

NANOENKAPSULASI MINYAK BIJI KELOR

¹Muhammad Dzakwan, ²Widodo Priyanto, ³Dewi Ekowati

^{1,2,3}Departemen Teknologi Farmasi dan Biofarmasetika, Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi Suakarta.
Jl. Let. Jend. Sutoyo Mojosoongo Jebres Surakarta Jawa Tengah
email : ¹mdzakwan9@gmail.com

ABSTRAK

Pendahuluan : Minyak biji kelor merupakan golongan *edible oil* berasal dari biji tanaman kelor yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan, *antiaging*, emolient, perawatan rambut dan pencerah kulit. Nanoenkapsulasi adalah proses melapisi suatu zat sebagai bahan inti dalam suatu membran polimer yang berukuran 1-1000 nm. **Tujuan** : Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan nanokapsul minyak biji kelor dan mendapatkan formula terbaik berdasarkan derajat ukuran partikel dan stabilitas sistem nanokapsul. **Metode** : Nanoenkapsulasi minyak biji kelor dilakukan dengan metode emulsifikasi- evaporasi menggunakan polimer polivinil alkohol (PVA), asam polilaktat (PLA) dan Na alginat dan surfaktan polisorbitat 80. Karakterisasi nanokapsul meliputi kejernihan, ukuran partikel, zeta potensial, morfologi partikel dan stabilitas nanokapsul. Selanjutnya dipilih formula dengan ukuran partikel nanometer dan yang paling stabil. **Kesimpulan** : Formula I dengan polimer PVA-polisorbitat 80 merupakan formula terpilih dengan ukuran partikel $187 \text{ nm} \pm 13,05$, polidispersitas indeks $0,210 \pm 0,11$ dan zeta potensial $-36,7 \pm 4,99 \text{ mV}$, homogen dan stabil secara fisik. Minyak biji kelor berhasil dikembangkan menjadi nanokapsul dengan metode emulsi- evaporasi. Nanokapsul minyak biji kelor dengan jenis polimer PVA dan surfaktan 80 menghasilkan sistem nanokapsul paling stabil selama penyimpanan pada suhu kamar selama 8 minggu.

Kata Kunci: Nanoenkapsulasi, minyak biji kelor, emulsifikasi- evaporasi, karakterisasi

ABSTRACT

Capsule is a preparation that consists of one kind or more substances with a shell which usually is made from gelatine. Pectine structure that is polymer can be used to replace gelatine. Pectine can be obtained from pectin powder or the shell of cacao fruit (*Theobroma cacao L.*). The aim of this study is to observe whether the pectin from the cacao's skin could be formulated to make a shell of capsule. The method that will be used are, 1. Formulation by design expert software; 2. Direct printing for the capsule film; 3. Disintergration tester to determine the half-life. Good formula optimization result is F3 formula with concentration of Pectine 0.78%, Carrageenan 5.00%, and Aquades 94.22%. Result of the shell capsule evaluation shows that shell capsule specification meets capsule industry requirements, and the destroy time of the shell meets Farmakope Indonesia ed.V year 2014 requirement that is 15 minutes or less than 30 minutes.

Keywords: Nanoencapsulation, Moringa seed oil, emulsification- evapoation, characterization

1. PENDAHULUAN

Moringa Seed Oil atau minyak biji kelor merupakan minyak yang berasal dari ekstrak biji kelor (*Moringa oleifera*) yang banyak mendapatkan perhatian industri obat, kosmetik dan pangan (Siddhuraju dan

Becker, 2003; Hardman, 2010). Industri kosmetik banyak yang menggunakan minyak biji kelor sebagai bahan pembuat sabun (Siddhuraju dan Becker, 2003), produk anti penuaan dini, antioksidan, emolient, perawatan rambut, pencerah kulit

(Aney dkk, 2009; Hardman, 2010), sebagai *Sun Protection Factor* atau SPF (Gaikwad dkk, 2011). Minyak biji kelor juga memiliki aktivitas sebagai anti jamur (Amelia dkk, 1999), antiinflamasi, analgesik dan tonik (Anwar dkk, 2007), antitumor dan kanker (Hukkeri dkk, 2006), imunitas dan pengobatan penyakit lupus (Delaveau, 1980; Jayavardhanan dkk, 1994), penyakit kelenjar prostat (Fuglie dkk, 1999).

Minyak biji kelor memiliki kandungan asam oleat yang tinggi (68–76%), asam linoleat (58-62%), asam behenat (7%), asam arachidat (3%) yang berfungsi sebagai anti-inflamasi dan anti radikal bebas (Manzoor dkk, 2007; Anwar dkk, 2008; Oluwale dkk, 2013; Aney dkk, 2009). Kandungan minor minyak kelor adalah polifenol, β -karoten, golongan sterol dan tokoferol yang memiliki aktivitas antioksidan (Marfil dkk, 2011). Karotenoid yang terdapat pada minyak kelor adalah xantophylls yang berfungsi sebagai antioksidan (Anwar dkk, 2007). Karotenoid merupakan pigmen larut lemak yang berasal dari tanaman yang dapat melindungi kulit dari radiasi matahari dan kerusakan akibat radikal bebas. Kandungan tokoferol (620 mg/kg) berperan sebagai antioksidan. (Charrouf dan Guillaume, 1998; Guillaume dan Charrouf, 2011).

