Hamunen, A. Forsell, P., Autio, K., Poutanen, K. (1995). Oxidation of potato starch by hydrogen peroxide. *Starch/Starke*, 47, 19-23.
- Ponce, A., Roura, S.I., Moreira, M.R., 2011. Essential oils as biopreservatives: Different methods for the technological application in Lettuce leaves. *Journal of Food Science* 76, 34–39
- Radianti MA. 2005. *StuditentangPembuatanMinumanFungsionalTomat-KayuManis. Skripsi*. Bogor: FakultasTeknologiPertanian, InstitutPertanian Bogor.
- Richardson, S., & Gorton, L. (2003). Characterization of the substituen of distribution in starch and cellulose derivates. *Analytica Chimica Acta*, 497, 27-65.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Edisi ke-6. Penerjemah : Kosasih Padmawinata. Bandung: Penerbit ITB.
- Risch, S.J & G.A. Reineccius, 1995. *Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients*. Ed. Risch S.J, Reineccius G.A., ACS Symposium Series, Washington, pp: 214.
- Rivera, M.M.S., Suarez, F.J.L.G., Valle, M.V., Meraz, F.G., Perez, L.A.B. (2005). Partial characterization of banana starches oxidised by different levels of sodium hypochlorit. *Carbohydrate Polymers*, 62, 50-56.
- Rokka, S. and Rantamaki, P.(2010) Protecting probiotic bacteria by microencapsulation: Challenges for industrial applications. *Eur. Food Res. Technol.*, 231: 1-12.
- Ruis, H.G.M. 2007. *Structure rheology relations in sodium caseinate in containing systems*. Tesis. Wengenigen University, Netherland

- Sarkar, S., Gupta, S., Variyar, P.S., Sharma, A., Singhal, R.S. (2012) Irradiation depolymerized guar gum as partial replacement of gum Arabic for microencapsulation of mint oil. *Carbohydrate Polymers*, 90, 1685 – 1694
- Sarmiento, B., Ribeiro, A., Veiga, F., Sampaio, P., Neufeld, R., Ferreira, D. (2007) Alginate/chitosan nanoparticles are effective for oral insulin delivery. *Pharmaceutical Research*, 24(12)
- Schoch, T.J. 1964. *Swelling power and solubility of granular starches*. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Vol 4 (R.L. Whistler, ed.) pp. 106–108. New York: Academic Press
- Shaikh, J., Bhosale, R., Singhal, R. (2006) Microencapsulation of black pepper oleoresin. *Food Chemistry*, 94, 105-110.
- Shay, R. (1994). Flavor manufacturing, Part I. In *Source Book of Flavors*, Reineccius, G. (ed.). Chapman & Hall, New York, Chapter 11, pp. 538–605.
- Singh, H. 1995. Heat induced changes in casein, including interactions with whey proteins. *Heat Induced Changes in Milk*. P. F. Fox. Brussels, *International Dairy Federation*: 86-104.
- Subagio. 2006. *Ubi Kayu Substitusi berbagai Tepung-tepungan*. Vol 1-Edisi 3. Food Review (April, 2006) : hal 18-22.
- Swaigood, H.E. 1982. Chemistry of Milk Protein. Di dalam P. F. Fox (Eds.). *Developments in Dairy Chemistry-4. Proteins*. London: Applied Science Publishers. 1-59.
- Syarief, R. dan H. Halid. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Jakarta: Arcan.
- Thoenes, P., 2004. VIIth World Soybean Research Conference, Foz do Iguassu, Brazil, March 1–4.
- Wiadyani, A.A.I.S. 2010. Modifikasi Pati Kasava dengan Oksidasi dan Asidifikasi untuk Meningkatkan Pengembangan pada Baking. Universitas Gadjah Mada