

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kurma**

##### **2.1.1 Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) secara umum**

Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) adalah komoditi besar dan tanaman yang penting di daerah tandus dan panas seperti Saudi Arabia, Mesir<sup>1</sup>. Di negara-negara ini, buah kurma biasa digunakan sebagai obat, kosmetik, konsumsi bagi manusia maupun hewan. Sedangkan pohon dan bagian-bagiannya, seperti pelepah kurma, biasa digunakan untuk kayu bakar maupun atap rumah<sup>1</sup>. Selain di negara-negara tersebut, kurma juga terkenal di Indonesia karena citarasanya yang manis, banyak manfaatnya, dan tidak perlu repot bila ingin mengonsumsinya.

Taksonomi kurma (*Phoenix dactylifera* L.) dapat dilihat sebagai berikut<sup>6</sup>:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivision	: Spermatophyta
Division	: Magnoliophyta
Subdivision	: Spermatophytina
Class	: Liliopsida
Order	: Arecales

Family : Areaceae  
Genus : Phoenix L.  
Species : *Dactylifera* L.

Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) termasuk spesies yang memiliki beberapa varietas. Dalam bukunya yang berjudul *Fruits of Warm Climates*, Julia Morton menyebutkan beberapa varietas kurma, yakni<sup>7</sup>:

- a. Kurma yang tahan terhadap hujan dan kelembapan adalah varietas Halaway, Khadrawy, Kaktoom
- b. Kurma varietas Medjool merupakan varietas yang tahan dengan daerah lembab dan hujan, namun tidak setahan kurma pada varietas poin a.
- c. Kurma varietas Zahdi dan Deglet Noor merupakan varietas kurma yang sama sekali tidak tahan dengan daerah lembab maupun hujan.

Adapun yang disebutkan oleh Julia Morton hanyalah sebagian dari varietas kurma yang ada di dunia<sup>1</sup>.

### **2.1.2 Kandungan kimia buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.)**

Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) memegang peranan penting dalam perannya sebagai obat dan makanan. Buah kurma adalah bahan pangan yang kaya akan zat gula, vitamin, mineral, dan serat. Dalam beberapa varietasnya, kandungan zat gulanya dapat mencapai 88% dan 12% sisanya terdiri dari kandungan kimia lainnya seperti vitamin, mineral, serat dan lain-lain<sup>1</sup>.

Samy Selim *et. al.* Melakukan studi pada dua belas varietas buah kurma (*Phoenix dactylifera L.*) guna mengetahui kandungan kimia apa saja yang terdapat di dalamnya, dan berikut ini merupakan jabaran hasil studinya<sup>1</sup>.

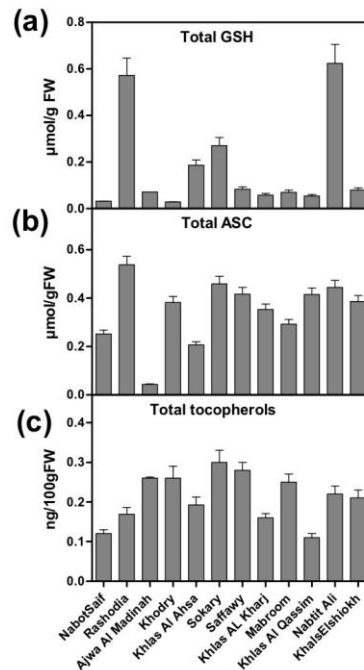
#### **2.1.2.1 Antioksidan**

Glutation (GSH) dan asam askorbat (ASC) adalah antioksidan yang berwujud cairan, sementara tokoferol yang tersedia di alam merupakan zat lipofilik. Kandungan GSH bervariasi antar varietas, mulai dari angka 0,011 hingga 0,295  $\mu\text{mol/g}$  FW (Gambar 1, Tabel 2). GSH tertinggi ditemukan pada buah kurma (*Phoenix dactylifera L.*) varietas Rashodia, Khlas Al Ahsa dan Nabtiti Ali dengan poin masing-masing 0,247, 0,177, dan 0,295  $\mu\text{mol/g}$  FW. Dan Khodry merupakan varietas kurma dengan GSH terendah (0,011  $\mu\text{mol/g}$  FW)<sup>1</sup>.

Serupa dengan GSH, kandungan ASC berbeda-beda diantara varietas tersebut. Berkisar antara 0,051 dan 0,541  $\mu\text{mol/g}$  FW (Tabel 2). Rashodia, Sokary, dan Nabtiti Ali merupakan tiga varietas dengan kandungan ASC tertinggi dengan nilai masing-masing 0,541, 0,526, dan 0,516  $\mu\text{mol/g}$  FW dan varietas Ajwa Al Madinah merupakan varietas dengan kandungan ASC terendah (0,051  $\mu\text{mol/g}$  FW) (Tabel 2)<sup>1</sup>.

**Tabel 2.** Konsentrasi dari Glutathion (GSH), Asam Askorbat (ASC), Tokoferol (TOC), dan Status Redoks dari GSH dan ASC pada 12

