



Penggunaan Maltodektrin Untuk Meningkatkan Masa Simpan Likopen Buah Semangka (*Citrullus Vulgaris Schard*)

Sukriadi¹, Mappiratu², Nurhaeni²

¹Alumni Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

²Lab Penelitian Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

³Lab Kimia Dasar Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

ABSTRACT

Research using maltodextrin as the coating in order to increase the shelf life of watermelon lycopene has been done. This study aims to estimate the shelf life of watermelon lycopene capsules in packaging with the addition of maltodextrin coating. Achievement of the goals has been the separation of lycopene from watermelon flesh, followed by drying the product of lycopene using solar dryers, extraction of pure lycopene lycopene separation using a solvent mixture of N coarse-Hekasana: Aceton with a ratio of 2: 1, followed by mixing pure lycopene with adsorbent maltodextrin with a ratio of 25: 75% and storage in an oven at 40 and 50°C. Lycopene levels are determined every 24 hours for 10 days using the spectrophotometric method. The resulting data is used to predict the shelf life of lycopene in capsule packaging. The results obtained indicate a shelf life of lycopene at 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, and 60 ° C are 631, 549, 478, 416, 362, 315, 276, 240, 209 and 181 days respectively.

Keywords : *Lycopene, Watermelon, Maltodextrin, Self Life, Reaction Kinetics Models*

ABSTRAK

Penelitian penggunaan maltodekstrin sebagai penyalut dalam upaya meningkatkan masa simpan likopen buah semangka telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menduga umur simpan likopen buah semangka dalam kemasan kapsul dengan penambahan penyalut maltodekstrin. Pencapaian tujuan telah dilakukan pemisahan likopen dari daging buah semangka, dilanjutkan dengan pengeringan produk likopen menggunakan alat pengering surya, proses ekstraksi pemisahan likopen murni dari likopen kasar menggunakan solven campuran N-Hekasana : Aceton dengan perbandingan 2 : 1, dilanjutkan dengan pencampuran likopen murni dengan adsorben maltodekstrin dengan perbandingan 25 : 75 % dan penyimpanan dalam oven pada suhu 40 dan 50°C. Kadar likopen ditentukan setiap 24 Jam selama 10 Hari menggunakan metode spektrofotometri. Data yang dihasilkan digunakan untuk menduga umur simpan likopen dalam kemasan kapsul. Hasil yang diperoleh menunjukkan umur simpan likopen pada suhu 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, dan 60°C berturut-turut adalah 631, 549, 478, 416, 362, 315, 276, 240, 209 dan 181 hari.

Kata Kunci : Likopen, Buah Semangka, Maltodekstrin, Umur Simpan, Model Kinetika Reaksi

I. LATAR BELAKANG

Semangka (*Citrullus vulgaris Schrad*) termasuk salah satu tanaman buah-buahan yang tumbuh merambat dan termasuk dalam family buah labu-labuan (*Cucurbitaceae*). Daging buah semangka berwarna kuning sampai merah dan mengandung biji yang bentuknya memanjang. Warna daging buah disebabkan oleh adanya kandungan pigmen terutama pigmen dari kelompok karotenoid, yakni likopen. Menurut Suhandha (2009) buah semangka mengandung likopen relatif lebih tinggi dibandingkan dengan buah tomat, bahkan terindikasi merupakan buah penghasil likopen tertinggi. Semangka mengandung likopen 6 ppm, sedangkan tomat mengandung likopen antara 3 – 5 ppm (Wenli et al., 2001; Sunarmani, 2008; Suhandha, 2009, dalam Anggraini, 2011).

Likopen dalam industri pangan digunakan sebagai pewarna alami yang selain berfungsi sebagai pewarna, juga berfungsi sebagai antioksidan. Dengan fungsi tersebut, likopen digunakan untuk mencegah kerusakan pangan yang disebabkan oleh oksidasi (Boham dan

Bitsch, 1999; Koski et al., 2002; Montesano et al., 2006 dalam Israwati, 2009). Likopen dalam industri kosmetik digunakan sebagai pencegah kerusakan kulit yang disebabkan oleh pengaruh oksigen dan cahaya yang bersifat toksik (DiMascio et al., 1989).