Nanoenkapsulasi merupakan teknik untuk menyalut suatu senyawa (dapat berupa padatan, cairan, maupun gas) dengan suatu polimer yang berukuran 10-1000 nm.

Nanoenkapsulasi dalam ukuran kecil memiliki banyak keuntungan, antara lain melindungi senyawa dari penguraian dan mengendalikan pelepasan senyawa aktif, misalnya obat. Pelepasan obat terkendali dilakukan agar penggunaan obat lebih efisien, untuk memperkecil efek samping, serta untuk mengurangi frekuensi penggunaan obat (Fahey, 2005; Suganya dan Anuradha, 2017).

Senyawa aktif yang dienkapsulasi umumnya yang mudah bereaksi dengan senyawa lain atau cenderung tidak stabil, atau memiliki waktu paruh eliminasi yang singkat. Proses enkapsulasi juga memungkinkan perubahan bentuk suatu senyawa cairan menjadi padatan (Fathi dkk, 2012). Nanoenkapsulasi memiliki beberapa keuntungan yaitu adanya lapisan dinding polimer maka zat inti tidak akan terpengaruhi dari lingkungan luar, mencegah perubahan warna dan bau, stabilitas zat inti yang dipertahankan dalam waktu yang lama dan apat dicampur dengan komponen lain yang tidak berinteraksi dengan zat inti. Sedangkan kelemahan nanoenkapsulasi adalah penyalut bahan inti oleh polimer kurang sempurna atau tidak merata sehingga akan mempengaruhi pelepasan zat inti dari nanokapsul (Deepak Misrha dkk, 2013).

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan formula ideal dan karakterisasi minyak biji kelor menjadi

nanokapsul dengan menggunakan variasi berbagai macam jenis polimer dengan metode emulsifikasi-evaporasi. Karakterisasi nanokapsul meliputi ukuran partikel, indeks polidispersitas, zeta potensial, morfologi nanokapsul dan stabilitas fisik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak biji kelor (CV Sofa Mediterranean, Indonesia), asam polilaktat (PLA), polivinil alkohol (PVA, Sigma Aldrich USA). Etanol 96%, Na alginat, polisorbate 80, (Tween[®] 80, PT. Bratachem, Indonesia) dan aqua demineralisata (semua kualitas farmasi).

2.2 Alat

Alat yang digunakan adalah pengaduk magnetik (Thermo Scientific, Cina), pH meter (Metler Toledo, USA), analisis ukuran partikel dan zeta potensial (Malvern Zeta Sizer ZS 200, UK), *Transmission Electron Microscopy* (TEM, JEOL JEM 1400), kuvet semimikro *disposable*, alat-alat gelas dan non gelas yang terdapat di laboratorium.

2.3 Metode

Tahap pertama penelitian adalah melakukan identifikasi minyak biji kelor meliputi penentuan bobot jenis, bilangan penyabunan, bilangan iodium dan bilangan peroksida hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan standar kualitas minyak biji kelor.

Tahap kedua adalah skrining jenis dan konsentrasi polimer yang digunakan sebagai komponen penyusun nanokapsul. Polisorbate 80 digunakan sebagai surfaktan dengan variasi jenis polimer Na alginate, PVA dan PLA dan pelarut etanol. Skrining dilakukan dengan cara mengubah jenis dan konsentrasi polimer. Kemudian diamati formula yang menghasilkan nanoenkapsulasi yang jernih dengan ukuran 1-1000 nm.

Tahap ketiga adalah formulasi nanoenkapsul minyak biji kelor berdasarkan pengembangan metode Rigo dkk (2015) dan Ephrem (2014) dengan emulsifikasi-evaporasi yang terdiri fase organik dan fase air. Fase organik terdiri atas campuran minyak kelor (5%) dan alkohol 98% (22 %), fase air terdiri atas campuran aquadest (65 – 67%), PVA (1 – 3%) dan polisorbate 80 (5%). Fase organik ditambahkan tetes demi tetes kedalam fase air sambil dilakukan pengadukan dengan magnetik stirrer (600 rpm) selama beberapa 15 menit. Pengadukan tetap dilanjutkan selama 10 menit sampai proses enkapsulasi berjalan dengan sempurna. Tahap ahir adalah reduksi alkohol dengan menggunakan vakum evaporasi pada suhu 40°C sampai volume ahir larutan tersisa sekitar 25 ml. Formulasi nanokapsul tersaji di **Tabel 1**.