Cultivars	GSH ( $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ )	GSH Redox Status (%)	ASC ( $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ )	ASC Redox Status (%)	Alfa Toc. (ng/100 g FW)	Beta Toc. (ng/100 g FW)	Gamma Toc. (ng/100 g FW)	Delta Toc. (ng/100 g FW)
Nabot Saif	0.025 ± 0.003	77.366 ± 5.532	0.254 ± 0.023	99.259 ± 2.637	0.086 ± 0.009	0.023 ± 0.002	0.016 ± 0.001	0 ± 0.0
Rashodia	0.247 ± 0.026	43.523 ± 5.111	0.541 ± 0.049	99.643 ± 2.646	0.124 ± 0.013	0.013 ± 0.002	0.021 ± 0.002	0 ± 0.0
Ajwa Al Madinah	0.062 ± 0.007	86.049 ± 5.794	0.051 ± 0.005	85.244 ± 3.061	0.212 ± 0.022	0.022 ± 0.002	0.022 ± 0.003	0.003 ± 0.00
Khodry	0.011 ± 0.001	39.373 ± 4.728	0.387 ± 0.035	98.891 ± 3.551	0.197 ± 0.02	0.033 ± 0.002	0.044 ± 0.004	0.002 ± 0.00
Khlas Al Ahsa	0.177 ± 0.018	96.507 ± 22.175	0.206 ± 0.019	100.791 ± 3.619	0.14 ± 0.014	0.026 ± 0.002	0.016 ± 0.001	0.010 ± 0.001
Sokary	0.059 ± 0.006	21.736 ± 0.580	0.526 ± 0.047	87.570 ± 2.326	0.218 ± 0.022	0.019 ± 0.0021	0.043 ± 0.005	0.011 ± 0.001
Saffawy	0.039 ± 0.005	48.128 ± 5.652	0.423 ± 0.038	98.662 ± 2.621	0.179 ± 0.0188	0.023 ± 0.0024	0.038 ± 0.0	0.04 ± 0.002
Khlas Al Kharij	0.054 ± 0.006	94.605 ± 11.110	0.346 ± 0.031	100.261 ± 2.717	0.113 ± 0.0177	0.027 ± 0.0024	0.018 ± 0.001	0.003 ± 0.0
Mabroom	0.027 ± 0.003	38.279 ± 1.021	0.296 ± 0.027	99.577 ± 14.785	0.197 ± 0.02	0.014 ± 0.0018	0.023 ± 0.002	0.008 ± 0.00
Khla Al Qassim	0.039 ± 0.004	72.546 ± 1.935	0.421 ± 0.038	99.408 ± 14.760	0.072 ± 0.007	0.025 ± 0.001	0.0157 ± 0.003	0.001 ± 0.00
Nabrit Ali	0.295 ± 0.031	47.527 ± 1.267	0.516 ± 0.049	86.407 ± 6.863	0.158 ± 0.0165	0.020 ± 0.0012	0.038 ± 0.004	0 ± 0.00
Khals El Shiokh	0.065 ± 0.007	82.268 ± 2.194	0.376 ± 0.034	100.600 ± 15.382	0.163 ± 0.017	0.019 ± 0.0021	0.016 ± 0.002	0.005 ± 0.00
<i>p</i> value	0	0	0	0.093	0	0.154	0	0



**Gambar 1.** Kandungan Metabolit Antioksidan: (a) Total Glutation (GSH); (b) Total Asam Askorbat (ASC); (c) Total Tokoferol pada 12 Varietas Kurma<sup>1</sup>

Kandungan tokoferol total berkisar antara 0,09 hingga 0,28  $\mu\text{mol/g}$  FW (Tabel 2) dimana varietas Sokary merupakan varietas dengan kandungan tokoferol tertinggi, sedangkan varietas Khla Al Qassim merupakan yang terendah dalam kandungan tokoferolnya (Tabel 2)<sup>1</sup>.



### 2.1.2.2 Asam amino

Banyak jenis asam amino yang ditemukan di dalam dua belas varietas buah kurma pada studi ini. Ditambah lagi, jumlahnya berbeda signifikan di antara masing-masing varietas ini (37–108  $\mu\text{mol/g FW}$ )<sup>1</sup>.

Prolin merupakan asam amino mayor dan sangat banyak terdapat pada buah kurma (*Phoenix dactylifera L.*) varietas Nabitit Ali dan Rashodia dengan nilai masing-masing 85 dan 126  $\mu\text{mol/g FW}$ . Dan asam amino yang minor adalah sistein dengan kisaran jumlahnya 0,001–0,11  $\mu\text{mol/g FW}$  (Tabel 3)<sup>1</sup>.

### 2.1.2.3 Gula

Samy Selim *et. al.* meneliti monosakarida (glukosa dan fruktosa), disakarida (sukrosa) dan kandungan total gula pada dua belas varietas kurma (Tabel 4). Hasil menunjukkan bahwa kandungan gula cukup tinggi, seperti contohnya pada buah kurma (*Phoenix dactylifera L.*) varietas Khla Al Qassim yang memiliki kandungan gula sebesar 0,11 mg/100 g FW. Sebagai perbandingan, kandungan gula sebesar 0,3 mg/100 g FW menandakan bahwa kurma tersebut adalah kaya akan gula<sup>1</sup>.

### 2.1.2.4 Asam organik

Rata-rata asam organik yang telah diuji berkisar antara 17–26  $\mu\text{mol/g FW}$ . Enam asam organik telah berhasil diidentifikasi dan asam malat merupakan asam organik yang paling banyak ditemui. Nilainya berkisar antara 5–10  $\mu\text{mol/g DW}$  lalu diikuti oleh asam organik lainnya seperti asam suksinat, asam isobutirat, asam sitrat, dan asam formiat (Tabel 4)<sup>1</sup>.