Di dalam tubuh, likopen antara lain disimpan dalam hati, paru-paru, usus besar dan kulit (Winanto dan Lentera, 2004). Menurut Rao dan Agarwal (1998), likopen berperan mencegah penumpukan kolesterol pada pembuluh darah dan mencegah terjadinya kanker prostat dan kanker payudara. Geovannuci (1999) dalam Israwati (2009) melaporkan likopen dapat menurunkan resiko kanker prostat sebesar 21 % pada pria yang mengkonsumsi likopen dalam jumlah besar. Agarwal dan Rao (1998) menemukan pada pemberian 60 mg likopen selama tiga bulan terhadap 30 orang, kepadatan plasma kolesterol LDL di dalam pembuluh darah mengalami penurunan. Asupan likopen sebesar 40 mg per hari dapat menurunkan oksidasi LDL (Low Density Lipoprotein) secara bermakna dan menurunkan kemungkinan terkena penyakit kanker sebesar 50 % (Agawal dan Rao, 1998). Levy et al.,

(1995) dalam Israwati (2009) menyatakan likopen mampu menghambat pertumbuhan kanker payudara dan kanker paru-paru dengan aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan beta karoten. Dengan luasnya peranan likopen dalam kesehatan, maka perlu ada upaya produksi likopen yang dapat dijadikan sebagai suplemen terutama untuk pencegahan berbagai jenis penyakit dan penunda ketuaan dini.

Produksi likopen dari buah semangka dalam kemasan kapsul serta uji daya simpannya dilakukan oleh Mappiratu. et al(2012). Kelemahan yang ditemukan adalah likopen yang dihasilkan kemurniannya masih rendah (2,5%) serta waktu simpannya relatif singkat (kurang dari 2 bulan pada suhu ruang). Hal tersebut diduga disebabkan oleh adanya komponen lain yang berperan mempercepat kerusakan likopen. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian lanjut tentang penggunaan bahan tambahan/adsorben atau bahan penyalut.

Maltodekstrin termasuk salah satu bahan tambahan atau bahan penyalut yang banyak digunakan dalam proses mikroenkapsulasi (Kristiani, 1997) dalam Anonim (2010). Selain sebagai penyalut, maltodekstrin juga banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman seperti roti, biscuit, minuman susu bubuk,

minuman berenergi dan minuman probiotik (Blancard dan Katz, 1995, dalam Anonim, 2010). Maltodekstrin juga banyak digunakan dalam industri farmasi sebagai niosom pembawa obat dan sebagai bahan penyalut lapis tipis tablet (Anwar, 2004). Berdasarkan hal itu, penyerapan atau penyalutan likopen dalam meningkatkan kadar dan memperpanjang masa simpan digunakan maltodekstrin.

II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan utama dalam penelitian ini adalah buah semangka siap panen dengan tahapan perlakuan sebagai berikut:

1. Tahap Pemisahan Likopen dari Buah Semangka

Pemisahan likopen dari daging buah semangka dilakukan mengikuti cara Mappiratu et al., (2011) yang dimodifikasi sebagai berikut : buah semangka yang diperoleh dari Desa Maranata Kecamatan Marawola Kabupaten Sigi dibelah dan dipisahkan dagingnya yang berwarna merah dan ditimbang, kemudian bijinya dipisahkan, selanjutnya ditambahkan air dengan rasio air terhadap daging (rasio air/daging) 1,5 : 1 atas dasar volume/berat (v/b). Daging buah semangka dihancurkan dengan blender, kemudian dipanaskan pada suhu 70°C selama 60 menit, selanjutnya disaring dan ampas atau residu

yang dihasilkan dikeringkan dalam alat pengering surya. Residu daging buah semangka kering adalah likopen kasar, dihaluskan dengan blender dan ditimbang untuk mengetahui rendemennya.

2. Tahap Penyalutan/Pencampuran dengan Maltodekstrin

Pelaksanaan penyalutan likopen dengan Maltodekstrin diawali dengan ekstraksi likopen hasil pemisahan dari buah semangka menggunakan pelarut campuran heksana/aseton 2:1 atas dasar volume/volume (v/v) sehingga semua likopen terekstrak (residunya tidak lagi berwarna). Ekstrak likopen yang dihasilkan dipisahkan pelarutnya secara vakum dengan rotari vakum evaporator, selanjutnya dicampurkan dengan maltodekstrin dan dikeringkan dalam oven vakum suhu 50°C. Produk yang dihasilkan dinyatakan sebagai likopen tersalut maltodekstrin atau likopen-maltodekstrin.

