

BAB IV

HASIL PENGAMATAN

4.1. Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Fenolik Total Pada Limbah Kulit Buah Jeruk Manis

Tabel perbandingan berdasarkan hasil ekstraksi kadar fenolik total pada limbah kulit buah jeruk manis dari berbagai penelitian.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Fenolik Pada Limbah Kulit Buah Jeruk Manis

No	Kondisi Ekstraksi						Hasil Ekstraksi (Rendemen/konsentrasi)	Daftar Pustaka
	Metode	<i>Pretreatment</i>	Pelarut	Daya/ amplitude (W)	Suhu (°C)	Waktu (jam)		
1	UAE	-	Etanol 50%	400	40	0,5	1,0596 mg GAE/g berat basah	Montero-Calderon <i>et al.</i> , (2019)
2	Maserasi	Diberi tekanan 300MPa, selama 3 menit, pada suhu 15°C	Etanol 80% + HCl 1% (diaduk dengan magnetic stirrer)	-	25	1	2,8817 ± 0,0096 mg GAE/g berat basah	Casquete <i>et al.</i> , (2015)
3	Maserasi	Pengeringan dengan matahari hingga kadar air 12%	Aseton 80% (1:5)	-	-	-	10,5±0,19 mg GAE/g berat kering	Obloh & Ademosun, (2012)
4	Maserasi	Pembekuan dengan cairan nitrogen, lalu dihaluskan, dan diliofilisasi selama 1 minggu pada suhu -	Metanol 90%+ asam format 1%	-	55	0,333	11,23 ± 0,29 mg GAE/g berat kering	Iglesias-Carres <i>et al.</i> , (2019)

55°C								
5	MAE	Pengeringan pada suhu 40°C	Aseton 51% (1:25)	500W	<80	0,0338	12,20 mg GAE/g berat kering	Nayak <i>et al.</i> , (2015)
6	UAE	Pengeringan pada suhu 40°C, selama 1 minggu	Aseton 75,79%	20kHz, 65,94% amplitudo	27±2	0,138	13,57±0,71 mg GAE/g berat kering	Farid <i>et al.</i> , (2014)
7	Maserasi	Pengeringan pada suhu 40°C selama 1 minggu	Metanol 80% (1:10)	-	25	22	25,60±0,23 mg GAE/g berat kering	Lagha-Benamrouche & Madani (2013)
8	Maserasi	Pengeringan pada suhu 60°C selama 24 jam	Etanol 100% (1:10)	-	28±2	24	26,56±0,56 mg GAE/g berat kering	Dewi, (2019)
9	EAE (Enzyme Assisted Extraction)	Pengeringan pada suhu 60°C, selama 48 jam	Viscozyme L (0,84% concentration) 30,94 ml/g SS ratio	-	50	4,87	33,87 ± 0,0145 mg GAE/g berat kering	Nishad <i>et al.</i> , (2019)
10	Maserasi	Pengeringan pada suhu 60°C selama 72 jam	Aseton 70%, (1:25)	-	25	72	38,24±3.44 mg GAE/g berat kering	Liew <i>et al.</i> , (2018)
11	Soxhlet	-	Etanol 95% (1:5)	-	70	4	60,3±1,4 mg GAE/g berat basah	Zayed <i>et al.</i> , (2022)
12	Maserasi	Pengeringan pada suhu 100°C selama 48jam	Metanol (1:10)	-	-	20	65,72 ± 3,42 mg GAE/g berat kering	Chen <i>et al.</i> , (2011).
13	Maserasi	Pengeringan	Etanol 80%	-	-	-	169,94 ± 2,13 mg GAE/g berat kering	Selmi <i>et al.</i> , (2017)

Keterangan:GAE: *Gallic Acid Equivalent*EAE: *Enzyme Assisted Extraction*UAE: *Ultrasound-Assisted extraction*MAE: *Microwave Assisted extraction*

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa metode yang dapat digunakan untuk mengekstraksi senyawa fenolik pada limbah kulit buah jeruk manis yaitu maserasi, UAE (*Ultrasound Assisted Extraction*), EAE (*Enzyme Assisted Extraction*), dan MAE (*Microwave Assisted Extraction*). Pelarut yang digunakan untuk metode maserasi dan UAE yaitu pelarut organik seperti aseton, metanol, etanol, serta kombinasi dari etanol dengan HCl, dan metanol dengan asam format. Metode EAE memerlukan pelarut khusus seperti *Viscozyme L* dengan konsentrasi 0,84%. Hasil ekstraksi terbaik sebesar $169,94 \pm 2,13$ mg GAE/g dengan metode maserasi yang menggunakan metanol 80%, dan *pretreatment* pengeringan. Hasil ekstraksi terendah yaitu sebesar 1,0596 mg GAE/g dengan metode UAE menggunakan etanol 50%, daya 400 watt, dan suhu ekstraksi 40°C selama 30 menit. Hal ini dapat disebabkan karena tidak adanya *pretreatment* pada metode UAE tersebut, serta perbedaan pelarut, dan kondisi ekstraksi.