**Tabel 4.** Konsentrasi Gula (mg/100 g FW) dan Asam Organik (mg/g FW) pada

12 Varietas Kurma

Cultivars	Glucose	Fructose	Sucrose	Oxalic	Malic	Succinic	Citric	Isobutyric	Formic
Nabot Saif	50.1 ± 0.0	58.8 ± 1.8	26.55 ± 0.0	1.93 ± 0.11	9.66 ± 0.58	1.59 ± 0.08	2.70 ± 0.14	2.34 ± 0.12	0.29 ± 0.02
Rashodia	42.5 ± 0.6	53.0 ± 0.0	112.5 ± 0.0	1.64 ± 0.1	7.03 ± 0.79	5.69 ± 0.7	2.86 ± 0.38	2.88 ± 0.15	0.37 ± 0.02
Ajwa Al Madinah	35.4 ± 0.5	39.4 ± 2.5	13.45 ± 0.2	1.46 ± 0.09	10.12 ± 1.18	0.76 ± 0.08	2.01 ± 0.23	3.12 ± 0.19	0.35 ± 0.02
Khodry	58.1 ± 0.0	69.16 ± 2.1	19.42 ± 0.0	2.24 ± 0.13	11.41 ± 0.69	1.19 ± 0.07	2.31 ± 0.22	2.09 ± 0.11	0.32 ± 0.02
Khlas Al Ahsa	58.2 ± 3.6	74.1 ± 4.7	17.9 ± 0.27	2.73 ± 0.17	13.98 ± 0.85	1.23 ± 0.08	2.33 ± 0.14	2.01 ± 0.12	0.17 ± 0.01
Sokary	1.5 ± 1.8	59.5 ± 3.7	138.5 ± 5.0	2.18 ± 0.13	10.43 ± 0.55	9.26 ± 0.56	4.65 ± 0.25	2.94 ± 0.18	0.29 ± 0.02
Saffawy	47.3 ± 0.07	54.26 ± 2.4	28.7 ± 1.04	1.82 ± 0.1	9.10 ± 0.47	1.86 ± 0.11	0.95 ± 0.05	3.23 ± 0.18	0.21 ± 0.01
Khlas Al Kharj	95.40 ± 0.0	112.7 ± 3.4	31.9 ± 0.0	1.90 ± 0.1	17.68 ± 1.08	1.82 ± 0.09	0.93 ± 0.05	3.30 ± 0.17	0.27 ± 0.02
Mabroom	46.30 ± 0.70	62.0 ± .00	20.1 ± 0.0	1.85 ± 0.1	8.68 ± 0.88	1.07 ± 0.13	2.14 ± 0.26	2.62 ± 0.31	0.17 ± 0.02
Khla Al Qassim	79.6 ± 0.0	101.2 ± 0.0	26.1 ± 0.0	1.57 ± 0.08	13.20 ± 1.76	1.40 ± 0.16	2.41 ± 0.27	2.07 ± 0.23	0.20 ± 0.03
Nabtit Ali	21.08 ± 0.3	23.20 ± 1.47	150.5 ± 2.2	0.83 ± 0.04	10.01 ± 1.1	8.66 ± 0.82	4.43 ± 0.42	2.16 ± 0.22	0.23 ± 0.03
Khals El Shiokh	58.2 ± 0.0	71.29 ± 2.2	9.23 ± 0.0	2.49 ± 0.15	12.94 ± 0.78	0.62 ± 0.04	1.98 ± 0.12	1.70 ± 0.1	0.19 ± 0.01
<i>p</i> value	0.01	0	0.05	0	0	0	0	0	0

#### 2.1.2.5 Senyawa fenolik dan flavonoid

Samy Selim *et. al.* menemukan bahwa total kandungan senyawa fenolik berkisar antara 10,47–22,11 mg/100 g FW. Buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) varietas Ajwa Al Madinah-lah yang tertinggi nilai total senyawa fenoliknya (22,11 mg/100 g DW), lalu diikuti oleh Nabt Saif (22 mg/100 g DW), dan Khla Al Qassim adalah varietas kurma dengan nilai senyawa fenolik terendah, yakni 10,47 mg/100 g DW<sup>1</sup>.

Perbedaan ( $p < 0,05$ ) pada total kandungan senyawa fenolik telah diobservasi di antara masing-masing varietas (Tabel 5). Dalam studi ini, asam galat, asam *p*-kumarat, dan turunan asam ferulat merupakan senyawa fenolik yang dominan (secara berurutan dari yang paling dominan)<sup>1</sup>.

