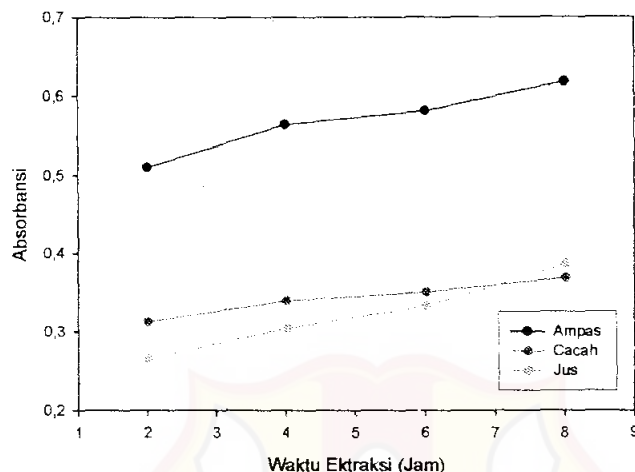


LAMPIRAN



A. PENENTUAN VARIABEL TETAP

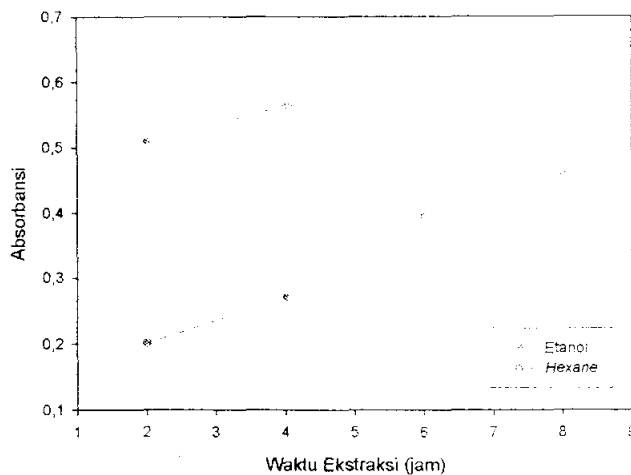
A.1 Penentuan Kondisi Bahan Baku



Gambar A.1 Perbandingan kondisi bahan baku menggunakan pelarut etanol dan massa : volume solvent = 1 : 4 (suhu operasi 50 °C, 180 rpm)

Berdasarkan hasil percobaan (Gambar A.1), dapat dilihat bahwa kondisi bahan baku yang menghasilkan absorbansi paling tinggi ialah padatan tomat. Hal ini disebabkan karena air yang terkandung dalam padatan tomat lebih sedikit dibandingkan pada tomat cacah maupun jus. Pada buah tomat, *β-carotene* lebih banyak terdapat pada daging buah dan kulit daripada air tomat, sehingga konsentrasi *β-carotene* pada padatan tomat lebih tinggi. Hubungan antara absorbansi dan konsentrasi larutan adalah: semakin tinggi absorbansi, maka konsentrasi larutan juga semakin tinggi.

A.2 Penentuan Jenis *Solvent*



Gambar A.2 Perbandingan pelarut yang digunakan menggunakan padatan tomat dan massa : volume *solvent* = 1 : 4 (suhu operasi 50 °C, 180 rpm)

A.3 Penentuan Rasio Massa Bahan yang Diekstrak (gr) dan Volume *Solvent* (mL)

Dari hasil percobaan (Tabel A.1), rasio m:v yang digunakan ialah 1:25 karena dengan perbandingan tersebut didapat 1 gram *carotenoid* dengan *massa* padatan tomat yang sedikit. Bila dibandingkan dengan rasio 1:50, *massa* padatan tomat yang digunakan hanya terput sedikit dengan perbandingan 1:25, akan tetapi *massa carotenoid* yang didapat tidak berbeda jauh. Selain itu, dengan rasio 1:50 dianggap sebagai pemborosan *solvent*.