4.2. Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Flavonoid Pada Limbah Kulit Buah Jeruk Manis

Tabel perbandingan berdasarkan hasil ekstraksi kadar flavonoid pada limbah kulit buah jeruk manis dari berbagai penelitian.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Flavonoid Pada Limbah Kulit Buah Jeruk Manis

No	Kondisi Ekstraksi					Daftar Pustaka
	Metode	<i>Pretreatment</i>	Pelarut	Suhu (°C)	Waktu (jam)	

1	Maserasi	Pengeringan pada suhu 40°C selama 1 minggu	Metanol 80% (1:10)	25	22	1,29±0,01 mg QE/g berat kering	Lagha-Benamrouche & Madani, (2013)
2	Maserasi	Pengeringan dengan matahari hingga kadar air 12%	Aseton 80% (1:5)	-	-	1,3±0,12 mg/g flavonoid terlarut bebas	Oboh & Ademosun, (2012)
3	EAE	Pengeringan pada suhu 60°C, selama 48 jam	Viscozyme L (0,84% concentration) 30,94 ml/g SS ratio	50	4,87	2,5123 mg QE/g berat kering	Nishad <i>et al.</i> , (2019)
4	Maserasi	Pengeringan pada suhu 60°C selama 72 jam	Aseton 50%, (1:25)	25	72	5,51±0,43mg CE/g berat kering	Liew <i>et al.</i> , (2018)
5	Maserasi	Pengeringan pada suhu 100°C selama 48jam,	Metanol (1:10)	25	20	13,79 ± 1,12 mg CE/g berat kering	Chen <i>et al.</i> , (2011).
6	Maserasi	Pengeringan	Metanol 80%	-	-	87,48 ± 1,59 mg QE/g berat kering	Selmi <i>et al.</i> , (2017).

Keterangan:

QE: Quercetin Equivalent

CE: Catechin Equivalent

EAE: *Enzyme Assisted Extraction*

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa metode yang optimal untuk mengekstraksi senyawa flavonoid pada limbah kulit buah jeruk manis yaitu maserasi, dan EAE (*Enzyme Assisted Extraction*). Pelarut yang dapat digunakan yaitu pelarut organik seperti aseton, metanol, dan etanol, dengan konsentrasi berkisar 50% dan 80%. Metode EAE memerlukan pelarut khusus seperti *Viscozyme*

L dengan konsentrasi 0,84%. Hasil ekstraksi terbaik sebesar $87,48 \pm 1,59$ mg QE/g didapatkan dengan metode maserasi yang menggunakan metanol 80%, dan *pretreatment* pengeringan. Hasil ekstraksi terendah sebesar $1,29 \pm 0,01$ mg QE/g DW dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol 80%, dan ekstraksi selama 22 jam pada suhu ruang. Perbedaan kedua penelitian tersebut dapat dikarenakan *pretreatment* pengeringan pada suhu yang berbeda, serta pelarut dan kondisi ekstraksi yang berbeda.

4.3. Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Minyak Esensial Pada Limbah Kulit Buah Jeruk Manis

Tabel perbandingan berdasarkan hasil ekstraksi kadar minyak esensial pada limbah kulit buah jeruk manis dari berbagai penelitian.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Minyak Esensial Pada Limbah Kulit Buah Jeruk Manis

No	Kondisi Ekstraksi				Hasil Ekstraksi (Rendemen/konsentrasi)	Daftar Pustaka	
	Metode	<i>Pretreatment</i>	Pelarut	Suhu (°C)			Waktu (jam)
1	Hidrodistilasi	-	Air (3:10 g/ml)	-	360	0,85%	Oyedeji <i>et al.</i> , (2020).
2	Metode soxhlet	Pengeringan selama 1-2 jam	N-heksana	95,23	231,3	3,38%	Fakayode & Abobi, (2018).
3	E-HD	-	Aquades (3L) mengandung selulosa (5g), hemiselulase (5g), dan pektinase (2g) dengan kulit jeruk (250g)	40	60	$3,67 \pm 0,2$ %	Taktak <i>et al.</i> , (2021).