3. Penentuan waktu simpan

Penentuan waktu simpan likopen maltodekstrin diawali dengan pengemasan kedalam kapsul ukuran 0 dengan volume , kemudian ditimbang untuk mengetahui berat rata-rata likopen maltodekstrin per kapsul (berat kapsul berisi likopen maltodekstrin – kapsul kosong), selanjutnya dianalisis kandungan

likopennya. Selain itu juga disimpan dalam oven suhu 40°C dan 50°C selama 10 hari, dan setiap hari (24 jam) dianalisis kandungan likopennya sebanyak 2 kapsul. Data yang diperoleh digunakan untuk menentukan waktu simpan likopen pada suhu 40°C dan suhu 50°C menggunakan persamaan orde reaksi 1 : Regresi linier sesuai dengan orde reaksi, yaitu $Y = aX + b$, dimana $a =$ tetapan laju reaksi, $x =$ waktu simpan, $b =$ konsentrasi awal likopen dan $Y =$ konsentrasi likopen ketika dinyatakan kadaluarsa, yakni 30 % dari konsentrasi awal atau retensi likopen mencapai 30 %.

Waktu simpan 40 dan 50°C digunakan untuk memprediksi waktu simpan likopen pada berbagai suhu menggunakan persamaan :

$$Q_{10} = \frac{\text{kec. reaksi pada } T + 10}{\text{kec raksi pada } T}$$
$$= \frac{\text{waktu simpan pada } T}{\text{waktu simpan pada } T + 10}$$

$$Q_{10^{(8/10)}} = \frac{ts(T)Q_{10}}{ts(T+10)}$$

Di mana :

Q_{10} =Laju penurunan mutu (kadar likopen)

$ts(T)$ =Umur simpan atau Masa kadaluarsa jika disimpan pada suhu T

$ts(T+10)$ =Masa kadaluarsa jika disimpan pada suhu T + 10

III. ANALISIS DATA

1. Analisis rendemen likopen

Rendemen likopen yang diekstrak dari buah semangka ditentukan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Rendemen Likopen} = \frac{\text{Berat likopen kasar}}{\text{Berat daging buah semangka}} \times 100\%$$

2. Analisis kadar likopen

Kadar likopen dalam produk hasil produksi dan likopen dalam kapsul selama penyimpanan ditentukan menggunakan metode spektrofotometri (Sharma, 1996). Produk likopen awal dan dalam kemasan kapsul dengan jumlah tertentu diekstrak dengan pelarut heksana/aseton 2 : 1 atas dasar volume/volume (v/v) beberapa kali di atas mesin kocok agitasi 250 rpm hingga semua likopen terekstrak (ekstraknya tidak lagi berwarna). Ekstrak likopen yang dihasilkan dilewatkan pada natrium sulfat anhidrat untuk membebaskan air yang terikat, kemudian diuapkan pelarutnya secara vakum menggunakan rotari vakum evaporator. Ekstrak likopen selanjutnya ditambahkan pelarut heksana hingga volumenya mencapai 100 ml, kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum, selanjutnya ditentukan konsentrasinya menggunakan persamaan :

$$C = \frac{A}{E_{1cm}^{1\%} \times b}$$

Dimana : C = Konsentrasi (g/100 mL), A = Absorban, b = Tebal Kuvet (cm) dan $E_{1cm}^{1\%} = 3,450$. Sedangkan kadar likopen ditentukan dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \text{Kadar likopen} \\ = \frac{\text{berat likopen}}{\text{berat produk likopen}} \times 100\% \end{aligned}$$

Dimana : Berat Likopen = nilai C x V Ekstrak

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Rendemen likopen kasar dan kadar likopen dalam maltodekstrin

Semangka termasuk salah satu jenis buah - buahan yang mengandung likopen, bahkan merupakan buah yang kandungan likopennya paling tinggi. Hasil pemisahan likopen dari daging buah semangka yang dilakukan oleh Mappiratu et al (2012) menemukan bahwa kandungan likopen dalam produk pemisahan (likopen kasar) relative rendah, yakni sekitar 2,5 %. Kandungan ini belum baik digunakan sebagai suplemen dalam kemasan kapsul, sebab setiap kapsul hanya berisi sekitar 1 g bahan, yang berarti setiap kapsul hanya mengandung likopen sekitar 0,025 g. Mappiratu et al (2012) juga menemukan waktu simpan likopen kasar dalam

kemasan kapsul pada suhu ruang relative singkat, yakni kurang dari dua bulan.