Tabel A.1 Hasil percobaan pendahuluan dengan variasi rasio m:v

Massa padatan tomat(g) : volume <i>solvent</i> (mL)	Massa <i>carotenoid</i> (g)	Rasio <i>carotenoid</i> : padatan tomat
10 : 40	0,2726	1:37
10 : 100	0,2988	1:34
2 : 50	0,0654	1:31
2 : 100	0,0680	1:30

B. ANALISA KADAR AIR

Cara kerja :

Padatan buah tomat sebanyak 10 gram dimasukkan ke dalam *moisture balance*.

Moisture balance dinyalakan dan dilakukan analisa pada suhu 105 °C selama 3 jam.

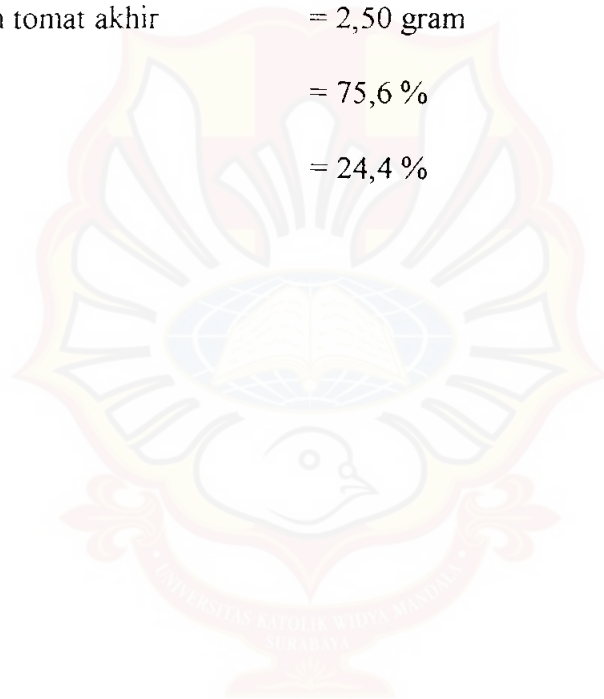
Hasil yang dapat dibaca pada *moisture balance* :

Berat padatan tomat mula-mula = 10,26 gram

Berat padatan tomat akhir = 2,50 gram

% *moisture* = 75,6 %

% *solid* = 24,4 %



C. PEMBUATAN KURVA BAKU

C.1 Pembuatan Larutan Induk β -carotene untuk Menentukan $\lambda_{\text{maksimum}}$

Larutan induk β -carotene dengan konsentrasi 5 mg/L (C) dibuat sebanyak 250 ml (V).

$$\begin{aligned}\text{Massa} &= C \times V \\ &= 5 \text{ mg/L} \times 0,25 \text{ L} \\ &= 1,25 \text{ mg} = 0,00125 \text{ gr}\end{aligned}$$

Toleransi 10 %

$$\text{Maksimum} = 0,00125 + 0,000125 = 0,001375 \text{ gr}$$

$$\text{Minimum} = 0,00125 - 0,000125 = 0,001125 \text{ gr}$$

Pembuatan larutan induk β -carotene:

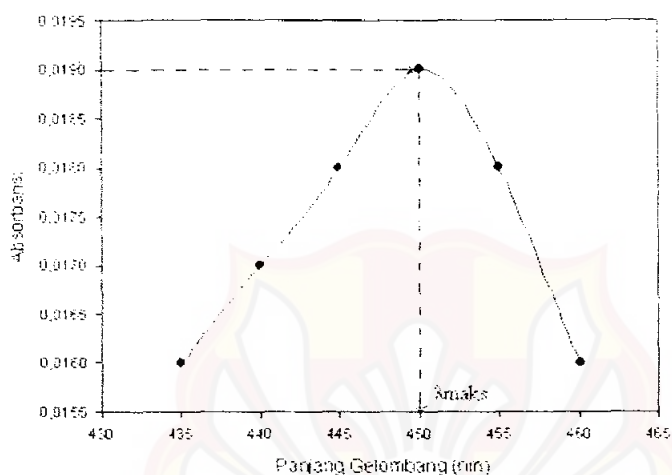
- a) β -carotene ditimbang sebanyak 0,00125 gram dengan batas toleransi 10% menggunakan botol timbang pada neraca analitis.
- b) Hasil penimbangan dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan dilarutkan dengan sedikit etanol.
- c) Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur dan etanol ditambahkan hingga volume larutan tepat 250 mL.
- d) Larutan dikocok hingga homogen.

