

EKSTRAKSI ANTIOKSIDAN (LIKOPEN) DARI BUAH TOMAT DENGAN MENGGUNAKAN SOLVEN CAMPURAN, n – HEKSANA, ASETON, DAN ETANOL

Dewi Maulida (L2C606014) dan Naufal Zulkarnaen (L2C606033)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln.Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang 50239, Telp/Fax: (024)7460058
Pembimbing: Dr. Ir. Bakti Jos, DEA

ABSTRAK

*Tomat (*Lycopersicum esculentum*) merupakan salah satu produk hortikultura yang berpotensi, menyehatkan dan mempunyai prospek pasar yang cukup menjanjikan. Tomat memiliki kandungan senyawa karotenoid yang bernama likopen. Likopen adalah salah satu zat pigmen kuning tua sampai merah tua yang termasuk kelompok karotenoid yang bertanggungjawab terhadap warna merah pada tomat. Senyawa karotenoid yang satu ini dikenal baik sebagai senyawa yang memiliki daya antioksidan tinggi, senyawa ini mampu melawan radikal bebas akibat polusi dan radiasi sinar UV. Pemisahan antioksidan dari buah tomat dengan metoda ekstraksi cair – cair, menggunakan campuran etanol, heksana, dan aseton sebagai solven. Kemudian dilakukan ekstraksi juice buah tomat dengan solven campuran dengan jumlah total larutan 300 ml dengan perbandingan feed dan solven 1:1; 1:2; 1:3; 1:4; 1:5; dengan suhu operasi 30, 40, 50, 60, 70, 80 °C, serta waktu ekstraksi selama 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 menit. Dari hasil pengamatan kami didapatkan kondisi optimum operasi ekstraksi lycopene dengan menggunakan solven campuran n-heksana, etanol, dan aseton adalah pada perbandingan pelarut dan bahan 4 : 1 pada suhu operasi 70 °C dan 90 menit untuk variable waktu ekstraksi. Pada kondisi ini lycopene yang terekstrak sebesar 5,14 mg/100gram atau sebesar 40,15%.*

Kata Kunci : *Likopen, ekstraksi, solven campuran n-heksana, etanol, dan aseton*

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum*) is one of the potential horticultural products, healthy and has a promising market prospect. Tomato contain karotenoid element which called lycopene. Lycopene was one of yellow dark to red dark pigment which included at karotenoid groups that influence to the red colour of tomato. Carotenoid compounds is well known as compounds which have high antioxidant power, this compound is able to fight free radicals caused by pollution and UV radiation. Antioxidant separation by extraction method of tomato fruit in liquid phase using the mixture of ethanol, hexana and acetone. The purpose of this study was to obtain liquid extract antioxidant-rich from tomatoes (lycopene) as an intermediate product that has many benefits to be used as industrial raw materials. In this study, using the variable ratio of F/s = (1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5), extraction temperature T = (30, 40, 50, 60, 70, 80)°C, and extraction time t = (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120) minutes. Next determine the concentration of antioxidants were calculated using the UV-VIS spectrophotometric analysis. From the results of this study indicate that the optimum condition of lycopene extraction operation using solvent mixture of n-hexane, ethanol, and acetone is the ratio of F/s, 4:1 at the operating temperature of 70 °C and 90 minutes for the extraction time variable. In this condition, lycopene is extracted by 5.14 mg/100gram or equal to 40.15%.

Keywords : *lycopene, extraction, solvent mixture of n-hexane, ethanol, and acetone*

1. Pendahuluan

Tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan salah satu produk hortikultura yang berpotensi, menyehatkan dan mempunyai prospek pasar yang cukup menjanjikan. Tomat, baik dalam bentuk segar maupun olahan, memiliki komposisi zat gizi yang cukup lengkap dan baik. Buah tomat terdiri dari 5-10% berat kering tanpa air dan 1 persen kulit dan biji. Jika buah tomat dikeringkan, sekitar 50% dari berat keringnya terdiri dari gula-gula pereduksi (terutama glukosa dan fruktosa), sisanya asam-asam organik, mineral, pigmen, vitamin dan lipid.