Upaya untuk meningkatkan kandungan likopen dalam bahan suplemen serta meningkatkan masa simpan, dilakukan pemisahan likopen dari buah semangka mengikuti cara Mappiratu et al (2012), yang diikuti dengan ekstraksi likopen dalam likopen kasar serta pencampuran ekstrak likopen dengan maltodekstrin. Hasil pemisahan likopen dari buah semangka diperoleh rendemen likopen kasar sebesar 1,6 %, yang berarti pengolahan 1 kg daging buah semangka, menghasilkan likopen kasar sebesar 16 g. Hasil analisis likopen dalam produk pencampuran dengan maltodekstrin (kadar likopen dalam likopen maltodekstrin) menunjukkan likopen maltodekstrin mengandung likopen 37,41 %, yang berarti terjadi peningkatan kadar likopennya sekitar 15 kali dibandingkan likopen kasar hasil pemisahan dari daging buah semangka. Mengacu pada perbandingan ekstrak likopen terhadap maltodekstrin, yakni 1 : 3 atas dasar volume per berat (v/b), maka konsentrasi likopen dalam likopen maltodekstrin hanya sekitar 25 %. Temuan kadar likopen di atas 25 %, yakni 38,37 % memberikan indikasi ekstrak likopen yang dihasilkan masih mengandung pelarut yang ketika

dikeringkan dalam oven vakum pelarutnya (heksana) menguap secara sempurna.

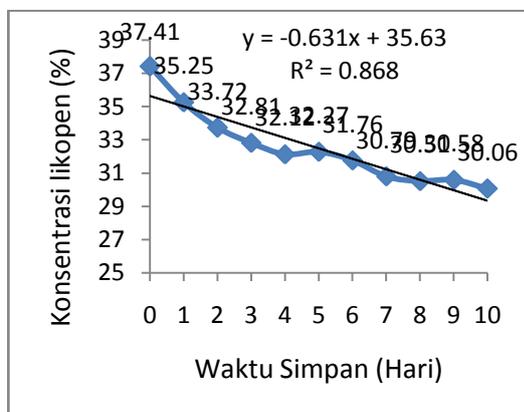
2. Kadar Likopen Maltodekstrin dalam Kemasan Kapsul pada Suhu 40 dan 50 °C

Likopen termasuk kelompok karotenoid yang berperan mencegah berbagai jenis penyakit terutama penyakit kanker dan jantung koroner (Levy et al., 1995) dalam Anggraini (2011). Peranan tersebut disebabkan karena likopen berfungsi sebagai antioksidan. Dengan fungsinya itu, likopen mudah mengalami kerusakan pada penyimpanan terutama kerusakan yang disebabkan oleh oksidasi dengan cahaya, oksigen dan logam tembaga, besi dan logam mangan (Allen et al., (2003) dalam Anggraini (2011). Kerusakan tersebut akan berakibat terhadap penurunan kadar likopen relative terhadap waktu simpan. Menurut Koswara (2002), waktu simpan adalah waktu dimana mutu produk tidak dapat diterima konsumen atau produk telah kehilangan fungsinya. Untuk produk likopen, waktu simpannya adalah waktu dimana retensi likopen mencapai 30 % atau produk telah mengalami kerusakan likopen sebesar 70 % (Mappiratu et al., (2012).

Penentuan waktu simpan likopen maltodekstrin pada berbagai suhu diawali dengan penentuan nilai Q10, sedangkan

nilai Q10 dapat ditentukan jika terdapat waktu simpan pada dua daerah suhu. Untuk maksud tersebut dilakukan penentuan waktu simpan likopen maltodekstrin pada suhu 40 dan 50°C.

