

KARAKTERISASI KRISTALINITAS LEMAK BIJI TENKAWANG (*Shorea stenoptera* Ridley) MENGGUNAKAN X-RAY DIFFRACTION (XRD), FOURIER TRANSFORM INFRA RED (FTIR) DAN AUTOMATIC MELTING POINT

Rival Ferdiansyah^{1*}, Revika Rachmaniar¹, Viega Yohanna Herman¹

¹Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia, Jl. Soekarno-Hatta No.354 (Parakan Resik 1), Bandung

*Alamat korespondensi: rivalferdiansyah@stfi.ac.id

Abstrak

Tengkawang (*Shorea stenoptera* Ridley) merupakan tanaman khas Kalimantan, dimana bijinya menghasilkan lemak nabati. Masyarakat Kalimantan menggunakan lemak biji tengkawang sebagai bahan dasar pembuatan minyak makanan, lilin, dan margarin. Selain itu, lemak biji tengkawang juga dapat digunakan sebagai campuran sediaan farmasi seperti bahan baku kosmetika, *suppositoria*, dan sediaan semisolid lainnya. Lemak biji tengkawang akan mengalami perubahan kristalinitas selama proses pembuatan sediaan semisolid dengan adanya pemanasan, pendinginan, dan penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kristalinitas lemak biji tengkawang dengan cara dilakukan preparasi pada suhu 37°C dan disimpan pada tiga tempat penyimpanan yang berbeda yaitu pada suhu 14°C, dibekukan pada suhu 24°C dan disimpan pada suhu 14°C, serta disimpan pada suhu 24°C. Perubahan sifat polimorfisme dan stabilitas kristalinitas diidentifikasi menggunakan instrumen *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), instrumen *X-Ray Diffractometer* (XRD), dan *Automatic Melting Point*. Hasil analisis lemak biji tengkawang belum mengalami perubahan sifat polimorfisme setelah diberi perlakuan seperti basis sediaan farmasi bentuk semisolid. Dari hasil pengujian FTIR, XRD, dan titik leleh diketahui bahwa stabilitas kristalinitas lemak biji tengkawang tidak mengalami perubahan setelah dipreparasi.

Kata kunci: *Shorea mecistopteryx* Ridley, FTIR, XRD, titik leleh.

Abstract

Tengkawang (Shorea stenoptera Ridley) is a typical plant of Borneo, where the seeds produce vegetable fat. The people of Kalimantan use the fat of tengkawang seeds as a base for producing food oils, candles, and margarine. In addition, tengkawang seed fat can also be used as a mixture of pharmaceutical preparations such as cosmetics, suppositories, and other semisolid preparations. Tengkawang seed fat will undergo changes in crystallinity during the process of making semisolid preparations by heating, cooling and storing. This study aims to determine the crystallinity of tengkawang seed fat by means of preparation at 37°C, and stored at three different storage places at 14°C, frozen at 24°C and stored at 14°C, and also stored at temperature 24°C. Changes in the nature of polymorphism and crystallinity stability were identified using the Fourier Transform Infra Red (FTIR) instrument, X-Ray Diffractometer (XRD) instrument, and Automatic Melting Point. The results of fat analysis of tengkawang seeds had not undergone changes in the nature of polymorphism after being treated as a semisolid pharmaceutical preparation base. From the results of testing FTIR, XRD, and melting point it is known that the stability of the fat crystallinity of tengkawang seeds did not undergo changes after preparation.

Keywords : *Shorea mecistopteryx* Ridley, FTIR, XRD, melting point.

PENDAHULUAN

Tengkawang (*Shorea stenoptera*) adalah nama buah dan pohon dari genus *Shorea* dengan famili Dipterocarpaceae yang merupakan tumbuhan khas Kalimantan, dimana bijinya menghasilkan lemak nabati. Lemak biji tengkawang secara ekonomi memiliki harga lebih tinggi dibandingkan dengan minyak nabati lain, seperti minyak kelapa karena memiliki sifat yang khas, yaitu tidak berbau, dalam kondisi ruang membentuk padatan, dan dalam suhu tubuh dapat mencair. Lemak biji tengkawang ini digunakan sebagai bahan dasar pembuatan minyak makanan, lilin, margarin oleh masyarakat, dan digunakan sebagai pengganti lemak coklat yang digunakan sebagai eksepian sediaan semisolid baik itu obat-obatan maupun kosmetik dalam sediaan farmasi (Sumadiwangsa, 2007).