**Tabel 5.** Konsentrasi Senyawa Fenolik (mg/100 g DW) pada 12 Varietas

Cultivars	Caffeic acid	Ferulic acid	Protocatechuic acid	Catechin	Galic acid	<i>p</i> -Coumaric acid	Resorcinol	Chlorogenic acid	Syringic acid	Total phenolic
Nabot Saif	0.018 ± 0.004	1.94 ± 0.42	0.162 ± 0.028	0.574 ± 0.12	15.227 ± 3.3	3.275 ± 0.720	0.033 ± 0.007	0.2 ± 0.044	0.58 ± 0.6	22.00 ± 5.35
Rashodia	0.013 ± 0.001	1.44 ± 0.09	0.115 ± 0.007	0.426 ± 0.02	11.312 ± 0.7	2.433 ± 0.154	0.025 ± 0.002	0.149 ± 0.009	0.66 ± 0.0	16.58 ± 1.05
Ajwa Al Madinah	0.026 ± 0.001	2.52 ± 0.11	1.217 ± 0.057	0.526 ± 0.02	13.973 ± 0.6	3.087 ± 0.004	0.030 ± 0.002	0.184 ± 0.009	0.82 ± 0.0	22.11 ± 1.10
Khodry	0.024 ± 0.005	2.56 ± 0.57	1.094 ± 0.243	0.473 ± 0.10	12.564 ± 2.7	2.702 ± 0.601	0.028 ± 0.006	0.165 ± 0.037	0.63 ± 0.2	20.13 ± 4.21
Khlas Al Ahsa	0.018 ± 0.004	1.94 ± 0.42	0.527 ± 0.588	0.353 ± 0.07	9.370 ± 2.05	2.015 ± 0.443	0.021 ± 0.005	0.123 ± 0.027	0.55 ± 0.1	14.92 ± 3.75
Sokary	0.019 ± 0.003	2.01 ± 0.34	0.893 ± 0.119	0.386 ± 0.05	10.24 ± 1.36	2.309 ± 0.324	0.022 ± 0.004	0.135 ± 0.018	0.60 ± 0.0	17.10 ± 2.84
Saffawy	0.026 ± 0.001	2.52 ± 0.11	1.217 ± 0.057	0.526 ± 0.02	13.973 ± 0.6	3.005 ± 0.142	0.030 ± 0.002	0.184 ± 0.009	0.82 ± 0.0	21.99 ± 1.27
Khlas Al Kharij	0.024 ± 0.005	2.56 ± 0.57	1.094 ± 0.243	0.333 ± 0.09	8.829 ± 2.48	1.302 ± 0.290	0.013 ± 0.003	0.080 ± 0.018	0.74 ± 0.1	14.97 ± 1.28
Mabroom	0.018 ± 0.004	1.94 ± 0.42	0.527 ± 0.588	0.353 ± 0.07	9.370 ± 2.05	0.971 ± 0.213	0.010 ± 0.002	0.059 ± 0.013	0.55 ± 0.1	13.80 ± 3.50
Khla Al Qassim	0.013 ± 0.001	1.44 ± 0.09	0.606 ± 0.038	0.262 ± 0.01	6.9610.441	0.721 ± 0.046	0.008 ± 0.001	0.044 ± 0.003	0.41 ± 0.0	10.47 ± 0.63
Nabitit Ali	0.019 ± 0.003	2.01 ± 0.34	0.893 ± 0.119	0.386 ± 0.05	10.246 ± 1.3	1.062 ± 0.141	0.011 ± 0.001	0.065 ± 0.009	0.60 ± 0.0	15.80 ± 2.69
Khals El Shiokh	0.026 ± 0.001	2.52 ± 0.11	1.217 ± 0.057	0.526 ± 0.02	13.973 ± 0.6	1.448 ± 0.068	0.015 ± 0.001	0.089 ± 0.004	0.82 ± 0.0	20.37 ± 1.17
<i>p</i> value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.049	0.00



Dalam studinya, beberapa kelas flavonoid teridentifikasi. Diantaranya adalah kuersetin, luteolin, apigenin, isokuersetin, dan rutin. Total kandungan flavonoid berkisar antara 1,22 hingga 2,82 mg/100 g DW dimana buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) varietas Saffawy merupakan yang tertinggi dan buah kurma varietas Al Qassim yang memiliki kandungan flavonoid terendah. Sedangkan varietas Ajwa Al Madinah merupakan varietas kurma dengan kandungan flavonoid tertinggi kedua (2,78 mg/100 g DW) tepat setelah varietas Saffawy (Tabel 6)<sup>1</sup>.

#### **2.1.2.6 Makro dan mikronutrien**

Kalium merupakan kandungan mineral terbesar jumlahnya yang ditemui, nilainya berkisar antara 180,7–796,7 mg/100 g DW, lalu diikuti oleh fosfor (30,4–110,1 mg/100g), magnesium (21,1–97,3 mg/100 g), dan natrium (4,39–9,37 mg/100 g). Kebanyakan mineral yang telah teridentifikasi menunjukkan perbedaan yang signifikan antarvarietas. Buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) varietas Khlas AL Kharj memiliki kandungan kalium tertinggi (796,7 mg/100 g), magnesium (97,3 mg/100 g), natrium (9,3 mg/100 g), dan kalsium (0,919 mg/100 g) seperti yang tertera dalam Tabel 7. Nabtiti Ali dan Sokhary memiliki kandungan zat besi tertinggi, yakni masing-masing 1,648 dan 1,644 mg/100 g<sup>1</sup>.



### **2.1.3 Kandungan kimia buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) varietas Ajwa**

Dalam penelitiannya, Samy Selim *et. al.* meneliti sebanyak dua belas varietas buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) yang salah satu varietasnya adalah varietas Ajwa. Tabel 8 memuat rangkuman kandungan kimia buah kurma khusus varietas Ajwa yang diambil dari hasil studi Samy Selim *et. al*<sup>1</sup>.

**Tabel 8.** Kandungan kimia buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) varietas Ajwa

<b>. Kandungan kimia buah kurma (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) varietas Ajwa</b>												
<b>kandungan kimia</b>		<b>dalam (μmol·g<sup>-1</sup> FW)</b>	<b>kandungan kimia</b>		<b>dalam (mg/100 g DW)</b>	<b>kandungan kimia</b>		<b>dalam (mg/100 g DW)</b>	<b>kandungan kimia</b>		<b>dalam (mg·g<sup>-1</sup> FW)</b>	
asam amino	prolin	16 ± 2,6	senyawa fenolik	asam kafeat	0,026 ± 0,001	mineral	K	290,025 ± 4,6	asam organik	oksalat	1,46 ± 0,09	±
	glisin	65 ± 7,4		asam ferulat	2,52 ± 0,11		Ca	0,339 ± 0,03		malat	10,12 ± 1,18	±
	lisin	7,3 ± 1,1		asam protokatekuat	1,217 ± 0,057		Mg	35,941 ± 2,18		suksinat	0,76 ± 0,08	±
	histidin	0,99 ± 1,1		katekin	0,526 ± 0,02		P	53,823 ± 3,65		sitrat	2,01 ± 0,23	±
	alanin	9,2 ± 1		asam galat	13,973 ± 0,6		Na	7,01 ± 0,782		isobutirat	3,12 ± 0,19	±
	arginin	1,42 ± 0,1		asam kumarat <i>p</i> -	3,087 ± 0,004		Cu	0,37 ± 0,03		format	0,35 ± 0,02	±
	ornitin	0,15 ± 0,01		resorsinol	0,03 ± 0,002		Fe	0,15 ± 0,013				
	glutamin	1,02 ± 0,1		asam klorogenat	0,184 ± 0,009		Mn	0,313 ± 0,02	<b>kandungan kimia</b>		dalam (μmol·g <sup>-1</sup> FW)	
	asparagin	0,26 ± 0,03		asam siringat	0,82		Cd	0,001	antioksidan	GSH	0,062 ± 0,007	±
	isoleusin	0,15 ± 0,01	<i>total fenolik</i>		22,11 ± 1,1		Zn	1,2 ± 0,07		asam askorbat	0,051 ± 0,005	±