C.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

1. Larutan *standard* β -carotene sebanyak 10 ml dibuat dari larutan induk dengan konsentrasi 0,25 mg/L; 0,50 mg/L; 0,75 mg/L; 1 mg/L; 1,25 mg/L.
2. Larutan *standard* β -carotene 0,75 mg/L diukur absorbansinya mulai dari panjang gelombang 325-460 nm untuk menentukan λ maksimum.

Tabel C.1 Hubungan antara panjang gelombang dengan absorbansi

Panjang Gelombang	Absorbansi
435	0,016
440	0,017
445	0,018
450	0,019
455	0,018
460	0,016

**Gambar C.1 Penentuan panjang gelombang maksimum**

Dari Gambar C.1 diperoleh panjang gelombang maksimum yaitu 450 nm.

C.3 Pembuatan Larutan Induk β -carotene untuk Kurva Baku

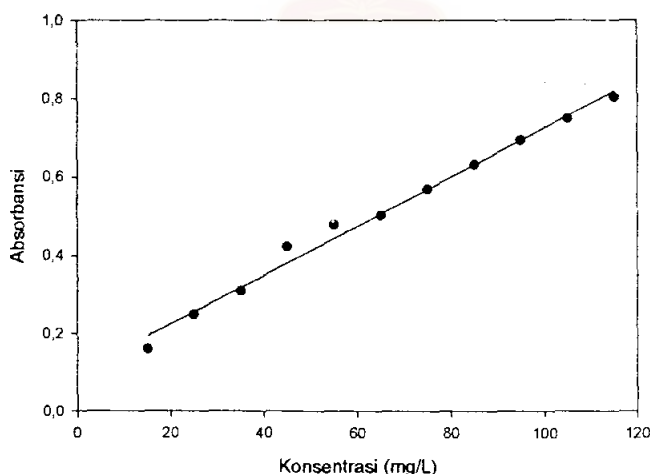
1. β -carotene ditimbang sebanyak 30 gram dengan batas toleransi 10% menggunakan botol timbang pada neraca analitis.
2. Hasil penimbangan dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan dilarutkan dengan sedikit etanol.
3. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur dan etanol ditambahkan hingga volume larutan tepat 250 mL.
4. Larutan dikocok hingga homogen.

C.4 Penentuan Kurva Baku Larutan β -carotene dalam Etanol

1. Larutan *standard* β -carotene sebanyak 10 ml dibuat dari larutan induk dengan konsentrasi 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95, 105, 115 mg/L.
2. Masing-masing larutan *standard* β -carotene diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum (450 nm) dan dibuat grafik hubungan antara konsentrasi larutan *standard* β -carotene (mg/L) dengan absorbansi sehingga didapatkan persamaan C.1.

Tabel C.2 Hubungan antara konsentrasi larutan *standard* β -carotene (mg/L) dengan absorbansi

Konsentrasi larutan <i>standard</i> β -carotene (mg/L)	Absorbansi
15	0,160
25	0,249
35	0,309
45	0,422
55	0,478
65	0,502
75	0,568
85	0,630
95	0,692
105	0,747
115	0,802



Gambar C.2 Kurva Baku Larutan β -carotene dalam Etanol

Dari kurva baku (Gambar C.2) didapatkan persamaan:

$$A = 0,10017 - 0,0062 C \quad (C.1)$$

dengan $R^2 = 0,9896$, dimana

C = konsentrasi β -carotene dalam etanol (mg/L)

A = absorbansi



D. ANALISA DATA

D.1 Penentuan Massa dan % Yield β -carotene dalam Sampel Tiap Waktu

Dari kurva baku didapatkan persamaan:

$$A = 0,10017 + 0,0062 C \quad (C.1)$$

dengan $R^2 = 0,9896$, dimana

C = konsentrasi β -carotene dalam etanol (mg/L)

A = absorbansi

Contoh perhitungan untuk suhu $\pm 30^\circ\text{C}$, waktu ekstraksi 2 jam:

Absorbansi (A) yang didapatkan dari pembacaan spektrofotometer sebesar 0,516.