Zat tambahan yang digunakan dalam sediaan farmasi baik itu kosmetik maupun obat harus terlebih dahulu diuji karakteristik zatnya, seperti sifat polimorfismenya. Polimorfisme adalah kemampuan suatu senyawa untuk mengkristalisasi lebih dari satu bentuk kristal. Polimorfisme dapat mempengaruhi stabilitas kimia, proses farmasetis, kelarutan, dan ketersediaan hayati. Polimorf memiliki kestabilan yang berbeda, dapat secara spontan berubah dari bentuk metastabil ke bentuk stabil pada suhu tertentu (Agoes, 2008). Polimorfisme dipengaruhi oleh suhu, agregasi, komponen minor, dan laju pendinginan. Selain itu,

polimorfisme dapat mempengaruhi proses nukleasi dan waktu kristalisasi (Metin & Hartel, 2005).

Tiga lemak biji tengkawang memiliki sifat polimorfisme yaitu tiga bentuk kristal pada suhu yang berbeda-beda yaitu 14,08°C; 23,55 °C; dan 37,22 °C (Butarbutar dkk, 2018). Dalam hal ini, suhu, tekanan, gaya geser, agitasi, adanya pengotor, dan laju aliran sangat menentukan terjadinya kristalisasi (Man *et al.*, 1989). Lemak biji tengkawang perlu diuji stabilitas kristalinitasnya karena jika kristal lemak biji tengkawang berubah saat dijadikan basis sediaan akan mempengaruhi perubahan fisik kristal, tetapi juga karakter fungsionalnya pada basis. Perubahan tersebut biasanya terjadi karena perlakuan pemanasan, pendinginan, dan penyimpanan yang diberikan saat produksi sediaan semisolid. Peningkatan kecepatan pemanasan akan meningkatkan sensitivitas dari kristalinitas lemak biji tengkawang. Sementara, penurunan kecepatan pemanasan akan meningkatkan resolusi. Uji stabilitas penyimpanan dilakukan untuk mengetahui peningkatan kecepatan degradasi fisik, kimia kestabilan zat dari lemak biji tengkawang dapat diketahui (Younis & Latiwish, 2015). Oleh sebab itu, lemak biji tengkawang jika akan dijadikan bahan tambahan/eksepian harus memiliki data karakteristik, salah satunya ketahanan terhadap perubahan suhu lingkungan sehingga mencegah terjadinya denaturasi dan memperpanjang waktu penyimpanan.

Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan pengujian terhadap perubahan sifat polimorfisme pada lemak biji tengkawang setelah dilakukan proses pemanasan pada suhu 37°C, pendinginan 14°C, dan penyimpanan 24°C, dengan penyimpanan pada kondisi yang tahan perubahan suhu, hal ini dilakukan agar dapat diketahui kondisi optimal dalam preparasi lemak biji tengkawang sebagai basis sediaan semisolid.

METODOLOGI

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrument *x-ray diffractometer/XRD* (Rigaku SmartLab), *Melting point* (stuart SMP 10), FTIR, lemari pendingin (LG), oven (memmert UN 110), neraca analitik (OHAUS PAJ1003), pipa kapiler, mortar, stemper, dan vial.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lemak biji tengkawang (*Shorea mecistopteryx* Ridley). Pengumpulan lemak biji tengkawang: sampel diperoleh dari Balai Besar Penelitian Ekosistem Dipterokarpa, Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kota Samarinda di Jl. A. Wahab Syahrani No. 68, Sempaja, Samarinda, Kalimantan Timur.

Preparasi Lemak Biji Tengkawang

Lemak biji tengkawang diperiksa sifat kristalinitasnya dengan dilakukan suatu perlakuan sesuai perlakuan terhadap basis sediaan semisolid, yaitu sebanyak 20 gram sampel dipanaskan pada suhu 37°C hingga meleleh. Sampel yang sudah meleleh dibagi menjadi tiga untuk penyimpanan pada suhu yang berbeda, yaitu didiamkan dan disimpan pada suhu 14°C, lalu didiamkan dan disimpan pada suhu 24°C hingga memadat lalu dimasukkan pada lemari pendingin pada suhu 14°C.