Tabel 1. Kandungan Likopen Buah Segar dan Olahan Tomat

Bahan	Kandungan Likopen (mg/100g)
Pasta tomat	42,2
Saus spagetti	21,9
Sambal	19,5
Saus tomat	15,9
Jus tomat	12,8
Sup tomat	7,2
Saus <i>seafood</i>	17,0
Semangka	4,0
<i>Pink grapefruit</i>	4,0
Tomat mentah	8,8

Sumber : Tsang (2005) ; Arab dan Steck (2000)

Radikal bebas adalah atom atau molekul yang tidak stabil dan sangat reaktif karena mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital terluarnya. Untuk mencapai kestabilan atom atau molekul, radikal bebas akan bereaksi dengan molekul disekitarnya untuk memperoleh pasangan elektron. Reaksi ini akan berlangsung terus menerus dalam tubuh dan bila tidak dihentikan akan menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker, jantung, katarak, penuaan dini, serta penyakit degeneratif lainnya. Oleh karena itu, tubuh memerlukan suatu substansi penting yaitu antioksidan yang mampu menangkap radikal bebas tersebut sehingga tidak dapat menginduksi suatu penyakit (Kikuzaki, H., Hisamoto, M., Hirose, K., Akiyama, K., and Taniguchi, H., 2002).

Lycopene atau yang sering disebut sebagai α -carotene adalah suatu karotenoid pigmen merah terang yang banyak ditemukan dalam buah tomat dan buah-buahan lain yang berwarna merah. Lycopene merupakan karotenoid yang sangat dibutuhkan oleh tubuh dan merupakan salah satu antioksidan yang sangat kuat (wikipedia, 2007). Kemampuannya mengendalikan radikal bebas 100 kali lebih efisien daripada vitamin E atau 12500 kali dari pada glutathion. Selain sebagai anti skin aging, lycopene juga memiliki manfaat untuk mencegah penyakit cardiovascular, kencing manis, osteoporosis, infertility, dan kanker terutama kanker prostat.

Dalam penelitian pengambilan likopen dari buah tomat dilakukan dengan proses ekstraksi dengan menggunakan solvent campuran aseton, n-heksan, dan etanol. Dalam pengujian/analisis likopen dalam produk tomat dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode seperti HPLC, spektrofotometer atau melalui pengukuran warna. Dalam penelitian ini akan diuraikan pengujian kadar likopen dengan menggunakan metode spektrofotometer (Sunarmani, 2003).

Adapun tujuan kami dalam penelitian kami adalah mencoba menentukan perbandingan jumlah pelarut campuran etanol, heksana, dan aseton dan feed (jus buah tomat) sehingga di dapat hasil yang optimum setelah menentukan perbandingan yang optimum kami mencoba menentukan suhu ekstraksi dan waktu ekstraksi optimum untuk mendapatkan kadar likopen dalam jus buah tomat.

2. Bahan dan Metodologi Percobaan

Pada penelitian ekstraksi lycopene pada buah tomat digunakan bahan utama yaitu buah tomat (dalam bentuk jus), selain itu di gunakan 3 pelarut yaitu etanol, aseton, dan Heksana. Sedangkan alat yang di pergunakan antara lain Beaker glass, labu takar, erlenmeyer, gelas ukur, timbangan, stirrer, spektrofotometer, paiknometer, corong pemisah, kertas saring, pipet tetes, corong gelas.

