

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**



## IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

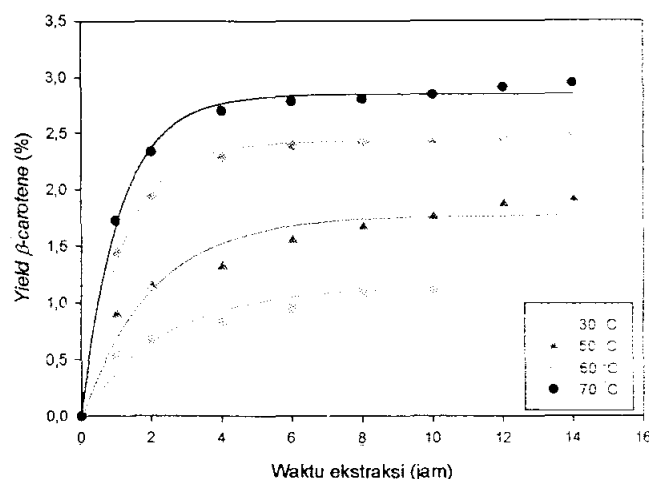
Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi  $\beta$ -carotene dari buah tomat menggunakan pelarut etanol dengan metode *leaching*. Pembahasan dari hasil penelitian meliputi:

1. Pengaruh waktu dan suhu ekstraksi terhadap massa dan *yield*  $\beta$ -carotene
2. Pengaruh waktu dan suhu ekstraksi terhadap massa dan *yield* carotenoid yang terekstrak
3. Pengaruh waktu dan suhu ekstraksi terhadap kandungan  $\beta$ -carotene dalam carotenoid yang terekstrak
4. Kinetika dan besaran termodinamika ekstraksi  $\beta$ -carotene

### IV.1 Pengaruh Waktu dan Suhu Ekstraksi Terhadap *Yield* $\beta$ -carotene

Berdasarkan hasil penelitian, waktu dan suhu ekstraksi berpengaruh terhadap *yield*  $\beta$ -carotene yang dihasilkan. Gambar IV.1 menunjukkan bahwa untuk suhu ekstraksi konstan, semakin lama waktu ekstraksi maka *yield*  $\beta$ -carotene yang terekstrak menjadi semakin banyak.

Pada awal ekstraksi, yaitu antara 0-2 jam, *yield*  $\beta$ -carotene yang diperoleh mengalami peningkatan yang tajam. Hal ini disebabkan  $\beta$ -carotene yang terekstrak pada awal ekstraksi berasal dari permukaan luar partikel padatan tomat sehingga lebih mudah terekstrak [14]. Dengan meningkatnya waktu ekstraksi, yaitu antara 2-4 jam, peningkatan *yield*  $\beta$ -carotene hasil ekstraksi lebih kecil dibandingkan dengan peningkatan *yield*  $\beta$ -carotene pada awal ekstraksi. Jika waktu ekstraksi lebih dari 4 jam, maka terlihat bahwa *yield*  $\beta$ -carotene yang diperoleh cenderung konstan dan tidak lagi dipengaruhi oleh peningkatan waktu ekstraksi. Hal ini dapat dikatakan bahwa laju ekstraksi telah mencapai kesetimbangan.



**Gambar IV.1** Yield  $\beta$ -carotene pada berbagai suhu ekstraksi

Untuk waktu ekstraksi konstan, terlihat bahwa dengan meningkatnya suhu ekstraksi maka *yield*  $\beta$ -carotene yang terekstrak adalah semakin meningkat pula. Semakin tinggi suhu ekstraksi menyebabkan difusifitas  $\beta$ -carotene dalam larutan etanol menjadi meningkat sehingga laju ekstraksi  $\beta$ -carotene menjadi semakin meningkat pula. Secara umum, pengaruh suhu terhadap difusifitas *liquid* dinyatakan dalam persamaan [18]:

$$D_{AB} = 9,96 \cdot 10^{-16} \cdot \frac{T}{\mu \cdot V_A^{1/3}} \quad (4.1)$$

dimana:

$D_{AB}$  = difusifitas *solute* A dalam *solvent* B ( $m^2/s$ )

$\mu$  = viskositas *solvent* ( $kg/m.s$ )