Dengan persamaan (C.1) didapatkan harga konsentrasi β -carotene (C) sebesar 67,0694 mg/L

$$\begin{aligned} \text{Massa } \beta\text{-carotene yang terekstrak} &= \text{konsentrasi } \beta\text{-carotene} \times V_{\text{larutan}} \text{ mula-mula} \\ &= 67,0694 \text{ mg/L} \times 0,125 \text{ L} \\ &= 8,3837 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Yield } \beta\text{-carotene} &= \frac{\text{massa } \beta\text{-carotene}}{\text{massa padatan tomat} \times \% \text{ solid}} \times 100 \% \\ &= \frac{8,3837 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{5 \text{ g} \times 0,244} \times 100 \% \\ &= 0,6843 \% \end{aligned}$$

Perhitungan untuk waktu dan suhu ekstraksi selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama sehingga didapat Tabel D.1.

Tabel D.1 Absorbansi, konsentrasi, massa dan % yield β -carotene yang terekstrak untuk berbagai variasi suhu dan waktu ekstraksi

Suhu (°C)	Waktu ekstraksi (jam)	Massa padatan tomat (g)	Absorbansi β -carotene	C β -carotene (mg/L)	Massa β -carotene (mg)	% Yield β -carotene
±30	0	0	0	0	0	0
	1	5,0024	0,432*	53,5210	6,6901	0,5481
	2	5,0212	0,516*	67,0694	8,3837	0,6843
	4	5,0175	0,610*	82,2306	10,2788	0,8396
	6	5,0180	0,679*	93,3597	11,6700	0,9531
	8	5,0044	0,766*	107,3919	13,4240	1,0994
	10	5,0136	0,776*	109,0048	13,6256	1,1138
	12	5,0161	0,827*	117,2306	14,6538	1,1973
50	0	0	0	0	0	0
	1	5,0058	0,210	88,5726	11,0716	0,9065
	2	5,0048	0,240	112,7661	14,0958	1,1543
	4	5,0052	0,261	129,7016	16,2127	1,3275
	6	5,0293	0,289	152,2823	19,0353	1,5512
	8	5,0120	0,303	163,5726	20,4466	1,6719
	10	5,0218	0,314	172,4435	21,5554	1,7592
	12	5,0159	0,328	183,7339	22,9667	1,8766
60	0	0	0	0	0	0
	1	5,0086	0,275	140,9919	17,6240	1,4421
	2	5,0119	0,336	190,1855	23,7732	1,9440
	4	5,0303	0,379	224,8629	28,1079	2,2900
	6	5,0088	0,391	234,5403	29,3175	2,3989
	8	5,0138	0,394	236,9597	29,6200	2,4212
	10	5,0357	0,396	238,5726	29,8216	2,4271
	12	5,0200	0,399	240,9919	30,1240	2,4593
70	0	0	0	0	0	0
	1	5,0060	0,309	168,4113	21,0514	1,7235
	2	5,0088	0,383	228,0887	28,5111	2,3329
	4	5,0010	0,427	263,5726	32,9466	2,7000
	6	5,0014	0,437	271,6371	33,9546	2,7824
	8	5,0350	0,442	275,6694	34,4587	2,8048
	10	5,0265	0,446	278,8952	34,8619	2,8425
	12	5,0238	0,454	285,3468	35,6683	2,9098
	14	5,0229	0,458	288,5726	36,0716	2,9432

Catatan : Absorbansi yang terukur adalah absorbansi larutan β -carotene hasil ekstraksi yang telah diencerkan sebanyak 5 kali, kecuali yang diberi tanda (*) adalah tanpa pengenceran.