Metode penelitian ini dilakukan dengan cara proses ekstraksi cair-cair. Proses pertama dilakukan dengan penanganan awal pada buah tomat yaitu membersihkan buah tomat dari kotorannya dan menghaluskan buah tomat dengan blender (juice). Setelah itu Menentukan Perbandingan F/S dan Suhu Ekstraksi Optimal dengan cara Masukkan larutan umpan dengan solvent yang sudah dibuat perbandingannya f/s (1:1 , 1:2 , 1:3 , 1:4 , 1:5), lalu Atur suhu pemanasan sesuai variabel yang diinginkan (30 , 40 , 50 ,60 , 70, 80)°C, kemudian jalankan proses ekstraksi (selama 1 jam) untuk tiap variabel suhu tampung hasil ekstraksi pada erlenmeyer, kemudian tambahkan aquadest untuk proses pencucian. Memisahkan ekstrak dan rafinat dengan corong pemisah. Tambahkan 10 ml aquadest kemudian dikocok lagi selama 15 menit. Pisahkan lapisan polar dan lapisan non polar, ambil semua lapisan atas (non polar) masukkan dalam labu ukur 100 ml tambahkan etanol sampai tanda batas. Kemudian tentukan kadar likopen total dari lapisan non polar (bagian atas) dengan spektrofotometer UV – Vis pada panjang gelombang maksimum 470 nm. Untuk Menentukan perbandingan feed dan solven, serta suhu operasi yang terbaik dari hasil analisa. Kemudian Menentukan Waktu Ekstraksi caranya dengan memasukkan larutan umpan dengan solvent yang sudah dibuat perbandingannya f/s (1:4). Setelah itu, atur suhu pemanasan sesuai suhu optimal operasi (70 °C), kemudian jalankan proses ekstraksi (pada waktu 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 menit). Lalu tampung hasil ekstraksi pada erlenmeyer, kemudian tambahkan aquadest untuk proses pencucian. Memisahkan ekstrak dan rafinat dengan corong pemisah. Tambahkan 10 ml aquadest kemudian dikocok lagi selama 15 menit. Pisahkan lapisan polar dan lapisan non polar, ambil semua lapisan atas (non polar) masukkan dalam labu ukur 100 ml tambahkan etanol sampai tanda batas. Tentukan kadar likopen total dari lapisan non polar (bagian atas) dengan spektrofotometer UV – Vis pada panjang gelombang maksimum 470 nm. Tentukan hasil ekstraksi dengan di plotkan pada kurva standart untuk mengetahui kadar lycopen yang terekstrak. Menentukan waktu operasi optimal.

Pengukuran absorbansi sample dengan cara mengambil 5 ml sampel yang telah bebas endapan. Encerkan dengan N-Hexana sampai 25 ml kemudian Masukkan hasil pengenceran ke dalam cuvet. Setelah itu analisa sampel menggunakan spektronik C-20 pada panjang gelombang 470 nm..Dengan bantuan kurva standar, kalibrasi data absorbansi dalam kadar larutan likopen standar.

3. Hasil penelitian dan pembahasan

a. Hasil penelitian

Dengan menggunakan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 471 nm diperoleh data absorbansi sebagai berikut :

Juice Buah Tomat :

- Pada panjang gelombang 471 nm : 0,996
- Kadar total lycopen : 12,8 mg/100 gram

Tabel 3.1. Data absorbansi lycopen dengan F/S (1:1)

No.	Temperatur (°C)	Absorbansi (471 nm)	Kadar total lycopen yg terekstrak (mg/100gr)	Persentase kadar Lycopen (%)
1.	30	0.21	1,91	14,9
2.	40	0.212	1,95	15,2
3.	50	0.214	1,98	15,5
4.	60	0.217	2,03	15,85
5.	70	0.22	2,07	16,17
6.	80	0.2145	1,99	15,54

Tabel 3.2. Data absorbansi lycopen dengan F/S (1:2)

No.	Temperatur (°C)	Absorbansi (471 nm)	Kadar total lycopen yg terekstrak (mg/100gr)	Persentase kadar Lycopen (%)
1.	30	0.240	2,4	18,75
2.	40	0.243	2,45	19,14
3.	50	0.241	2,42	18,9
4.	60	0.26	2,73	21,13
5.	70	0.261	2,75	21,48
6.	80	0.258	2,7	21,09

Tabel 3.3. Data absorbansi lycopene dengan F/S (1:3)

No.	Temperatur (°C)	Absorbansi (471 nm)	Kadar total lycopene yg terekstrak (mg/100gr)	Persentase kadar Lycopene (%)
1.	30	0.3	3,38	26,4
2.	40	0.301	3,4	26,56
3.	50	0.3	3,38	26,4
4.	60	0.309	3,54	27,65
5.	70	0.317	3,67	28,67
6.	80	0.312	3,58	27,96

Tabel 3.4. Data absorbansi lycopene dengan F/S (1:4)

No.	Temperatur (°C)	Absorbansi (471 nm)	Kadar total lycopene yg terekstrak (mg/100gr)	Persentase kadar Lycopene (%)
1.	30	0.301	3,41	26.64
2.	40	0.33	3,87	30,23
3.	50	0.36	4,36	34.6
4.	60	0.3659	4,46	34.85
5.	70	0.369	4,51	35,23
6.	80	0.366	4,47	34,92

Tabel 3.5. Data absorbansi lycopene dengan F/S (1:5)