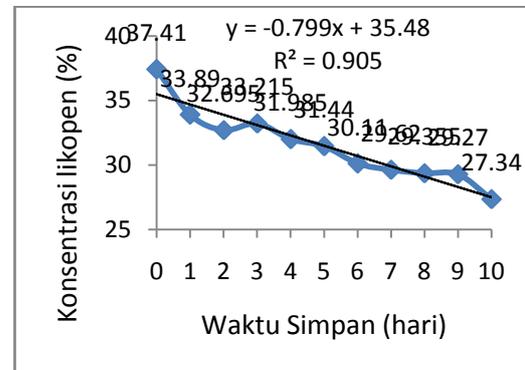
Hasil pengukuran kadar likopen produk likopen maltodekstrin dalam kemasan kapsul yang disimpan pada suhu 40°C (Gambar 4.1 Tabel Lampiran 1) menunjukkan kadar likopen menurun dengan meningkatnya waktu simpan. Pada waktu simpan 10 hari, kadar likopen mencapai 30,06 % dimana sebelum penyimpanan (waktu simpan nol hari) kadarnya 37,41 %, yang berarti retensi likopen pada penyimpanan 10 hari suhu 40°C adalah 80,35 %.



Gambar 1. Kurva kadar likopen pada berbagai waktu simpan suhu 40 °C

Hasil pengukuran kadar likopen produk likopen maltodekstrin dalam kemasan kapsul yang disimpan pada suhu 50°C (Gambar 4.2 Tabel Lampiran 2) menunjukkan penurunan kadar likopen

terhadap waktu simpan lebih besar dibandingkan dengan suhu 40°C. Pada waktu simpan 10 hari, kadar likopen 27,34 % atau retensi likopen mencapai 73,08 %.

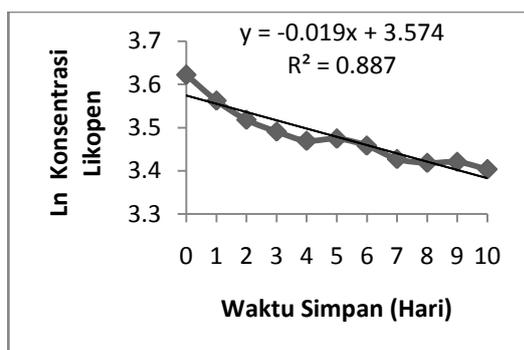


Gambar 2. Kurva kadar likopen pada berbagai waktu simpan suhu 50 °C.

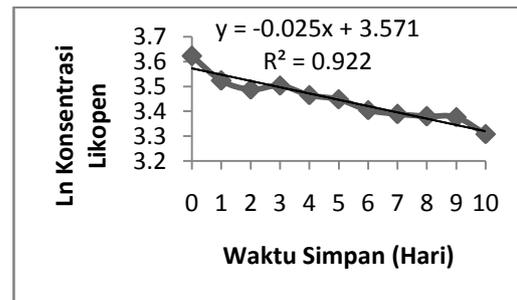
Masa kadaluarsa atau waktu simpan likopen dalam kemasan kapsul tercapai, jika retensi likopen telah mencapai 30 % atau kadar likopen sebesar 11,223 %. Waktu simpan ditentukan melalui persamaan regresi $Y = aX + b$, dimana Y adalah kadar likopen ketika mencapai waktu simpan (kadar likopen 11,223 %), X adalah waktu simpan.

Persamaan regresi tersebut ditentukan setelah diketahui keberlakuan orde reaksi perubahan likopen dalam kemasan kapsul. Untuk itu dilakukan pengujian menggunakan orde nol dan orde satu. Hasil yang diperoleh (Gambar 4.1, 4.2, 4.3 dan 4.4) menunjukkan nilai R^2 pada kurva hubungan antara ln konsentrasi terhadap waktu (orde satu) pada suhu 40°C adalah 0,887 relative lebih besar dibandingkan dengan nilai R^2 pada kurva

hubungan antara konsentrasi terhadap waktu simpan (orde nol) suhu 40°C sebesar 0,868. Demikian pula pada suhu 50°C untuk orde satu nilai R^2 adalah 0,922 relatif lebih besar dibandingkan nilai R^2 untuk orde nol sebesar 0,905. Dengan demikian perubahan likopen dalam kemasan kapsul mengikuti reaksi orde satu, sebab makin tinggi nilai R^2 semakin mengikuti persamaan linier. Hal yang sama ditemukan oleh Ibrahim (2012) dalam mappiratu (2012) pada penentuan keberlakuan orde reaksi bagi likopen dari tomat dalam kemasan kapsul yang mengikuti orde reaksi satu. Demikian pula yang ditemukan oleh Mappiratu et al (2012) dalam penentuan keberlakuan orde reaksi likopen hasil pemisahan dari buah semangka dalam kemasan kapsul, yang menemukan orde reaksi satu.