D.2 Penentuan Massa dan % *Yield Carotenoid* yang Terekstrak dalam Sampel Tiap Waktu

Contoh perhitungan untuk suhu $\pm 30^{\circ}\text{C}$, waktu ekstraksi 2 jam:

Massa *carotenoid* yang terekstrak dalam 50 mL larutan sampel = 29,6 mg

$$\begin{aligned}\text{Massa } \textit{carotenoid} \text{ yang terekstrak dalam 125 mL larutan sampel} &= \frac{125}{50} \times 29,6 \text{ mg} \\ &= 74 \text{ mg}\end{aligned}$$

% *solid* dalam buah tomat = 24,4 % (Lampiran B)

$$\begin{aligned}\% \textit{Yield carotenoid} \text{ yang terekstrak} &= \frac{\text{massa } \textit{carotenoid} \text{ yang terekstrak}}{\text{massa padatan tomat} \times \% \textit{solid}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,074 \text{ g}}{5,0212 \text{ g} \times 0,244} \times 100 \% \\ &= 6,04 \%\end{aligned}$$

Perhitungan untuk waktu dan suhu ekstraksi selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama sehingga didapat Tabel D.2.

Tabel D.2 Massa dan % yield carotenoid yang terekstrak untuk berbagai variasi suhu dan waktu ekstraksi

Suhu (°C)	Waktu ekstraksi (jam)	Massa padatan tomat (g)	Massa carotenoid / 50 mL solution (mg)	Massa carotenoid / 125 mL solution (mg)	% Yield carotenoid
±30	0	0	0	0	0
	1	5,0024	20,8	52,0000	4,2603
	2	5,0212	29,6	74,0000	6,0400
	4	5,0175	47,3	118,2500	9,6588
	6	5,0180	56,4	141,0000	11,5159
	8	5,0044	58,8	147,0000	12,0386
	10	5,0136	62,6	156,5000	12,7931
	12	5,0161	63	157,5000	12,8684
	14	5,0364	63,2	158,0000	12,8572
50	0	0	0	0	0
	1	5,0058	29,1	72,7500	5,9562
	2	5,0048	39,4	98,5000	8,0660
	4	5,0052	53,1	132,7500	10,8698
	6	5,0293	64,8	162,0000	13,2013
	8	5,0120	68,3	170,7500	13,9624
	10	5,0218	68,7	171,7500	14,0168
	12	5,0159	70,8	177,0000	14,4622
	14	5,0090	71,5	178,7500	14,6253
60	0	0	0	0	0
	1	5,0086	35,9	89,7500	7,3439
	2	5,0119	50,5	126,2500	10,3238
	4	5,0303	65,6	164,0000	13,3617
	6	5,0088	69,8	174,5000	14,2781
	8	5,0138	70,3	175,7500	14,3661
	10	5,0357	71,5	178,7500	14,5478
	12	5,0200	72,2	180,5000	14,7361
	14	5,0346	73	182,5000	14,8562
70	0	0	0	0	0
	1	5,0060	39,2	98,0000	8,0232
	2	5,0088	55,4	138,5000	11,3325
	4	5,0010	67,5	168,7500	13,8292
	6	5,0014	71,7	179,2500	14,6885
	8	5,0350	72,8	182,0000	14,8143
	10	5,0265	73,6	184,0000	15,0025
	12	5,0238	74,8	187,0000	15,2553
	14	5,0229	75,3	188,2500	15,3600

D.3 Penentuan Kandungan β -carotene dalam carotenoid yang terekstrak dalam Sampel Tiap Waktu

Contoh perhitungan untuk suhu $\pm 30^\circ\text{C}$, waktu ekstraksi 2 jam:

Kandungan β -carotene dalam carotenoid yang terekstrak

$$= \frac{\text{massa } \beta\text{-carotene}}{\text{massa carotenoid yang terekstrak}} \times 100\%$$

$$= \frac{8,3837}{74} \times 100\%$$

$$= 11,3293\%$$

Tabel D.3 Kandungan β -carotene dalam carotenoid yang terekstrak (%) untuk berbagai variasi suhu dan waktu ekstraksi