Pengujian Titik Leleh Menggunakan *Melting Point*

Tiga sampel yang sudah memadat diperiksa titik lelehnya pada alat *melting point*. Sampel digerus sampai halus kemudian dimasukkan kedalam pipa kapiler dan diketuk-ketuk dengan ketinggian 10 mm sampai memadat. Pipa kapiler dimasukkan kedalam alat *melting point* suhu pada sampel meleleh dicatat (Hasibuan & Siahaan, 2013). Pengujian menggunakan XRD sampel lemak biji tengkawang yang akan dianalisis digerus sebanyak 2 gram, sampel diletakkan pada lempeng sampel kemudian dimasukkan ke dalam instrumen XRD. Analisis ini dilakukan pada rentang sudut difraksi 2θ 0-45° dengan kecepatan pergeseran 0,800°/detik menggunakan radiasi $\text{CuK}\alpha_1=1,54060$ nm; $\text{K}\alpha_2=1,54439$ nm) pada tegangan 40 kV dan arus 30 mA (Butarbutar, 2018).

Pengujian Menggunakan FTIR

Pengukuran sampel dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer FTIR-ART (*attenuated total reflectance*). Sampel diletakkan pada holder yang digunakan adalah ZnSe ATR dengan ditunjukkan untuk mengetahui apakah terdapat gugus fungsi baru yang terbentuk dari interaksi kompleks inklusi amoksisilin- β -siklodekstrin pada panjang gelombang 500-4000 (Hindrayawati, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi dan Perlakuan Lemak Biji Tengawang

Preparasi lemak biji tengawang penting dilakukan sebelum pengujian untuk mengetahui stabilitas kristalinitasnya. Lemak biji tengawang akan mengalami perubahan kristalinitas selama proses pembuatan sediaan semisolid dengan adanya proses pemanasan, pendinginan, dan penyimpanan. Oleh karena itu, dilakukan perlakuan yang sama sesuai dengan perlakuan suatu lemak yang akan dijadikan basis sediaan semi solid.

Sampel dipreparasi pada suhu 37°C dan disimpan pada tiga suhu yang berbeda untuk mengetahui apakah lemak biji tengawang setelah dipreparasi akan mengalami perubahan kristalinitas. Proses preparasi ini dilakukan dengan cara sampel 1 disimpan pada suhu 14°C, sampel 2

disimpan pada suhu 24°C, dan sampel 3 disimpan terlebih dahulu pada suhu 24°C lalu dimasukkan ke dalam lemari pendingin pada suhu 14°C. Preparasi tersebut dilakukan untuk mengetahui kondisi optimal dalam preparasi lemak biji tengawang sebagai basis sediaan semisolid.

Pemanasan dilakukan untuk meningkatkan sensitivitas terhadap pemutusan partikel-pertikel, akibat dari pemanasan ini terjadi elastisitas senyawa dari kristalinitas lemak biji tengawang. Pendinginan dilakukan untuk meningkatkan waktu simpan pada lemak biji tengawang, serta proses penyimpanan dimaksudkan untuk mengetahui peningkatan kecepatan degradasi fisik dan kimia dari sampel (Younis dkk, 2015).

Dari hasil preparasi yang telah dilakukan, sampel lemak biji tengawang hasil preparasi tidak mengalami perubahan warna, pada preparasi pendinginan dan penyimpanan sampel memiliki waktu pembekuan yang berbeda. Sampel yang disimpan pada suhu 14°C membutuhkan waktu untuk membeku selama 6 menit, sampel yang disimpan dan didiamkan pada suhu 14°C-24°C membutuhkan waktu yang lebih lama untuk membeku ini disebabkan molekul-molekul pada lemak biji tengawang berhenti bergerak sehingga mempercepat proses pembekuan (Tabel 1.).