4	Metode soxhlet	Pengeringan pada suhu 48 °C, selama 4 hari	Etanol	78 °C	360	10,67 ± 0,17%	Sheikh <i>et al.</i> , (2021).
---	----------------	--	--------	-------	-----	---------------	--------------------------------

Keterangan:

E-HD: *Enzyme Hydrodistillation*

Berdasarkan Tabel 4, dapat diketahui bahwa metode yang optimal untuk mengekstraksi minyak esensial pada limbah kulit buah jeruk manis yaitu E-HD (*Enzyme Hydrodistillation*), soxhlet, dan hidro distilasi. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi minyak esensial yaitu etanol, n-heksana, air, dan aquades yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan pektinase. Hasil ekstraksi tertinggi yang didapatkan sebesar $10,67 \pm 0,17\%$ menggunakan metode soxhlet, dengan pelarut etanol, pada suhu 78°C, selama 360 menit, serta *pretreatment* pengeringan pada suhu 48 °C, selama 4 hari. Hasil ekstraksi terendah sebesar 0,85% menggunakan metode hidro distilasi, dengan pelarut air selama 360 menit. Perbedaan hasil ekstraksi ini disebabkan oleh metode, pelarut, kondisi ekstraksi, serta *pretreatment* yang berbeda.

4.4. Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Pektin Pada Limbah Kulit Buah Jeruk Manis

Tabel perbandingan berdasarkan hasil ekstraksi kadar pektin pada limbah kulit buah jeruk manis dari berbagai penelitian.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Pektin Pada Limbah Kulit Buah Jeruk Manis

Kondisi Ekstraksi	Pencucian
-------------------	-----------

No	<i>Pretreatment</i>	Metode	Pelarut	Daya/ amplitudo (W)	Suhu (°C)	Waktu (menit)		Hasil Ekstraksi (Rendemen/ Konsentrasi)	Referensi
1	Pengeringan pada suhu 50°C	Maserasi	asam salisilat 1,5% (rasio 1:20)	-	80	180	Sampel ekstraksi dicuci dengan alkohol, disentrifus, dan dinetralkan hingga pH 7. Setelah itu larutan tersebut didialisis, difilter dengan membran selulosa asetat, lalu di <i>freeze-dried</i>	11,74%	Romdhane <i>et al.</i> , (2020)
2	Pengeringan pada suhu 50°C, selama 5 jam	MAE	Aquades (1:20), pH 1,5	540	-	1,5	Sampel ekstraksi dicuci dengan alkohol, diendapkan, lalu dikeringkan dalam <i>Freeze dryer</i> pada suhu -40°C selama 24 jam hingga mencapai berat konstan	15,79%	Kute <i>et al.</i> , (2020)
3	Pengeringan pada suhu 40 °C, hingga	UHPE (500 Mpa)	Aquades, pH 1,5 (1:50)	-	55	10	Sampel ekstraksi dicuci dengan alkohol, diendapkan, lalu dikeringkan dalam oven pengering vakum	20,44% ± 0,64	Guo <i>et al.</i> , (2012)

	kadar air 15%						pada suhu 40°C hingga mencapai berat konstan		
4	Pengerin gan pada suhu 60°C	Maserasi + <i>shaking</i> <i>waterbath</i>	Aquades ber-pH 1,45 (1:20)	-	94,13	114,7	Sampel ekstraksi dicuci dengan alkohol, diendapkan, lalu dikeringkan dengan uap panas pada suhu 50°C hingga mencapai berat konstan	23,64%	Kamal <i>et al.</i> , (2021)
5	Pengerin gan pada suhu 50°C, selama 24 jam	Reflux (dengan presipitasi dengan etil alkohol 96°)	HCl 0,1N (200ml)	-	90	40	Sampel ekstraksi dicuci dengan alkohol, diendapkan, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 18 jam hingga mencapai berat konstan	24,33%	Arioui <i>et al.</i> , (2017)
6	Pengerin gan pada suhu 50°C, selama 16 jam	EMI (<i>Electrom</i> <i>agnetic</i> <i>Induction</i> <i>Heating</i>)	Aquades ber-pH 1,2 (1:50) + 1 M H ₂ SO ₄	-	80	90	-	29%	Zouambia <i>et al.</i> , (2017)
7	Pengerin gan 70°C dan 0,1 m/s	Maserasi (dengan agitasi 650 rpm)	Larutan asam sitrat (1:70),	-	80	120	Sampel ekstraksi dicuci dengan alkohol, diendapkan, lalu dikeringkan dalam	38,21%	Zanella, K., & Taranto, O. P. (2015).