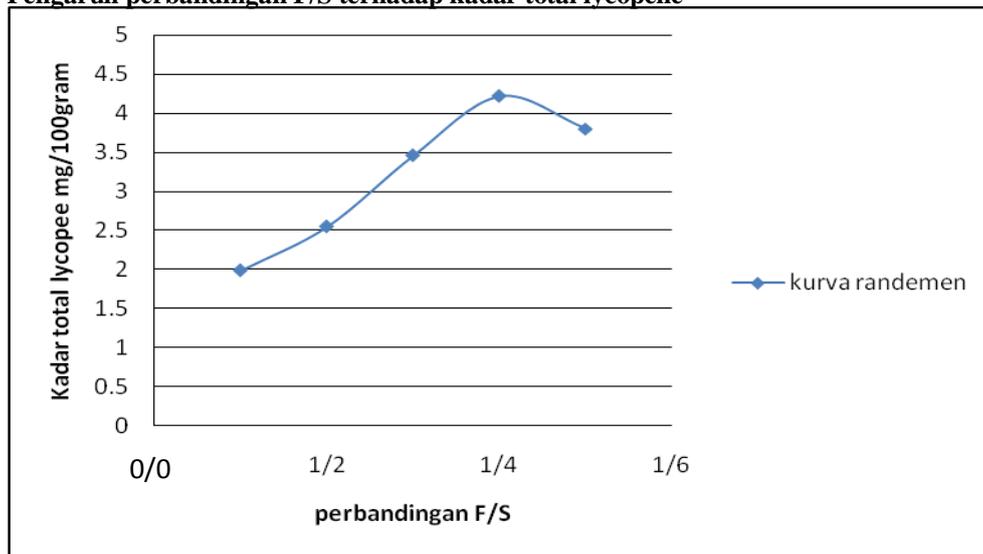
No.	Temperatur (°C)	Absorbansi (471 nm)	Kadar total lycopene yg terekstrak (mg/100gr)	Persentase kadar Lycopene (%)
1.	30	0.331	3,88	30,31
2.	40	0.3315	3,89	30,39
3.	50	0.33	3,87	30,23
4.	60	0.315	3,63	28,36
5.	70	0.302	3,57	27,89
6.	80	0.296	3,33	26,01

Tabel 3.6. Data absorbansi lycopene dengan F/S (1:4) dan Suhu 70 °C

No.	Waktu (menit)	Absorbansi (471 nm)	Kadar total lycopene yg terekstrak (mg/100gr)	Persentase kadar Lycopene (%)
1.	30	0,353	4,25	33,2
2.	40	0,3617	4,39	34,29
3.	50	0,3647	4,44	34,87
4.	60	0,368	4,5	35,46
5.	70	0,370	4,57	35,7
6.	80	0,376	4,63	36,17
7.	90	0,4076	5,14	40,15
8.	100	0,411	5,2	40,6
9.	110	0,416	5,29	41,32
10.	120	0,423	5,3	41,4

3.2 Pembahasan

Pengaruh perbandingan F/S terhadap kadar total lycopene



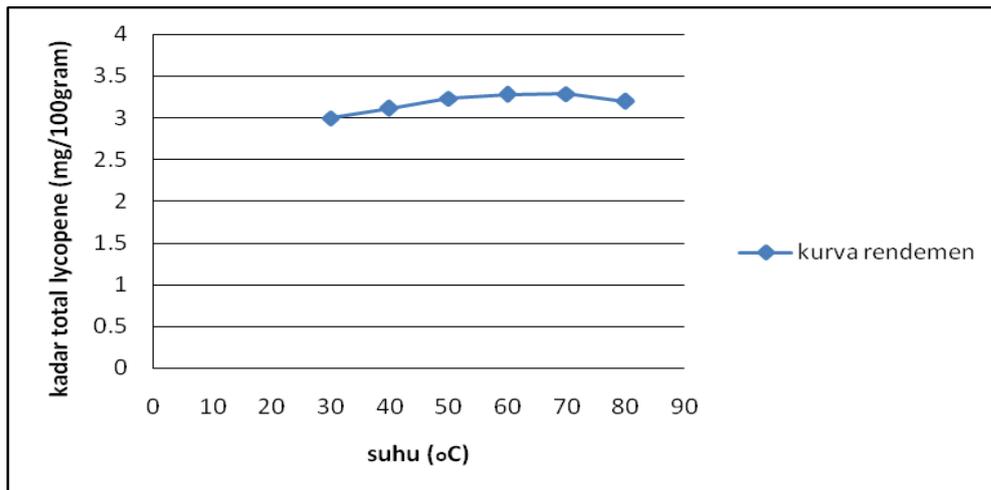
Grafik 1. Perbandingan F/S Vs Kadar total Lycopene