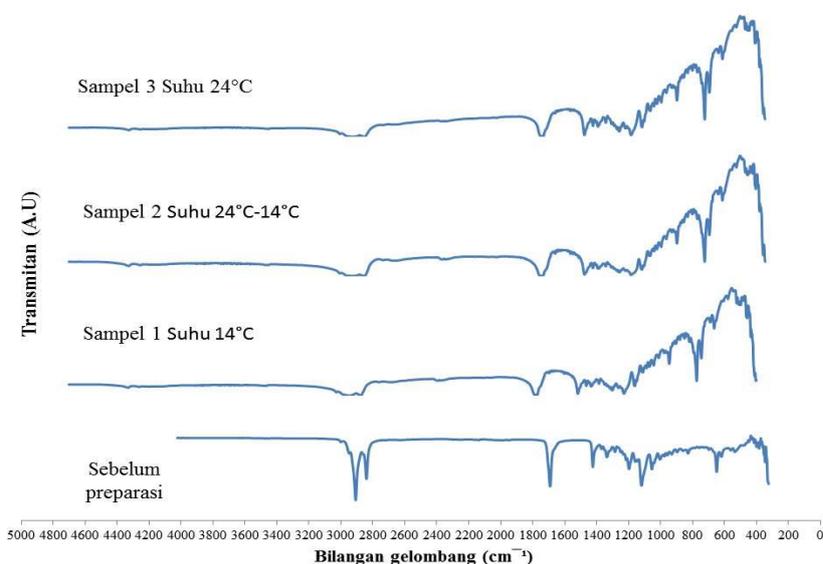
Tabel 1. Hasil Preparasi Lemak Biji Tengawang

Suhu (°C)	Waktu Pembekuan (menit)
14	6
24-14	165
24	165

Analisis *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Analisis perubahan gugus fungsi lemak biji tengawang menggunakan instrumen FTIR bertujuan untuk menganalisis gugus fungsi, ikatan antara

atom-atom, dan struktur didasarkan pada karakteristik gugus fungsi yang terdapat pada lemak biji tengawang dalam sampel yang telah dipreparasi. Hasil difratogram FTIR lemak biji tengawang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Difraktogram Pengujian *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) Lemak Biji Tengawang

Tabel 2. Hasil Pengamatan Gugus Fungsi pada Pengujian *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) Lemak Biji Tengawang

Sampel	Ikatan	Tipe Senyawa	Daerah Frekuensi (cm ⁻¹)	Intensitas
Sebelum dipreparasi	C-H	Aldehyd, alkana	2900-2950	Kuat
	C-H	Alkana	2800-2850	-
	C=O	Aledhid, keton	1700-1720	-
	C=C	Alkena	1450-1500	Berubah-ubah
	C-O	Eter	1250	Kuat
	C-O	Anhidrat	1100-1300	-
	C-O-C	Eter	1100	-
	N-H	Amida	650-750	-

14°C	C-H	Alkana	2850-2970	Kuat
	C=O	Alifatik	1700-1750	-
		aldehid, alifatik		
	C=C	keton	1450-1500	Berubah-ubah
	C-O	Alkena	1100-1300	-
		Anhidrat		
Suhu 14°C-24°C (sampel 2)	C-H	Hidrokarbon	2800-3000	Kuat
	C-O	Alifatik	1705-1750	-
		aldehid, alifatik		
	C=C	keton	1450-1600	Berubah-ubah
	C-O	Alkena	1100-1300	-
		Anhidrat		
Suhu 24°C (sampel 3)	C-H	Hidrokarbon	2800-3000	Kuat
	C=O	Alifatik	1700-1750	-
		aldehid, alifatik		
	C=C	keton	1450-1500	Berubah-ubah
	C-O	Alkena	1100-1200	-
		Anhidrat		

Dilihat dari Tabel 2, data sampel yang belum dipreparasi terdapat beberapa ikatan senyawa yaitu C-O, C=O, C=C, C-O, dan C-O-C. Puncak yang tampak dalam spektra IR aldehid dan alkana disebabkan oleh vibrasi molekul *stretching* (regang/ulur) C-H di daerah 2900-2950 cm^{-1} yang mengikat metilen asimetris yang terdapat pada alkana disebabkan oleh *stretching* C-H, didaerah 2800-2850 cm^{-1} C-H yang mengikat metilen simetris. Puncak yang tampak pada aldehid, keton disebabkan oleh *stretching* C=O didaerah 1700-1720 cm^{-1} yang mengikat aromatik aldehid dan keton pada senyawa *allyloctadecane*, *1,2-benzenedicarboxylic acid*, dan *octadecanoic acid anhydride*. Puncak yang tampak pada alkena disebabkan oleh *stretching* C=C didaerah 1450-1500 cm^{-1} . Puncak yang tampak pada ikatan gugus eter disebabkan oleh *stretching* pertama C-O didaerah 1250 cm^{-1} . Puncak yang tampak pada anhidrat disebabkan oleh *stretching* alifatik C-O