kecepatan udara	pH 2,5	oven konveksi pada suhu 50°C hingga mencapai berat konstan
-----------------	--------	--

Keterangan:

EMI: *Electromagnetic Induction Heating*

MAE: *Microwave Assisted Extraction*

UHPE: *Ultra High Pressure Extraction*

Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa metode yang optimal untuk mengekstraksi pektin yaitu maserasi, EMI (*Electromagnetic Induction Heating*), Reflux, MAE (*Microwave-Assisted Extraction*), dan UHPE (*Ultra High Pressure Extraction*). Pelarut yang digunakan yaitu asam sitrat, aquades, HCl, dan asam salisilat dengan konsentrasi serta pH yang berbeda-beda. Pelarut yang digunakan pada ekstraksi pektin berbeda dibandingkan ekstraksi senyawa bioaktif lainnya, dikarenakan ekstraksi pektin memerlukan kondisi khusus agar dapat terekstrak. Hasil ekstraksi tertinggi didapatkan sebesar 38,21% dengan metode maserasi yang menggunakan agitasi 650rpm, pelarut asam sitrat (1:70), dan pada suhu 80°C selama 120 menit. Ekstraksi ini juga menggunakan *pretreatment* pengeringan 70°C dan 0,1 m/s *air velocity*. Sedangkan hasil ekstraksi terendah didapatkan sebesar 11,74% dengan metode maserasi yang menggunakan pelarut asam salisilat 1,5%, pada suhu 80°C, selama 180 menit. Ekstraksi tersebut didapatkan dengan *pretreatment* pengeringan pada suhu 50°C. Hal ini dapat dikarenakan perbedaan kondisi ekstraksi, pelarut, serta *pretreatment* yang digunakan.

4.5. Valorisasi dari Limbah Kulit Buah Jeruk Manis

Valorisasi dari limbah kulit buah jeruk manis dengan aplikasi dan metode pengaplikasian yang berbeda-beda.

Tabel 6. Valorisasi dari Limbah Kulit Buah Jeruk Manis

No	Aplikasi	Metode pengaplikasian	Persentase penggunaan	Referensi
1	Produksi pangan	Fortifikasi pada selai, perisa alami, pengganti sodium fosfat	8%, 0,2%, 0,75%	Teixeira <i>et al.</i> , (2020), Shaghaleh <i>et al.</i> , (2018), Powell <i>et al.</i> , (2019)
2	Peningkat <i>shelf-life</i> bahan pangan	Pengawet pangan, agen antimikroba alami, antibiotik pada ikan, pencegah <i>browning</i> pada pangan, <i>edible coating</i> untuk filet ikan, <i>antifungal</i>	500 mg/ml (90 menit, 1:1), 130 µg/ml, 0,1%, 108,24 µg/ml, 512 µg/L, 500 mg/L	Dewi, (2019), Saleem & Saeed, (2020), Acar <i>et al.</i> , (2015), Guo <i>et al.</i> , (2020), Agdar <i>et al.</i> , (2021), Velázquez <i>et al.</i> , (2013)
3	Obat-obatan	Sintesis diosmetin, obat anti-kanker, obat terapi diabetes melitus 2, <i>anti-ulcer</i>	0,1g hesperidin	Victor <i>et al.</i> , (2021), Tajaldini <i>et al.</i> , (2020), Sathiyabama <i>et al.</i> , (2018), Bigoniya & Singh, (2014)
4	Kemasan	<i>Bio-plastic</i>	-	Yaradoddi <i>et al.</i> , (2022)

Berdasarkan Tabel 6, dapat diketahui bahwa limbah kulit buah jeruk manis dapat diaplikasikan dalam produksi pangan, peningkat *shelf-life* bahan pangan, obat-obatan, produk kecantikan, serta kemasan dan pewarna. Pengaplikasian ini menggunakan senyawa bioaktif yang berbeda-beda. Di sisi lain, senyawa bioaktif yang berbeda juga dapat saling melengkapi fungsi senyawa bioaktif lainnya.