Grafik 1, menunjukkan bahwa pada perbandingan F/S (1:1), diperoleh rendemen (1,91; 1,95; 1,98; 2,03; 2,07, 1,99) mg/100gr, kondisi ini belum optimal, karena jumlah bahan (jus tomat) lebih banyak daripada jumlah pelarutnya sehingga jumlah pelarut belum cukup untuk berpenetrasi ke dalam bahan akibatnya tidak semua lycopene dapat dilarutkan oleh pelarut. Demikian juga pada variabel perbandingan F/S 1:2 dan 1:3 yang menghasilkan rendemen (2,4; 2,45; 2,42; 2,73; 2,75, 2,6) mg/100gr dan (3,38; 3,4; 3,38; 3,54; 3,67, 3,58) mg/100gr jumlah pelarut belum cukup optimal untuk berpenetrasi ke dalam bahan.

Pada perbandingan F/S (1:4) diperoleh rendemen (3,41; 3,87; 4,36; 4,46; 4,51, 4,47) mg/100gr yang merupakan puncak dari kurva perbandingan F/S vs kadar likopen yang menunjukkan kondisi untuk variabel perbandingan F/S optimum. Hal ini disebabkan karena perbandingan jumlah bahan (jus tomat) dan jumlah pelarutnya sudah cukup, sehingga pelarut dapat berpenetrasi dengan baik ke dalam bahan akibatnya lycopene dapat dilarutkan oleh pelarut.

Sedangkan pada saat penggunaan perbandingan F/S (1:5) rendemen yang dihasilkan (3,38; 3,89; 3,87; 3,63; 3,43, 3,33) mg/100gr, hasilnya menurun karena volume pelarut yang digunakan semakin besar akibatnya semakin banyak impuritas yang ikut terlarut dan waktu yang digunakan untuk pencucian pelarut semakin lama. Hal ini akan menyebabkan terjadinya perubahan sifat komponen dari lycopene. Inilah yang menyebabkan lebih sedikitnya kadar lycopene yang diperoleh setelah perbandingan F/S yang optimal. Penggunaan pelarut yang terlalu banyak juga tidak efektif dan efisien karena jumlah pelarut yang diperlukan juga tergantung pada jumlah solute yang terdapat pada larutan. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi perbandingan F/S yang baik pada perbandingan F/S (1:4).

Pengaruh kenaikan suhu terhadap kadar total lycopene



Grafik 2. Perbandingan Suhu Vs Kadar total Lycopene

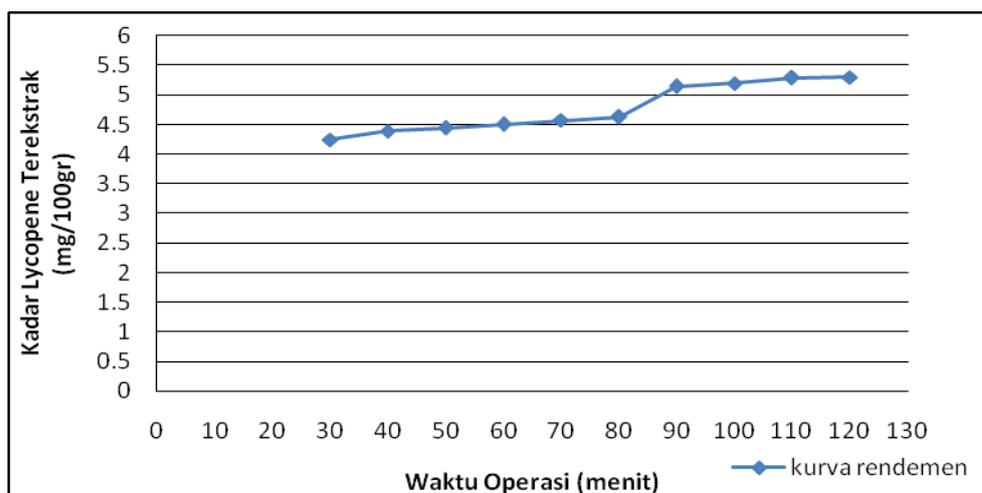
Grafik 2, menunjukkan bahwa ekstraksi dilakukan pada suhu 30, 40, 50, 60, 70, 80 °C . Pada suhu 30 °C menghasilkan rendemen yaitu:(1,91; 2,4; 3,38; 3,41; 3,88) mg/100gr, pada kondisi suhu ini belum menunjukkan kondisi yang optimum hal ini di sebabkan karena likopen masih terikat dengan struktur sel tomat.