leusin	0,02								
metionin	0,021	senyawa flavonoid	quersetin	1,219 0,071	±		<b>kandungan kimia</b>	dalam (ng/100 g FW)	
threonin	0,027		luteolin	0,041 0,002	±		alfa	0,212	±
valin	3,13 ± 0,6		apigenin	0,263 0,015	±		tokoferol	0,022	±
serin	0,19		isoquersetin	0,411 0,001	±		beta	0,022	±
fenilalanin	0,99 ± 0,14		rutin	0,853 0,049	±		tokoferol	0,003	
asam glutamat	0,8 ± 0,15	<i>total flavonoid</i>		2,787 0,138	±		gamma	0,022	±
							delta	0,003	
sistein	0,001						<b>kandungan kimia</b>	dalam (mg/100 g FW)	
tirosin	0,8 ± 0,08						gula	glukosa	35,4 ± 0,5
								fruktosa	39,4 ± 2,5
								sukrosa	13,45 ± 0,2

#### **2.1.4 Buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) varietas Ajwa dan manfaatnya**

Buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) varietas Ajwa merupakan jenis kurma yang terkenal di kota Madinah. Buahnya cenderung berbentuk bulat daripada elips seperti buah kurma pada umumnya, berwarna sawo matang hingga hitam ketika matang<sup>8</sup>.

Berikut ini beberapa manfaat yang bisa didapatkan bila mengonsumsi buah kurma varietas Ajwa

##### **2.1.4.1 Hepatoprotektif**

Dalam jurnalnya yang diterbitkan oleh *European Scientific Journal*, B. Sheikh mendapati bahwa mengonsumsi kurma (*Phoenix dactylifera* L.) varietas Ajwa terbukti mengurangi dampak buruk yang diakibatkan oleh paparan zat hepatotoksik CCl<sub>4</sub> dengan beberapa diantara indikator; secara histopatologi dengan sediaan jaringan hepar hewan coba, dan secara biokimiawi dengan kadar enzim hepar SGOT dan SGPT yang diambil sesaat sebelum terminasi hewan coba. Hasilnya, sediaan jaringan hepar hewan coba dengan paparan CCl<sub>4</sub> tanpa konsumsi ekstrak buah kurma varietas Ajwa lebih banyak terdapat jaringan fibrosa bila dibandingkan sediaan jaringan hepar hewan coba dengan paparan CCl<sub>4</sub> dengan konsumsi ekstrak buah kurma varietas Ajwa<sup>9</sup>. Kadar SGOT dan SGPT pada hewan coba dengan paparan CCl<sub>4</sub> tanpa konsumsi ekstrak buah kurma varietas Ajwa juga lebih tinggi bila dibandingkan dengan kelompok hewan coba yang diberi paparan CCl<sub>4</sub> dengan konsumsi ekstrak buah kurma varietas Ajwa<sup>9</sup>.

Pada jurnal lain, ekstrak buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) varietas Ajwa juga terbukti bersifat hepatoprotektif terhadap zat hepatotoksik lainnya, yakni okratoksin A (OTA)<sup>10</sup>. Okratoksin A adalah salah satu zat *mycotoxin* yang dihasilkan oleh spesies jamur *Aspergillus* dan *Penicillium* yang biasa ditemui pada hasil komoditas perkebunan yang disimpan dalam gudang seperti buah dan biji kopi<sup>11,12</sup>. OTA juga telah terbukti mempunyai sifat hepatotoksik pada manusia maupun kebanyakan spesies hewan<sup>13,14</sup>. Penelitian yang dilakukan oleh Suzan Bakr Abdu ini menggunakan indikator secara histopatologi dengan sediaan jaringan hepar hewan coba, secara biokimiawi dengan konsentrasi bilirubin, serta kadar enzim hepar ALT. Hasilnya, sediaan jaringan hepar dengan paparan OTA tanpa konsumsi ekstrak buah kurma varietas Ajwa tampak pembengkakan sel hepar serta *balooning degeneration*. Sedangkan pada sediaan jaringan hepar yang diberi paparan OTA dengan konsumsi ekstrak buah kurma varietas Ajwa tampak relatif normal meski masih ditemui juga sedikit sel-sel degeneratif. Lalu pada aspek biokimiawi, konsentrasi bilirubin dan enzim hepar ALT meningkat pada kelompok hewan coba yang hanya terpapar OTA. Sedangkan kadar enzim hepar ALT pada kelompok hewan coba yang diberi paparan OTA serta ekstrak buah kurma varietas Ajwa menunjukkan nilai yang tak berbeda jauh dari kadar enzim hepar ALT pada kelompok kontrol hewan coba. Lalu, konsentrasi bilirubin menunjukkan nilai yang lebih rendah dari kadar konsentrasi bilirubin pada kelompok kontrol hewan coba<sup>10</sup>.