didaerah 1100-1300 cm^{-1} . Puncak yang tampak pada ikatan gugus eter disebabkan oleh *stretching* C-O-C didaerah 1100 cm^{-1} . Puncak yang tampak pada amida disebabkan oleh *wegging* N-H didaerah 650-750 cm^{-1} . Data pada sampel yang telah dipreparasi menunjukkan perbedaan intensitas puncak dilihat pada difraktogram dilihat dari beberapa ikatan yang teridentifikasi yaitu C-H, C=O, C=C, C-O, tapi ada beberapa gugus yang berubah yaitu pada gugus alifatik aldehid, alifatik keton dan eter disebabkan oleh *stretching* C=O didaerah 1700-1750 cm^{-1} , yang merupakan gugus karbonil yang bersifat polar.

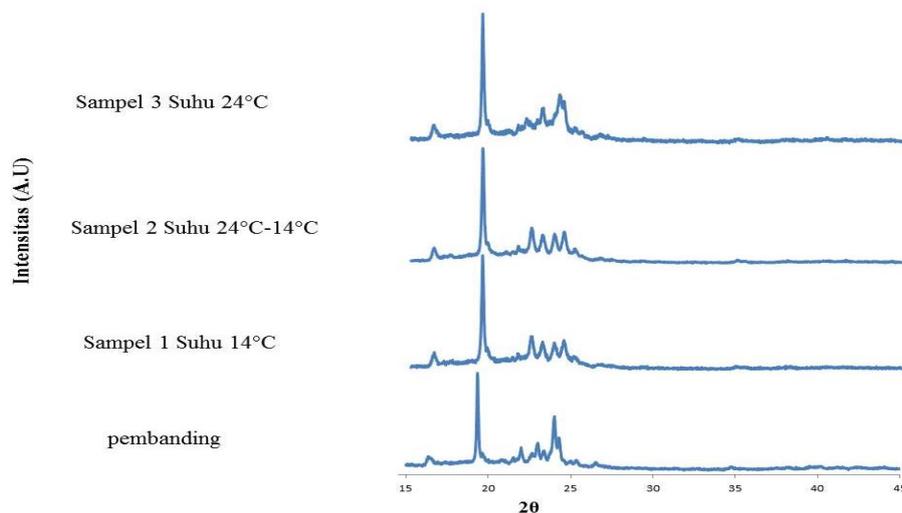
Terbentuknya ikatan keton diakibatkan karena terjadinya interaksi antara gugus karbonil dengan air melalui ikatan hidrogen, senyawa keton membentuk sifat yang akan membentuk puncak yang signifikan. Pada sampel yang belum di preparasi terdapat puncak yang tampak pada aldehid, alkana disebabkan oleh *stretching*

C-H didaerah $2900-2950\text{ cm}^{-1}$. memiliki intensitas yang kuat dapat dilihat dari perbedaan gambar 2. Selain itu, sampel 1 yang telah dipreparasi, puncak yang tampak pada alkana, disebabkan oleh *stretching* C-H didaerah $2850-2970\text{ cm}^{-1}$. Pada sampel 2 dan 3, memiliki puncak yang tampak sama pada gugus hidrocarbon, disebabkan oleh *stretching* C-H didaerah $8200-3000\text{ cm}^{-1}$, karena ikatan H pada senyawa alkana sehingga terjadinya vibrasi pemanjangan dan pemendekan ikatan. Lemak yang terkandung dalam lemak biji tengkawang memiliki lemak jenuh dan lemak tak jenuh. Hal ini mengakibatkan pemisahan ikatan dan akan sulit terdegradasi.