Suhu (°C)	Waktu ekstraksi (jam)	% β -carotene dalam carotenoid yang terekstrak
±30	0	0
	1	12,8656
	2	11,3293
	4	8,6925
	6	8,2766
	8	9,1320
	10	8,7065
	12	9,3040
50	0	0
	1	15,2187
	2	14,3104
	4	12,2130
	6	11,7502
	8	11,9746
	10	12,5505
	12	12,9756
60	0	0
	1	19,6368
	2	18,8302
	4	17,1389
	6	16,8009
	8	16,8535
	10	16,6834
	12	16,6892
70	0	0
	1	21,4810
	2	20,5856
	4	19,5239
	6	18,9426
	8	18,9333
	10	18,9467
	12	19,0740
	14	19,1615

D.3 Perhitungan Ralat antara Nilai C_{Ac} Penelitian dan C_{Ac} Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Ralat pada suhu } \pm 30 \text{ }^{\circ}\text{C} &= \frac{|C_{Ac} \text{ penelitian} - C_{Ac} \text{ perhitungan}|}{C_{Ac} \text{ penelitian}} \times 100\% \\ &= \frac{|107,3919 - 112,2082|}{107,3919} \times 100\% \\ &= 4,48 \% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dihitung ralat untuk masing-masing suhu ekstraksi.

D.4 Penentuan *Yield* β -carotene Maksimum dalam Padatan Tomat

Dari kurva baku didapatkan persamaan:

$$A = 0,10017 + 0,0062 C \quad (\text{C.1})$$

dengan $R^2 = 0,9896$, dimana

C = konsentrasi β -carotene dalam etanol (mg/L)

A = absorbansi

Pada saat dilakukan ekstraksi menggunakan sokhlet, absorbansi (A) yang didapatkan dari pembacaan spektrofotometer (dengan 5x pengenceran) sebesar 0,771. Dengan persamaan (C.1) didapatkan harga konsentrasi β -carotene (C) dengan pengenceran sebesar 108,1984 mg/L. Konsentrasi β -carotene tanpa pengenceran adalah 540,9919 mg/L.

$$\begin{aligned} \text{Massa } \beta\text{-carotene yang terekstrak} &= \text{konsentrasi } \beta\text{-carotene} \times V_{\text{larutan mula-mula}} \\ &= 540,9919 \text{ mg/L} \times 0,125 \text{ L} \\ &= 67,6240 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\text{Yield } \beta\text{-carotene maksimum} = \frac{\text{massa } \beta\text{-carotene}}{\text{massa padatan tomat} \times \% \text{ solid}} \times 100 \%$$

$$= \frac{67,6240 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{5 \text{ g} \times 0,244} \times 100 \%$$

$$= 5,5055\%$$

D.5 Penentuan Besaran Termodinamika

D.5.1 Penentuan ΔG

Contoh perhitungan untuk suhu $\pm 30^\circ\text{C}$, waktu ekstraksi 8 jam:

Yield β -carotene maksimum dalam padatan tomat sebelum diekstrak = 5,5055%

Pada keadaan setimbang :

Yield β -carotene yang terekstrak, $Y_e = 0,6843 \%$ (Tabel D.1)

Yield β -carotene yang belum terekstrak, $q_e = 5,5055 \% - 0,6843 \% = 4,4061 \%$

K dihitung dari data Y_e dan q_e dengan menggunakan persamaan (2.5)