#### **2.1.4.2 Daya antibakterial**

Daya antibakterial diteliti oleh Al-Daihan dan Bhat dengan menggunakan bahan yaitu daun, biji, dan buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) yang masing-

masing diekstrak dengan menggunakan solven akuadestilat, metanol, dan aseton, lalu dipaparkan pada kelompok bakteri gram positif (*S. aureus*, *S. pyogenes*) dan kelompok bakteri gram negatif (*E. coli*, *P. aeruginosa*) pada cawan petri. Indikatornya adalah ukuran zona inhibisi yang terbentuk pada koloni bakteri yang dibandingkan menggunakan obat kontrol Kanamycin. Hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak semua bahan terbukti memiliki daya antibakterial. Ekstrak dengan solven akuadestilat mempunyai daya antibakterial yang kurang bila dibandingkan dengan dua solven lainnya. Buah dan daun terbukti memiliki daya antibakterial yang lebih baik daripada biji kurma. Ekstrak buah dengan solven aseton merupakan ekstrak dengan daya antibakterial yang paling tinggi terhadap bakteri *S. aureus*, sedangkan ekstrak daun dengan solven metanol pada bakteri *E. coli*. Namun, semua ekstrak tersebut daya antibakterialnya tak sebagus Kanamycin<sup>2</sup>.

Selain dua manfaat yang telah dipaparkan di atas, buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) juga masih memiliki sejumlah manfaat lainnya seperti mengatasi infertilitas pada pria dan disfungsi testikular, infertilitas pada wanita dan kadar hormon, daya antidiabetik, antikanker dan antimutagenesis, antidiare, antiinflamasi dan antiproliferasi (misal pada sel-sel prostat), sebagai penawar hematoksisitas Pb, antifungal, sebagai gastroprotektif terhadap ulkus lambung, antihipertensi, menurunkan obesitas, kurma juga dapat mengurangi efek samping metilprednisolon, dan beberapa manfaat lainnya<sup>6</sup>.

## **2.2 Flavonoid**

Flavonoid hadir dalam berbagai macam buah, sayuran, kacang-kacangan, dan minuman termasuk anggur dan teh, dan karenanya dikonsumsi secara teratur

dalam makanan manusia sejak datangnya kehidupan manusia di bumi. Ahli gizi memperkirakan bahwa orang umumnya mengonsumsi sekitar satu sampai dua gram flavonoid per hari pada diet normal<sup>15</sup>. Flavonoid berperan penting dalam perawatan medis sejak zaman kuno dan penggunaannya terus berlanjut sampai sekarang. Ilmuwan terus mencari ramuan medis baru dan memiliki efek yang menguntungkan. Senyawa yang berasal dari tanaman telah menjadi bahan pertimbangan ilmiah dan terapeutik karena mereka dapat berfungsi sebagai titik awal untuk pengembangan turunan senyawa yang optimal. Flavonoid ditemukan oleh banyak ilmuwan memiliki sifat yang menguntungkan dengan sejumlah manfaat fisiologis yang berkaitan dengan senyawa fitokimianya. Beberapa aktivitas biologis flavonoid termasuk, antiinflamasi, sitostatik, sitotoksik, anti kanker, anti virus, dan sebagai modulator imunitas tubuh<sup>16</sup>.

### **2.2.1 Flavonoid sebagai imunomodulator**

Beberapa flavonoid telah diteliti dan terbukti dapat mengaktifasi sel sitotoksik dan *natural killer* T-limfosit serta menstimulasi makrofag<sup>17</sup>. Mekanismenya adalah terinhibisinya enzim siklooksigenase (COX) yang menghasilkan prostaglandin oleh flavonoid yang spesifik, karena prostaglandin yang diproduksi dari proses ini dapat mensupresi T-limfosit. COX adalah enzim kunci dalam biosintesis hormon eicosanoid yang berperan penting dalam proses inflamasi, sensasi nyeri, dan perbaikan jaringan. Sehingga apabila enzim siklooksigenase terhambat, maka produksi prostaglandin yang menghambat aktivasi sel sitotoksik dan *natural killer* T-limfosit juga ikut terhambat. Dengan

kata lain, bila produksi enzim siklooksigenase terhambat maka akan meningkatkan aktivasi sel sitotoksik dan *natural killer* T-limfosit<sup>16</sup>

Di saat yang sama ketika COX terinhibisi, flavonoid membantu menghentikan produksi eicosanoid yang berperan pada pelepasan substansi P dan bradikinin. Juga, kombinasi dari limfokin atau aktivator NK yang lain dan senyawa penetral (*scavenging*) peroksida telah dideskripsikan sebagai senyawa yang baru saja ditemukan untuk aktivasi sel NK dan pencegahan dari inaktivasi sel ini oleh monosit<sup>18</sup>.

## **2.3 Salmonella**

### **2.3.1 Taksonomi *Salmonella***

Genus *Salmonella* adalah bagian dari famili *Enterobacteriaceae*. Taksonomi *Salmonella* telah direvisi agar mengurangi potensi yang membingungkan. Genus *Salmonella* terdiri dari dua spesies yang masing-masing terbagi atas banyak subspecies dan serotipe, yakni *Salmonella bongori* (dahulu disebut subspecies V) dan *Salmonella enterica*. *Salmonella enterica* baru-baru ini dibagi menjadi enam subspecies, yakni: *S. e. enterica* (subspecies I); *S. e. salamae* (subspecies II); *S. e. arizonae* (subspecies IIIa); *S. e. diarizonae* (subspecies IIIb);, *S. e. houtenae* (subspecies IV); dan *S. e. indica* (subspecies VI). Sebagian besar penyakit pada manusia disebabkan oleh galur subspecies I yang disebut sebagai *Salmonella enterica* subspecies *enterica*. Sesekali, infeksi pada manusia dapat disebabkan oleh subspecies IIIa dan IIIb atau subspecies lain yang biasanya ditemukan pada hewan berdarah dingin<sup>19</sup>.