$V_A$  = volume molar *solute* pada titik didihnya

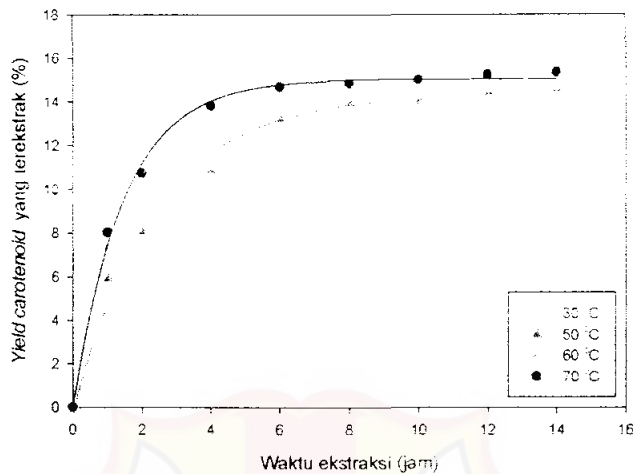
T = suhu (K)

Berdasarkan persamaan di atas, variabel T yang paling berpengaruh terhadap difusifitas karena harga  $V_A$  dan  $\mu$  adalah konstan.

#### IV.2 Pengaruh Waktu dan Suhu Ekstraksi Terhadap Yield Carotenoid yang Terekstrak

Massa *carotenoid* yang didapatkan merupakan gabungan antara massa  $\beta$ -carotene dan komponen *carotenoid* lainnya seperti *lycopene*, *lutein*, *phytoene*, *phytofluene* [20, 24]. *Yield carotenoid* yang terekstrak (dinyatakan dalam %)

adalah rasio antara massa *carotenoid* yang terekstrak dan massa padatan tomat mula-mula. Gambar IV.2 menunjukkan bahwa waktu dan suhu ekstraksi juga berpengaruh terhadap *yield carotenoid* yang terekstrak.



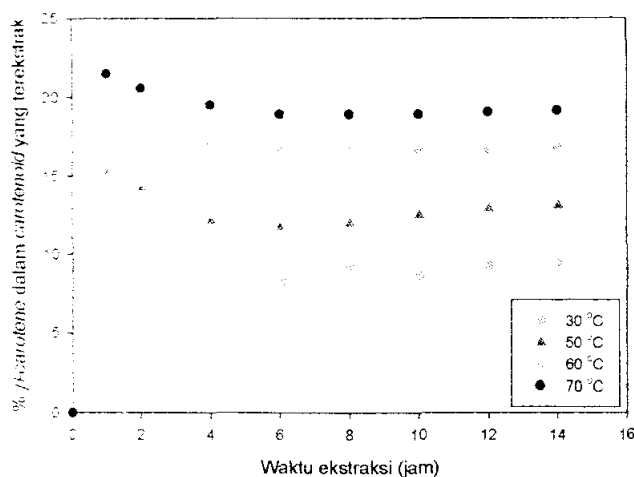
**Gambar IV.2** *Yield carotenoid* yang terekstrak pada berbagai suhu ekstraksi

Dari Gambar IV.2 terlihat bahwa untuk waktu yang konstan, peningkatan *yield carotenoid* yang terekstrak antara  $\pm 30$  °C dan 50 °C adalah lebih besar dibandingkan dengan peningkatan *yield carotenoid* yang terekstrak antara 60 °C dan 70 °C. Hal ini disebabkan karena massa  $\beta$ -*carotene* dan *carotenoid* lain yang terekstrak meningkat seiring dengan meningkatnya suhu ekstraksi [21, 25]. Meningkatnya massa *carotenoid* yang terekstrak menyebabkan *yield carotenoid* yang dihasilkan juga mengalami peningkatan.

Semakin lama waktu ekstraksi dengan suhu yang konstan, maka *yield carotenoid* yang terekstrak menjadi semakin. Hal ini disebabkan karena dengan semakin bertambahnya waktu ekstraksi berarti semakin lama waktu kontak antara padatan tomat dengan etanol sehingga massa *carotenoid* yang terekstrak juga meningkat. Dengan demikian *yield carotenoid* juga mengalami peningkatan.