Gambar 3 Kurva hubungan Ln Konsentrasi Likopen terhadap waktu simpan pada suhu 40 °C.



Gambar 4 Kurva hubungan antara Ln Konsentrasi likopen terhadap waktu simpan pada suhu 50 °C.

Pada Gambar 3 memperlihatkan hubungan antara Ln konsentrasi likopen terhadap waktu reaksi mengikuti persamaan $Y = - 0,019 X + 3,574$ yang berarti persamaan regresi perubahan likopen dalam kemasan kapsul pada suhu 40°C adalah $Y = - 0,019 X + 3,574$, sedangkan pada suhu 50 °C (Gambar 4.4) persamaan regresinya $Y = - 0,025 X + 3,571$. Dengan memasukkan nilai $Y = \ln 11,223$ ke dalam persamaan $Y = - 0,019 X + 3,574$ diperoleh waktu simpan (X) atau masa kadaluarsa likopen dalam kemasan kapsul pada suhu 40 °C sebesar 315,32 hari. Demikian pula dengan memasukkan nilai $Y = \ln 11,223$ ke dalam persamaan $Y = - 0,025 X + 3,571$ diperoleh waktu simpan (X) atau masa kadaluarsa likopen dalam kemasan kapsul pada suhu 50 °C sebesar 239,52 hari.

3. Umur Simpan Likopen Maltodekstrin dalam Kemasan Kapsul pada Berbagai Suhu Penyimpanan

Pendugaan umur simpan suatu produk termasuk produk likopen dalam kemasan kapsul didasarkan atas nilai Q_{10} yang dinyatakan sebagai laju penurunan mutu produk pada suhu $T + 10$ terhadap laju penurunan mutu pada suhu T . Oleh karena laju penurunan mutu sebanding dengan umur simpan produk, maka nilai Q_{10} dapat pula dinyatakan sebagai umur simpan suatu produk pada suhu T terhadap umur simpan produk pada suhu $T + 10$. Mengacu pada umur simpan produk likopen pada suhu 40°C sebesar 315,32 hari dan pada suhu 50°C sebesar 239,52 hari, maka nilai Q_{10} untuk produk likopen maltodekstrin dalam kemasan kapsul adalah hari/hari sama dengan persamaan Q_{10} yang ditrapkan di atas, yakni $Q_{10} = \frac{\text{Umur simpan pada suhu } T}{\text{umur simpan pada suhu } T + 10}$, hanya dapat diterapkan pada perbedaan suhu 10°C , Penentuan perbedaan suhu yang lebih rendah dan lebih tinggi dari 10°C didasarkan pada persamaan diperoleh umur simpan produk likopen dalam kemasan kapsul pada berbagai suhu disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Umur simpan produk likopen pada berbagai suhu penyimpanan

No.	Suhu penyimpanan ($^{\circ}\text{C}$)	Umur simpan (hari)
-----	---	--------------------

1.	15	631
2.	20	549
3.	25	478
4.	30	416
5.	35	362
6.	40	315
7.	45	276
8.	50	240
9.	55	209
10.	60	181

Anwar, (2004) menjelaskan bahwa semakin banyak kandungan maltodekstrin dalam formula sediaan obat, maka pengikatan terhadap partikel komponen lain semakin kuat, sehingga sediaan akan semakin kuat. Hal ini diasumsikan bahwa likopen terlindungi dari proses oksidasi yang menyebabkan likopen rusak pada waktu penyimpanan, sehingga dapat meningkatkan umur simpan likopen. Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa suhu 15°C sangat cocok digunakan sebagai suhu penyimpanan untuk likopen, karena masa kadaluarsa lebih lama yaitu 631 hari.

V. KESIMPULAN

1. Konsentrasi likopen dalam likopen maltodekstrin adalah 38,37 % sebelum penyimpanan dinyatakan hari 0, sedangkan dalam likopen kasar konsentrasinya 1,6 %, dengan

konsentrasi likopen mengikuti reaksi orde satu.