## **2.3.2 *Salmonella* Typhimurium**

### **2.3.2.1 Nomenklatur**

Nomenklatur klasifikasi yang mungkin akan diterima secara luas adalah sebagai berikut: *Salmonella enterica* subspesies *enterica* serotipe *Typhimurium*, yang dapat disingkat menjadi *Salmonella* Typhimurium dengan nama genus dituliskan dengan bentuk miring dan nama serotipe dituliskan dalam bentuk reguler (roman)<sup>19</sup>.

### **2.3.2.2 Patogenitas *Salmonella* Typhimurium**

*Salmonella* Typhimurium menyebabkan gastroenteritis pada manusia dan mamalia lainnya. Ketika sel-sel bakteri masuk ke dalam sel epitel yang melapisi usus, *Salmonella* Typhimurium menyebabkan sel epitel usus dari inang teracak yang menyebabkan kerusakan sementara dari mikrovili permukaan sel. Hal ini menyebabkan sel darah putih bergerak cepat menuju sumber luka di dalam mukosa tersebut lalu menyebabkan ketidakseimbangan dari rasio antara penyerapan dan sekresi usus, dan mengarah ke diare. Pada tikus, *S. Typhimurium* menyebabkan gejala yang menyerupai demam tifoid pada manusia. Hasil studi dari mempelajari bakteri ini pada tikus akhirnya dapat ditemukan vaksin tifoid<sup>20,21</sup>.

### **2.3.2.3 Mekanisme infeksi secara molekuler**

*Salmonella* Typhimurium harus melewati penghalang dari sel usus. Namun ketika *Salmonella* Typhimurium telah berhasil melewati penghalang ini, maka *Salmonella* Typhimurium menggunakan mekanisme lainnya untuk dapat menyebabkan infeksi. *Salmonella* Typhimurium merupakan serovar nontifoidal.

Serovar nontifoidal memasuki sel M pada dinding usus oleh endositosis bakteri-dimediasi, proses yang terkait dengan peradangan usus dan diare. Mereka juga dapat mengganggu *tight junction* antara sel-sel dinding usus, mempengaruhi kemampuan sel untuk menghentikan aliran ion, air, dan sel-sel kekebalan tubuh ke dalam dan keluar dari usus. Kombinasi dari peradangan yang disebabkan oleh endositosis bakteri-dimediasi dan gangguan persimpangan ketat diduga berkontribusi signifikan terhadap induksi diare.

*Salmonella* Typhimurium juga mampu menembus penghalang usus melalui fagositosis oleh sel imun CD18+ dan ikut beredar bersamanya di dalam sel imun CD18+ tersebut yang mungkin menjadi kunci mekanisme untuk infeksi *Salmonella* Typhimurium. Hal ini dianggap sebagai cara yang lebih tersembunyi untuk dapat melewati penghalang usus, oleh karena itulah mengapa dosis infeksi dari golongan *Salmonella* serovar tifoidal lebih rendah daripada golongan *Salmonella* serovar nontifoidal<sup>22</sup>. Serovar tifoidal dapat menggunakan mekanisme ini untuk menyebar ke seluruh tubuh melalui mekanisme sistem fagosit mononuklear, jaringan organ yang saling terhubung yang mengandung sel imunitas, dan jaringan sekitar tubuh yang mengandung sistem kekebalan tubuh<sup>22</sup>.

#### **2.4 Imunitas tubuh manusia**

Dalam bukunya, Abbas membagi imunitas tubuh manusia menurut dapatan, dibagi menjadi dua tipe yakni; imunitas awalan (*innate immunity*) dan imunitas dapatan (*adaptive immunity*). Sedangkan menurut responnya, imunitas dibagi menjadi dua pula, yakni; imunitas respon humoral dan imunitas respon seluler<sup>4</sup>.

Dalam penelitian kali ini terfokus pada proses opsonisasi dan fagositosis yang terdapat pada imunitas awalan (*innate immunity*).

#### **2.4.1 Imunitas awalan (*innate immunity*)**

Semua organisme multiseluler, termasuk tumbuhan, invertebrata, dan vertebrata, memiliki mekanisme intrinsik untuk mempertahankan tubuhnya dalam melawan infeksi bakteri. Karena mekanisme defensif ini selalu ada dan selalu siap melawan mikroba, mekanisme ini disebut sebagai imunitas awalan<sup>4</sup>.

Imunitas awalan dapat dibagi menjadi beberapa komponen penyusunnya. Di antaranya, barier epitelial, fagosit: oleh neutrofil dan monosit/makrofag, sel dendritik, *Natural Killer cell*, limfosit kelas lainnya, sistem komplemen, sitokin dari imunitas awalan; dan yang terakhir yakni plasma protein lainnya dari imunitas awalan<sup>4</sup>.

#### **2.3.1.1 Fagosit: oleh neutrofil dan monosit/makrofag**

##### **2.3.1.1.1 Neutrofil dan monosit/makrofag**

Sel fagosit yang beredar dalam tubuh adalah neutrofil dan monosit. Mereka mengenali mikroba dan memfagositnya. Neutrofil, yang biasa disebut sebagai sel polimorfonuklear (PMN) adalah leukosit yang paling banyak jumlahnya dalam darah, berjumlah sekitar 4000 hingga 10.000 per  $\mu\text{L}$ . Neutrofil adalah sel pertama yang bereaksi terhadap infeksi bakteri dan jamur. Mereka memfagosit mikroba yang ada dalam peredaran darah. Neutrofil juga dengan cepat memasuki jaringan ekstrasvaskular yang terinfeksi dan setelah mereka memfagosit mikroba, mereka kemudian mati dalam beberapa jam selanjutnya<sup>4</sup>.