### IV.3 Pengaruh Waktu dan Suhu Ekstraksi Terhadap Kandungan $\beta$ -*carotene* dalam *Carotenoid* yang Terekstrak

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan pengaruh waktu dan suhu ekstraksi terhadap kandungan  $\beta$ -*carotene* dalam *carotenoid* yang terekstrak seperti terlihat pada Gambar IV.3



**Gambar IV.3 Kandungan  $\beta$ -carotene dalam carotenoid yang terekstrak berbagai suhu ekstraksi**

Kandungan  $\beta$ -carotene dalam carotenoid yang terekstrak (dinyatakan dalam %) merupakan rasio antara massa  $\beta$ -carotene dan massa carotenoid yang terekstrak. Dari Gambar IV.3 dapat dilihat bahwa kandungan  $\beta$ -carotene dalam carotenoid yang terekstrak semakin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu ekstraksi. Untuk waktu ekstraksi satu jam, kandungan  $\beta$ -carotene dalam carotenoid yang terekstrak adalah yang paling tinggi. Setelah satu jam, kandungan  $\beta$ -carotene dalam carotenoid yang terekstrak mengalami penurunan lalu cenderung konstan karena adanya  $\beta$ -carotene yang akan terekstrak terkonversi menjadi  $\alpha$ -carotene [26]. Hal ini terjadi karena pengaruh suhu yang dapat mengubah posisi ikatan rangkap antar atom karbon. Perubahan posisi ikatan rangkap ini hanya terjadi satu arah, tidak bersifat bolak balik.  $\alpha$ -carotene memiliki  $\lambda_{maks}$  yang berbeda dengan  $\beta$ -carotene yaitu 444 nm sehingga tidak terbaca pada saat pembacaan absorbansi  $\beta$ -carotene [4].

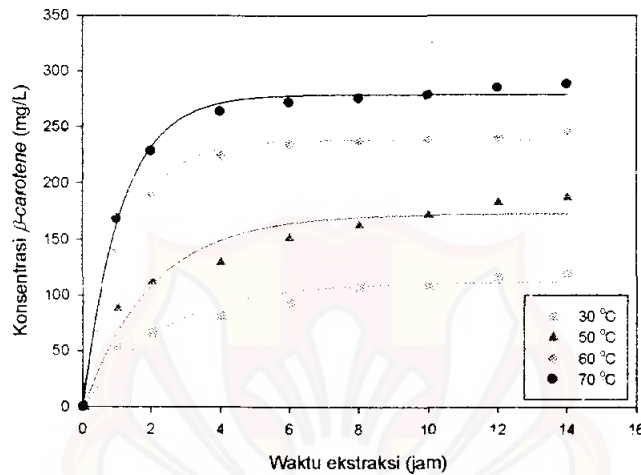
#### IV.4 Kinetika Ekstraksi $\beta$ -carotene

Dianggap bahwa mekanisme yang mengontrol laju ekstraksi  $\beta$ -carotene adalah perpindahan massa  $\beta$ -carotene ke dalam solvent dan tidak terjadi reaksi kimia saat ekstraksi. Maka persamaan kinetika ekstraksinya dapat ditulis sebagai berikut:

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

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

Data konsentrasi  $\beta$ -carotene untuk setiap variasi waktu dan suhu dari hasil penelitian diplot menggunakan program Sigma Plot versi 10.0 seperti ditampilkan pada Gambar IV.4.



Gambar IV.4 Konsentrasi  $\beta$ -carotene pada berbagai suhu ekstraksi

Dari hasil *curve fitting* data penelitian diperoleh persamaan sebagai berikut:

Tabel IV.1 Persamaan hasil *curve fitting*

Suhu ekstraksi (°C)	Persamaan hasil <i>curve fitting</i>	R <sup>2</sup>
±30	$C_A = 112,2082 [1 - \exp(-0,4279 t)]$	0,9568
50	$C_A = 173,5079 [1 - \exp(-0,4963 t)]$	0,9523
60	$C_A = 238,6803 [1 - \exp(-0,8392 t)]$	0,9986
70	$C_A = 279,0601 [1 - \exp(-0,8805 t)]$	0,9981

Persamaan yang diperoleh tersebut adalah identik dengan persamaan (E.1), sehingga untuk masing-masing suhu dapat ditentukan harga  $k_L a$  dan  $C_{Ae}$  sebagai berikut:

**Tabel IV.2 Nilai  $k_{La}$  dan  $C_{Ae}$  untuk persamaan kinetika transfer massa pada berbagai suhu**

T (°C)	$k_{La}$ (1/jam)	$C_{Ae}$ (mg/L)
±30	0,4279	107,3919
50	0,4963	163,5726
60	0,8392	224,8629
70	0,8805	263,5726

Dari Tabel IV.2 terlihat bahwa harga  $k_{La}$  meningkat seiring dengan meningkatnya suhu ekstraksi. Suhu ekstraksi yang semakin tinggi menyebabkan kenaikan harga koefisien difusifitas sehingga laju perpindahan massa juga meningkat [19].