Perubahan suhu dalam proses pengolahan dapat melepaskan likopen dari struktur sel tomat. Likopen meningkat setelah dilakukan pemasakan, jadi produk olahan tomat seperti saus, jus dan saus pizza memiliki lebih banyak likopen dibandingkan tomat segar. Demikian juga pada variabel suhu 40 °C, 50 °C, 60 °C dengan hasil rendemen yaitu:(1,95; 2,45; 3,4; 3,87; 3,89) mg/100gr; (1,98; 2,42; 3,38; 4,51; 3,87) mg/100gr; (2,03; 2,73; 3,54; 4,46; 3,63) mg/100gr, likopen masih cukup banyak terikat dengan struktur sel tomat karena perubahan suhu dalam proses pengolahan belum cukup optimal untuk dapat melepaskan likopen dari struktur sel tersebut.

Pada suhu 70 °C diperoleh kondisi optimal dari grafik maupun perhitungan pada suhu ekstraksi 70 °C yaitu masing-masing dengan rendemen : (2,07; 2,74; 3,67; 4,51; 3,43) mg/100gr. Hal ini disebabkan karena likopen telah dapat dipisahkan dari struktur sel tomat, perubahan suhu dalam proses pengolahan telah optimal untuk dapat melepaskan likopen dari struktur sel tersebut.

Namun pada suhu 80 °C menghasilkan rendemen yang cenderung menurun yaitu: (1,99 ; 2,6; 3,58; 4,47; 3,33) mg/100gr, karena kenaikan suhu akan menyebabkan dekomposisi dari komponen lycopene yang menyebabkan komponen baru lebih rendah dari titik didih komponen sebelumnya sehingga menjadi lebih mudah menguap. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi suhu ekstraksi yang baik pada suhu 70 °C.

Pengaruh perubahan waktu terhadap kadar total lycopene



Grafik 3. Perbandingan Waktu Operasi Vs Kadar total Lycopene

Grafik 3, menunjukkan bahwa pada variabel waktu operasi yang di jalankan pada waktu 30 ,40 ,50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 menit menghasilkan kadar likopen yaitu (4,25; 4,39; 4,44; 4,51; 4,54; 4,63; 5,14; 5,2; 5,29; 5,3) mg/100gr.

Grafik 6 menunjukkan bahwa semakin lama ekstraksi maka lycopene yang didapat semakin banyak. Hal ini disebabkan karena pengaruh waktu operasi pada proses ekstraksi adalah semakin lama proses ekstraksi, lycopene terekstrak juga semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin lama proses ekstraksi, maka kontak antara solvent dengan solute akan semakin lama sehingga proses pelarutan lycopene oleh solvent akan terus terjadi sampai solvent jenuh terhadap solute.

Dari tabel 3.6, dapat diketahui bahwa waktu ekstraksi yang optimum adalah 90 menit. Pada waktu ekstraksi 100,110, dan 120 menit terjadi peningkatan hasil yang relatif kecil dibandingkan dengan waktu ekstraksi sebelumnya sehingga tidak ekonomis dan kurang efisien untuk dilakukan proses ekstraksi. Untuk itu, waktu ekstraksi yang paling optimum adalah 90 menit, dengan lycopene yang terekstrak sebesar 40,15%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

Ekstraksi jus buah tomat dengan menggunakan solvent campuran n-heksana, etanol, dan aseton bisa digunakan untuk menghasilkan ekstrak cair buah tomat yang mengandung lycopene. Penambahan solvent terhadap feed pada perbandingan F/S 1:4 menunjukkan kondisi perbandingan F/S yang optimal, lycopene yang terekstrak semakin banyak pula. Demikian juga dengan semakin tinggi suhu dan semakin lamanya waktu ekstraksi, maka lycopene yang terekstrak juga akan semakin banyak. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi optimum operasi ekstraksi lycopene dengan menggunakan solven campuran n-heksana, etanol, dan aseton adalah pada perbandingan pelarut dan bahan 4 : 1 pada suhu operasi 70°C dan 90 menit untuk variable waktu ekstraksi. Pada kondisi ini lycopene yang terekstrak sebesar 5,14 mg/100gram atau sebesar 40,15%.