$$K = \frac{Y_e}{q_e}$$

$$= \frac{0,6843}{4,4061}$$

$$= 0,2495$$

$$\ln K = \frac{\Delta G}{RT} \tag{2.4}$$

$$\Delta G = R \times T \times \ln K$$

$$= 8,314 \text{ J/mol.K} \times 303 \text{ K} \times \ln 0,2495$$

$$= -3497,1 \text{ J/mol}$$

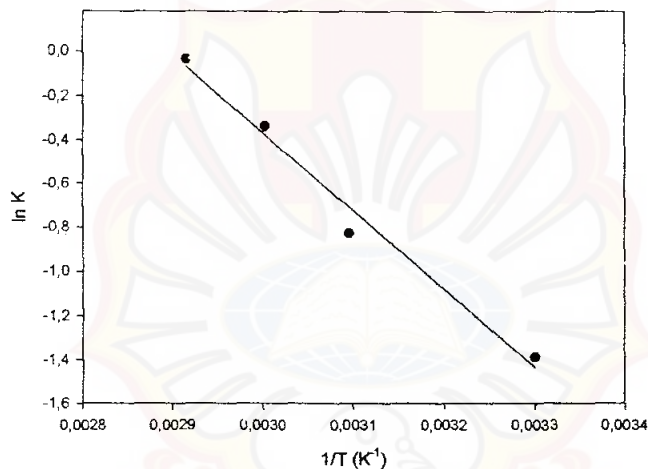
Dengan cara yang sama dihitung ΔG untuk masing-masing suhu ekstraksi.

Tabel D.4 Hubungan suhu, *yield* saat setimbang (Y_e), kadar β -carotene yang belum terekstrak (q_e), K, ΔG

Suhu (K)	Y_e (%)	q_e (%)	K	ΔG (J/mol)
30	1.0994	4.4061	0.2495	-3497,1
50	1.6719	3.8336	0.4361	-2228,5
60	2.2900	3.2155	0.7122	-939,7
70	2.7000	2.8055	0.9624	-109,3

D.5.2 Penentuan ΔH dan ΔS

Dengan menggunakan persamaan (2.4) dilakukan regresi linier antara $\ln K$ pada berbagai suhu dan $1/T$ sehingga didapatkan nilai ΔH dan ΔS .



Gambar D.1 Hubungan $1/T$ dan $\ln K$

Dari Gambar D.1 didapatkan persamaan:

$$\ln K = 10,2691 - 3546,3191 \cdot 1/T \quad (\text{D.1})$$

dengan $R^2 = 0,9817$, sehingga

$$-\frac{\Delta H}{R} = -3546,3191 \longrightarrow \Delta H = 29484,1 \text{ J/mol}$$

$$\frac{\Delta S}{R} = 10,2691 \longrightarrow \Delta S = 85,3773 \text{ J/mol.K}$$

E. PENJABARAN PERSAMAAN KINETIKA EKSTRAKSI

E.1 Persamaan Kinetika Transfer Massa

Persamaan kinetika ekstraksi berdasarkan transfer massa adalah:

$$\frac{dC_A}{dt} = k_L \cdot a [C_{Ae} - C_A] \quad (2.3)$$

dimana $k_L \cdot a$ = koefisien transfer massa volumetrik (1/jam)

Dengan kondisi batas :

- Saat awal ekstraksi ($t = 0$) tidak ada β -carotene yang terekstrak sehingga konsentrasi β -carotene mula-mula adalah nol ($C_{A0} = 0$)
- Konsentrasi β -carotene dalam larutan hasil ekstraksi pada t setiap saat = C_A

Integrasi persamaan (2.3) akan diperoleh :

$$\int_0^{C_A} \frac{dC_A}{[C_{Ae} - C_A]} = \int_0^t k_L a dt$$

$$-\ln [C_{Ae} - C_A] \Big|_0^{C_A} = k_L a \cdot t$$

$$\ln [C_{Ae} - C_A] \Big|_0^{C_A} = -k_L a \cdot t$$

$$\ln \frac{[C_{Ae} - C_A]}{C_{Ae}} = -k_L a \cdot t$$

$$\frac{[C_{Ae} - C_A]}{C_{Ae}} = \exp(-k_L a \cdot t)$$

$$[C_{Ae} - C_A] = C_{Ae} \exp(-k_L a \cdot t)$$

$$C_A = C_{Ae} - C_{Ae} \exp(-k_L a \cdot t)$$

$$C_A = C_{Ae} [1 - \exp(-k_L a \cdot t)] \quad (E.1)$$

PERPUSTAKAAN
 Universitas Katolik Manda
 SURABAYA