Analisis X-Ray Diffraction (XRD)

Analisis lemak biji tengkawang menggunakan XRD bertujuan untuk

mengetahui kristalinitas pada sampel lemak biji tengkawang dengan menentukan parameter struktur kisi serta ukuran partikel, setelah diberi perlakuan pemanasan, pendinginan serta penyimpanan, pada suhu yang berbeda-beda. Hasil analisis XRD berupa difraktogram yang menggambarkan jarak antar kisi kristal yang membentuk suatu bidang kristal dan intensitas yang difraksikan oleh kisi-kisi kristal. Semakin banyaknya jumlah atom-atom yang menyusun suatu bidang kristal maka semakin tinggi intensitas suatu kristal yang mempengaruhi ukuran bidang kristal, sehingga pola pada intensitas berbeda-beda, begitu pula sebaliknya. Adapun pergeseran antara atom-atom yang mengalami perpindahan disebabkan oleh pemanasan, pendinginan, dan penyimpanan.



Gambar 2. Hasil Difraktogram Pada Pengujian X-Ray Diffraction (XRD) Lemak Biji Tengkawang Tengkawang.

Berdasarkan difraktogram lemak biji tengkawang yang dapat dilihat pada Gambar

2 terdapat beberapa puncak khas pada rentang $2\theta\ 16,20^{\circ}-24,22^{\circ}$ yang menandakan

adanya bentuk kristal pada sampel. Adapun puncak khas terdapat pada rentang 2θ $16,20^{\circ}$ - $16,38^{\circ}$ adanya puncak dengan intensitas yang kecil yaitu puncak tertinggi pada 516 cps, dan mengalami kenaikan pada rentang 2θ $19,04^{\circ}$ - $19,35^{\circ}$ dengan puncak tertinggi 3363 cps, pada rentang 2θ $19,04^{\circ}$ - $19,35^{\circ}$ yang menyebabkan adanya perbedaan intensitas yang cukup signifikan yang akan mempengaruhi ukuran bidang kristal. Pada rentang 2θ $22,08^{\circ}$ - $22,82^{\circ}$ mengalami penurunan intensitas dengan puncak tertinggi 1096 cps, pada rentang 2θ $23,16^{\circ}$ - $23,66^{\circ}$ memiliki intensitas tertinggi 884 cps dan pada rentang 2θ $24,20^{\circ}$ - $24,36^{\circ}$ memiliki intensitas tertinggi 1544 cps, hal ini menunjukkan banyaknya susunan atom-atom yang serupa pada masing-masing 2θ yang menyusun suatu bidang kristal yang mempengaruhi ukuran bidang kristal yang menyebabkan pola pada intensitas berbeda-beda semakin tinggi intensitasnya semakin banyak atom-atom yang mengisi kisi di 2θ tersebut. Adapun gesekan antara atom-atom disebabkan atom-atom yang mengisi kisi yang mengalami perpindahan akibat pemanasan. pemanasan dan pendinginan tidak mengubah secara signifikan dari posisi atom.

Full Width at Half Maximal (FWHM) pada sampel dianalisis untuk melihat pola difraksi menunjukkan adanya Kristal atau amorf pada sampel. Jika semakin sempit FWHM difraktogram maka semakin tinggi kristalinitas, sedangkan semakin lebar FWHM difraktogram maka semakin rendah kristalinitasnya. FWHM pada rentang 2θ $16,20^{\circ}$ - $16,38^{\circ}$ menunjukkan difraktogram FWHM lebar sehingga menunjukkan adanya kristal namun intensitasnya rendah FWHM pada rentang 2θ $19,04^{\circ}$ - $19,35^{\circ}$ menunjukkan difraktogram sempit hingga menunjukkan adanya kristal dengan intensitas yang tinggi.

Hasil Titik Leleh

Pengujian titik leleh ini bertujuan untuk mengetahui suhu dimana terjadinya keadaan setimbang antara fasa padat dan fasa cair pada tekanan satu atmosfer. Prinsipnya suatu zat bisa meleleh karena ikatan antarmolekul terputus dimana putusannya suatu molekul memerlukan suhu berbeda-beda tergantung pada kekuatan ikatan tersebut, semakin kuat ikatannya maka semakin tinggi suhu yang dibutuhkan untuk memutuskan ikatan tersebut pada lemak biji tengkawang.