Ucapan terima kasih

Kami ucapkan terima kasih kepada pembimbing kami Dr. Ir. Bakti Jos, DEA

DAFTAR PUSTAKA

- Agnes, Y., Fanny, H., dan Jos, B., *Ekstraksi Asam Lemak Omega-3 Dari Limbah Ikan Tuna*. Universitas Diponegoro, Semarang.2002
- Andayani, R., Lisawati, Y., dan Maimunah., *Penentuan Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolat Total Dan Likopen Pada Buah Tomat*. Universitas Andalas, Padang. 2008.
- Arab, L. and Steck, S., 2000. *Lycopene and Cardiovascular Disease*. American Journal of Clinical Nutrition. 71 : 1691-1695
- Bombardelli. 1999. *Process for Extraction of Lycopene Using Phospholipid in The Extraction Medium*. US Patent : 5897866.
- Brown, G.G., *Unit Operation*. Webster School and Office Supplier, Manila.1950.
- Cahyadi, W., *Analisis Dan Aspek Kesehatan.*, Bumi Aksara, Jakarta, 2008.

- Di Mascio, P., Kaiser, S., Sies, H., *Lycopene as The Most Efficient Biological Carotenoid Singlet Oxygen Quencher*. Archives of Biochemistry and Biophysics. 1989.
- Direktorat Gizi DEPKES RI., *Daftar komposisi Bahan Makanan*. Jakarta, 1996.
- Firdiana, D., Kuncoro, R., dan Jos, B., *Ekstraksi Karotenoid dari CPO Dengan Solven Heksana*. Universitas Diponegoro, Semarang. 2003.
- Jos, B., *Ekstraksi Minyak Nilam Dengan Pelarut n – Heksana*. Semarang. 2004
- Kikuzaki, H., Hisamoto, M., Hirose, K., Akiyama, K., and Taniguchi, H., *Antioxidants Properties of Ferulic Acid and Its Related Compound*, J. Agric.Food Chem, 2002, 50:2161-2168.
- Kustanti, F., dan Ajianni, M. Y., *Ekstraksi Minyak Mentah Dari Kopra Dengan Solven Campuran Benzena Dan n – Heksane*. Universitas Diponegoro, Semarang. 2000.
- Mahmudi, M., *Penurunan Kadar Limbah Sintetis Asam Phosphat Menggunakan Cara Ekstraksi Cair – Cair Dengan Solven Campuran Isopropanol Dan n – Heksane*. Universitas Diponegoro, Semarang. 1997.
- Musaddad, D., dan Hartuti, N., (2003), *Produk Olahan Tomat*, seri agribisnis, Penebar Swadaya, Jakarta
- Prakash, A., *Antioxidant Activity*., Medallion Laboratories : Analithical Progres , 2001, Vol 19 No : 2. 1 – 4.
- Stahl, W. and Sies, H., *Uptake of Lycopene and Its Geometric Isomers is Greater from Heat-Processed than from Unprocessed Tomato Juice in Humans*. Journal of Nutrition, 1992, 122 : 2161-2166.
- Sudarwanto, H., Napitupulu, P., dan Bakti, J., *Ekstraksi Minyak Laka (CNSL) dari Kulit Biji Jambu Mete Dengan Solvent Ethanol*. Universitas Diponegoro, Semarang. 2004.
- Suhartono, J., Hendri, M. A., dan Sumarno., *Proses Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Menggunakan Solven Aceton*. Universitas Diponegoro, Semaarang. 1988.
- Sunarmani dan Tanti, K., *Parameter Likopen Dalam Standarisasi Konsentrat Buah Tomat*. Penelitian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, 2008.
- Tsang, G. 2005. Lycopene in Tomatoes and Prostate Cancer. <http://www.healthcastle.com>
- Tugiyono, H., *Bertanam Tomat*., Penebar Swadaya, Jakarta, 2006.
- Utami, F. N., dan Dewi, S. P., *Alkoholisis Minyak Biji Kapuk Dengan Etanol*. Universitas Diponegoro, Semarang. 1997.
- Wiriyanta, B., 2002, “*Bertanam tomat*”, AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- www.wikipedia.com
- www.WHfoods.org