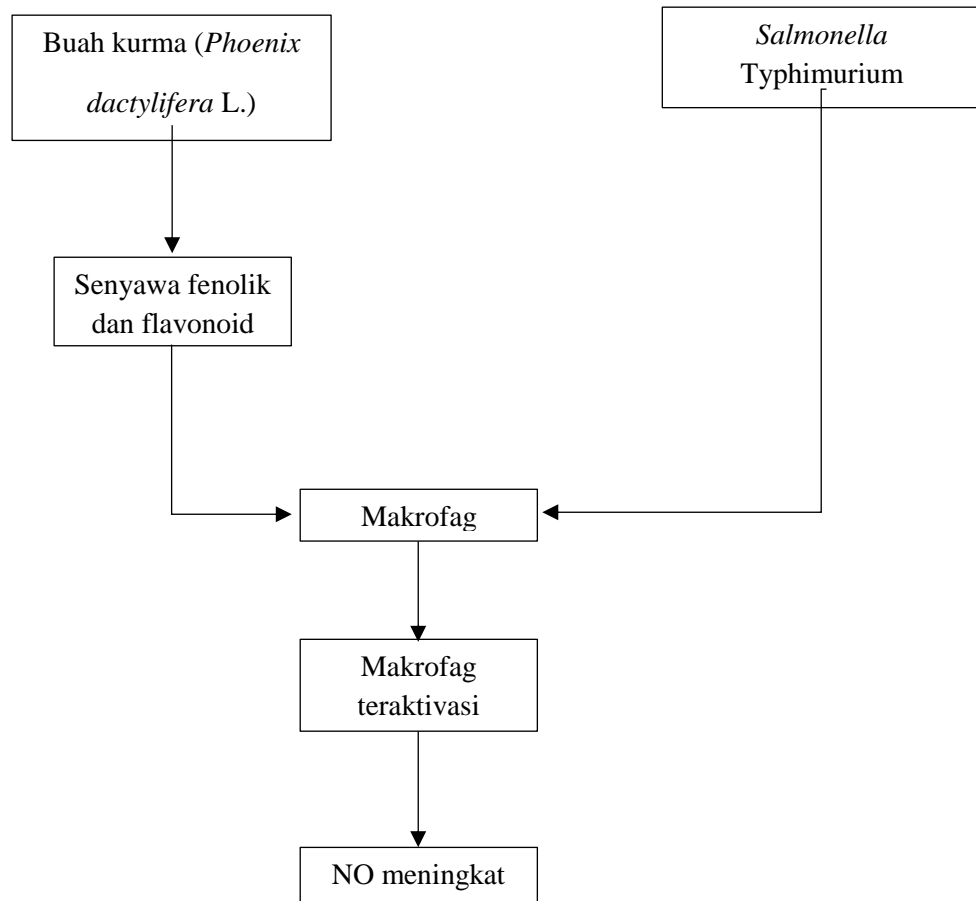
Monosit adalah leukosit yang jumlahnya lebih sedikit daripada neutrofil. Berjumlah sekitar 500 hingga 1000 per  $\mu\text{L}$  darah. Monosit juga dapat memfagosit mikroba asing. Namun tak seperti neutrofil, monosit yang berhasil bermigrasi ke jaringan ekstravaskular akan bertahan dan menetap di sana untuk waktu yang cukup lama serta berdeferensiasi yang selanjutnya disebut sebagai makrofag. Monosit intravaskular dan monosit residen (makrofag) adalah sel yang sama namun berbeda dalam tahap hidup selnya<sup>4</sup>.

#### **2.3.1.1.2 Mekanisme neutrofil dan monosit dalam memfagosit mikroba asing dan menghancurkan mikroba vesikel intraseluler**

Fagositosis adalah proses yang diawali dengan melekatnya reseptor membran dengan mikroba kemudian mengalami pemanjangan dari membran plasma fagosit di sekeliling mikroba. Membran kemudian menutup dan menjebak mikroba di dalam vesikel, yang selanjutnya disebut sebagai fagosom. Fagosom berfusi dengan lisosom untuk membentuk fagolisosom. Ketika mikroba berada di dalam fagolisosom, bakteri akan menginduksi sinyal untuk mengaktifasi enzim yang berada di dalam fagolisosom. Salah satu enzimnya adalah fagosit oksidase yang berperan untuk mengubah oksigen molekuler menjadi anion superoksida dan radikal bebas. Substansi ini disebut sebagai *reactive oxygen species* (ROS) yang bersifat toksik. Enzim kedua adalah *inducible nitric oxide synthase*, yang mengkatalisis dan mengkonversi arginin menjadi nitrat oksida (NO), dan juga zat-zat yang bersifat mikrobisidal. Enzim ketiga adalah protease lisosomal yang berperan dalam pemecahan protein mikroba<sup>4</sup>.

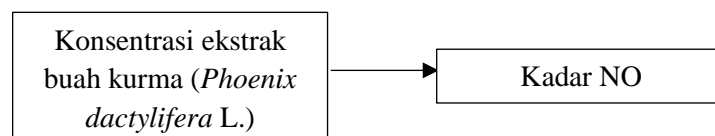
## 2.5 Kerangka teori dan kerangka konsep

### 2.5.1 Kerangka teori



**Gambar 2.** Kerangka teori

### 2.4.2 Kerangka konsep



**Gambar 3.** Kerangka konsep

## 2.6 Hipotesis

- Terdapat pengaruh pemberian ekstrak buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) varietas Ajwa terhadap kadar NO pada mencit yang diinfeksi bakteri *Salmonella* Typhimurium