Tabel 3. Hasil Uji Titik Leleh Pada Lemak Biji Tengkawang

Suhu Penyimpanan	Titik Leleh	
	Sebelum Preparasi	Sesudah Preparasi
14°C	37°C	35,2 ±0,10
14°C-24°C	37°C	34,4 ±0,08
24°C	37°C	36,3 ±0,05

Pengujian dari ke tiga sampel lemak biji tengkawang yang telah diuji sebanyak sembilan kali pengujian pada tiap sampel, pada masing-masing sampel memiliki titik leleh yang tidak jauh berbeda, karena disebabkan adanya kekuatan ikatan yang memiliki energi yang besar sehingga perbedaan titik leleh dari lemak biji tengkawang tidak jauh berbeda antara sampel yang diuji. Namun pada sampel 2 memiliki titik leleh yang paling rendah.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa sampel 2 memiliki hasil titik leleh yang paling rendah dibandingkan dengan sampel 1 dan sampel 3 setelah preparasi karena pada sampel 2 mengalami perlakuan 2 kali pembekuan pada suhu yang berbeda. hal ini diakibatkan molekul-molekul antar atom yang mengalami gesekan dan peregangan, dan pada saat sampel disimpan pada suhu 24°C molekul-molekul antar atom akan kembali ke bentuk ikatan yang semula, namun pada proses pembentukan sampel disimpan pada suhu 14°C. Penurunan titik leleh disebabkan oleh perubahan pergerakan molekul sehingga terjadinya perubahan sifat ditandai dengan adanya pergeseran bilangan panjang gelombang pada FTIR dan perubahan kristalinitas pada difraktogram XRD yang menyebabkan rendahnya titik leleh pada sampel 2. Pada sampel 3 memiliki hasil titik leleh yang paling tinggi dibandingkan dengan sampel 1 dan sampel 2 setelah preparasi karena sampel 3 pada saat proses pembekuan dan penyimpanan terjadi pada satu suhu,

sehingga molekul-molekul antar atom yang mengalami gesekan dan peregangan, dan pada saat sampel disimpan molekul-molekul antar atom akan kembali ke bentuk ikatan yang semula yang menyebabkan titik leleh pada sampel 3 lebih tinggi.

Lemak biji tengkawang setelah dilakukan preparasi tidak menunjukkan perbedaan, karena ikatan senyawa dan banyaknya jumlah atom-atom yang menyusun suatu bidang kristal dan komposisi pada lemak biji tengkawang. Banyaknya lemak jenuh dan lemak berantai panjang sangat berpengaruh pada titik leleh.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan lemak biji tengkawang tidak mengalami perubahan sifat polimorfisme setelah diberi perlakuan seperti basis sediaan farmasi bentuk semisolid yaitu pemanasan pendinginan, dan penyimpanan. Dari hasil pengujian FTIR, XRD, dan titik leleh diketahui bahwa kristalinitas lemak biji tengkawang berbeda walaupun tidak signifikan, dan gugus fungsi yang tidak mengalami perubahan.

DAFTAR PUSTAKA

Agoes, G. 2008. *Pengembangan Sediaan Farmasi*. Edisi Revisi dan Pelunasan. Bandung: ITB. Hal 19-209.

- Butarbutar, M.E.T. 2018. "Karakterisasi Polimorfisme Lemak Biji Tengkawang Layar (*Shorea mecistopteryx* Ridley)". *Skripsi*. Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia Bandung. Hal 21-26.
- Man, L de., Man, J. M de., & Blackman, B. 1989. Physical and Textural Evaluation of Some Shortenings and Margarines. *J Am Oil Chem. Soc.* 66:128-132.
- Metin, S., & Hartel, R.W. 2005. *Crystallization of Fats and Oil*. In: Shahidi F. *Bailey's Industrial Oil and Fat Product*. Ed. 6. Vol. 5. Hoboken: John Wiley and Sons Inc.
- Sumadiwangsa, S. 2007. *Nilai dan Daya Guna Penanaman Pohon Tengkawang (Shorea spp.)*. Kalimantan: Departemen Kehutanan RI. Hal 73-77.
- Younis & Latiwish, M. 2015. Stability testing in pharmacy: a review. *International Journal of Institutional Pharmacy and Life Sciences*. 5(1):108-116.