Harga  $C_{Ae}$  yang tercantum pada Tabel IV.2 dibandingkan dengan harga  $C_{Ae}$  dari hasil penelitian. Harga  $C_{Ae}$  penelitian didapat dari konsentrasi  $\beta$ -carotene saat mencapai kesetimbangan (Gambar IV.4, dinyatakan dalam simbol) sedangkan  $C_{Ae}$  perhitungan didapat dari hasil *curve fitting* (Gambar IV.4, dinyatakan dalam garis) seperti tercantum pada Tabel IV.3.

**Tabel IV.3 Nilai  $C_{Ae}$  penelitian dan  $C_{Ae}$  perhitungan untuk persamaan kinetika transfer massa pada berbagai suhu**

T (°C)	$C_{Ae}$ Perhitungan (mg/L)	$C_{Ae}$ Penelitian (mg/L)	Ralat (%)
±30	112,2082	107,3919	4,48
50	173,5079	163,5726	6,07
60	238,6803	224,8629	6,14
70	279,0601	263,5726	5,88

Harga  $C_{Ae}$  penelitian pada suhu ±30 °C dan 50 °C didapatkan pada waktu ekstraksi 8 jam, sedangkan harga  $C_{Ae}$  penelitian pada suhu 60 dan 70 °C didapatkan pada waktu ekstraksi 4 jam. Seiring bertambahnya suhu ekstraksi maka dibutuhkan waktu yang lebih cepat untuk mencapai kesetimbangan. Hal ini disebabkan harga  $k_{La}$  pada suhu ±30 °C dan 50 °C lebih rendah dibandingkan



pada suhu 60 °C dan 70 °C sehingga memiliki laju ekstraksi yang rendah dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai kesetimbangan.

Dari hasil perhitungan tersebut di atas, maka dapat dituliskan persamaan ekstraksi sebagai berikut:

**Tabel IV.4 Persamaan kinetika ekstraksi  $\beta$ -carotene**

Suhu ekstraksi (°C)	Persamaan ekstraksi $\beta$ -carotene dari buah tomat
±30	$\frac{dC_A}{dt} = 0,4279 [112,2082 - C_A]$
50	$\frac{dC_A}{dt} = 0,4963 [173,5079 - C_A]$
60	$\frac{dC_A}{dt} = 0,8392 [238,6803 - C_A]$
70	$\frac{dC_A}{dt} = 0,8805 [279,0601 - C_A]$

#### IV.5 Besaran Termodinamika Ekstraksi $\beta$ -carotene

Berdasarkan persamaan (2.4) dan (2.5) dapat ditentukan harga  $\Delta G$ ,  $\Delta H$  dan  $\Delta S$ . Harga  $\Delta G$  untuk berbagai suhu ekstraksi dapat dilihat pada Tabel IV.5.

**Tabel IV.5 Hubungan antara suhu ekstraksi dan  $\Delta G$**

T (°C)	$\Delta G$ (J/mol)
±30	-3497,1
50	-2228,5
60	-939,7
70	-109,3

Harga  $\Delta G$  yang bernilai negatif menunjukkan bahwa ekstraksi berlangsung spontan [19], yang artinya saat padatan tomat dan etanol dikontakkan maka  $\beta$ -carotene langsung terekstrak. Dengan semakin meningkatnya suhu maka energi



yang dapat diambil dari sistem semakin besar. Hal ini ditunjukkan dengan semakin besarnya harga  $\Delta G$ .

Dari regresi linier didapatkan harga  $\Delta H$  sebesar 29484,1 J/mol dan  $\Delta S$  sebesar 85,3773 J/mol.K yang bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa ekstraksi yang berlangsung bersifat ireversibel, yang berarti proses ekstraksi hanya berlangsung satu arah. Saat padatan tomat dan etanol dikontakkan,  *$\beta$ -carotene* hanya berdifusi keluar dari padatan tomat.  $\Delta H$  yang bernilai positif menunjukkan ekstraksi bersifat endoterm, artinya dibutuhkan panas untuk mendapatkan *yield* yang tinggi [19].