2. Waktu simpan likopen dalam kemasan kapsul pada suhu 40°C adalah 315 hari, pada suhu 50°C atau adalah 240 hari dan pada suhu penyimpanan 60°C adalah 181 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal S. Rao AV. 2000. *Role Of Antioxydant Lycopene In Cancer and Heart Diseases*. Journal of the american College of Nutrition, Vol. 19, No.5, 563-569.
- Anggraini M. 2011. Penerapan Model Kinetika Reaksi Untuk Menduga Umur Simpan Likopen dari Buah Semangka (*Citrullus vulgaris* Schrad) dalam Kemasan Kapsul. Skripsi. Universitas Tadulako. Palu.
- Anonim,
<http://dudimuseind.blogspot.com/>: diakses tanggal 12 November 2012.
- Anwar. E, Joshita. D, dan Anton Bahtiar, 2004, Pemanfaatan Maltodekstrin Pati Terigu Sebagai Eksipien Dalam Formulasi Sediaan Tablet dan Niosom, *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol. 1, No. 1 : 34 – 46.
- Arab. L dan S. Steck, 2000, Lycopene and Cardiovascular Disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 71 : 1691-1695.
- Di Mascio, P.D., S. Kaiser dan H. Seis, 1989, Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher, *Arch. Biochem, Biophys.* 274 : 532 – 538.
- Dinda, N., Ishadi, F., Najibul, H., Kurniawan, M., 2010, *Nata Daging Buah Semangka (Nata de citrullus) Sebagai Alternatif Makanan Sehat Penderita Hipertensi*, Program Kreativitas Mahasiswa. Universitas Negeri Malang.
- Direktorat Gizi DEPKES RI. Daftar komposisi Bahan Makanan. Jakarta, 1996.
- Israwaty, I. 2009. *Kajian Ekstraksi Likopen Dari Tomat Afkiran*. Skripsi. Universitas Tadulako. Palu.
- Kiswanto, Y, et al, 2004, Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Air Kelapa Terhadap Produksi Nata de Coco, Lab. INTAN Yogyakarta dan Lab. Pengendalian Mutu SMK Negeri 1 Jepara.
- Koski, A., E. Psomiadou., M. Tsimidou., A. Hopia., P. Kafalas., K. Wahala dan M. Heinonen, 2002, Oxidative stability and minor constituents of virgin olive oil and cold-pressed rapeseed oil, *Eur. Food Res. Technol*, 214 : 294 – 298.
- Koswara, S. 2002. Penerapan Persamaan Arrhenius Untuk Menduga Umur Simpan Produk dan Bahan Pangan. *Jurnal Teknol. Dan Industri Pangan*, Vol. XIII, No.2 : 197-198.
- Mappiratu, Nurhaeni dan Ila Israwaty, 2010, Pemanfaatan Tomat Afkiran untuk Produksi Likopen, *Media Litbang Sul Teng* Vol 3 No. 1 : 64 – 69.
- Mappiratu, 2012. *Teknologi Pangan*, Untad Press. Palu.
- Montesano, D., L.Cossignani, G., D'Arco., M.S.Simonetti dan P.Damiani., 2006, *Pure Licopene*

Penggunaan Maltodektrin Untuk Meningkatkan Masa Simpan Likopen Buah Semangka (*Citrullus Vulgaris Schard*)

- from Tomato Preserves Extra Virgin Olive Oil from Natural Oxidative Events During Storage. *JAOCS*. 83 (11) : 933 – 941.
- Sharma SK. 1996. Sharma SK and Le Maguer in Tomatoes and Tomato Pulp Fractions, *Ital J Food Sci* 2: 107-113.
- Subekti D. 2008. (<http://dudimuseind.blogspot.com>). diakses tanggal 01 Maret 2012
- Wenli, Y., Z. Yaping., X. Zhen., J. Hui dan W. Dapu, 2001, The antioxidant properties of lycopene concentrate extracted from tomato paste.
- Winanto. W. P. Dan Tim Lentera. 2004. *Manfaat Tanaman Sayur Untuk Mengatasi Aneka Penyakit*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1995. *Enzim Pangan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.