Tahap ketiga adalah evaluasi dan karakterisasi nanokapsul minyak biji kelor meliputi kejernihan, pH, ukuran partikel, indeks polidispersitas, zeta potensial,

morfologi partikel (TEM) dan stabilitas sistem nanokapsul selama penyimpanan pada suhu kamar selama 8 minggu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Minyak biji kelor sebelum digunakan terlebih dahulu dilakukan identifikasi mutu fisik kimia meliputi penetapan bobot jenis, penetapan bilangan penyabunan, penetapan bilangan iodium, penetapan bilangan asam, penetapan bilangan peroksida. Pengujian ini

bertujuan untuk memastikan kembali bahwa minyak yang digunakan adalah minyak biji kelor yang berkualitas dan bukan minyak nabati lainnya. Hasil pengukuran bobot jenis minyak biji kelor diperoleh nilai sebesar 0,918, bilangan asam sebesar 1,305 mg KOH/g, bilangan iodium sebesar 66,89 g I₂/100 g, bilangan penyabunan 190,06 mg KOH/g dan bilangan peroksida sebesar 0,2 meq O₂/Kg. Hasil ditampilkan di **Tabel 2**.

Tabel 1. Formula nanoenkapsulasi minyak biji kelor

Bahan	Formula (%)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Minyak kelor	5	5	5	5	5
PVA	1	1,5	2	2,5	3
Alkohol	22	22	22	22	22
Polisorbat 80	5	5	5	5	5
Aquadest	67	66,5	66	65,5	65
Volume sediaan	50 ml				

Tabel 2. Hasil karakterisasi minyak biji kelor

Nilai	Standar	Hasil penelitian
Bobot jenis	0,900-0,9200	0,918±0,00006 g/ml
Bilangan asam	maksimal 6 mg KOH/g	1,305 mg KOH/g
Bilangan Penyabunan	180,0-191,2mg KOH/g	190,06 mg KOH/g
Bilangan Peroksida	maksimal 1 meq O ₂ /kg	0,2 meq O ₂ /kg
Bilangan iodium	65,0 – 69,0 g I ₂ /100 g	66,89 g I ₂ /100 g

Komposisi asam lemak dalam minyak kelor seperti yang tercantum dalam sertifikat analisis minyak biji kelor yang digunakan pada penelitian ini mengandung asam lemak tak jenuh (asam oleat sebanyak 47,4% dan asam linoleat sebanyak 33,2%) dan asam lemak jenuh (asam palmitat sebanyak 12,7% dan asam stearat sebanyak 5,5%). Hasil

identifikasi menunjukkan kualitas minyak biji kelor yang digunakan sesuai dengan standar dan sertifikat analisis.

Komponen pembentuk nanokapsul minyak biji kelor diperoleh melalui skrining variasi konsentrasi dan jenis polimer yang digunakan yaitu natrium alginat, polivinil alkohol (PVA) dan asam polilaktat (PLA)

Nanoenkapsulasi Minyak Biji Kelor

dengan waktu sonikasi yang sama yaitu dua menit. Skrining bertujuan untuk memperoleh jenis dan konsentrasi polimer yang akan digunakan sebagai bahan pengkapsul. Hasil skrining yang diamati meliputi warna, kejernihan dan homogenitas. Nanokapsul minyak biji kelor menggunakan polimer PVA dengan konsentrasi 1-3% menunjukkan tampilan fisik lebih jernih, homogen dan tidak terjadi pemisahan fase. Sedangkan polimer Na alginta dan PLA mengalami pengendapan dan tampilan fisik keruh. Lebih lanjut PVA dengan konsentrasi 1-3% dan polisorbitat 80 digunakan dalam pengembangan formulasi nanokapsul minyak biji kelor. Nanokapsul dengan polimer PVA lebih jernih dan

transparan jika dibandingkan dengan Na alginat dan PLA. Hal ini disebabkan karena polimer PLA dan Na alginat kurang larut dalam pelarut etanol sehingga minyak tidak bisa berdifusi secara sempurna, cenderung membentuk emulsi yang keruh, kental dan tidak stabil. Sedangkan enkapsulasi dengan polimer PVA menghasilkan nanokapsul lebih jernih, transparan dan encer, hal ini disebabkan karena polimer PVA larut baik dalam etanol sehingga minyak dapat terdispersi merata dan berdifusi secara sempurna kedalam polimer dengan membentuk nanokapsul yang homogen, jernih, transparan dan sangat stabil secara fisik. Hasil ditampilkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil skrining konsentrasi dan jenis polimer dengan metode emulsi sonikasi

Polimer	Konsentrasi (%)	Keterangan
PVA	1	Jernih
	2	Jernih
	3	Putih susu
Na-Alginat	0,2	Keruh
	0,6	Keruh
	1	Keruh
PLA	0,1	Keruh
	0,6	Keruh
	1	Putih susu

Prinsip metode emulsifikasi ini adalah membentuk emulsi minyak dalam air. Setelah emulsi terbentuk minyak akan

berdifusi masuk ke dalam polimer, terperangkap dan terlindungi oleh polimer tersebut sehingga membentuk sistem

enkapsulasi. Untuk mempercepat proses difusi dan memperkecil derajat ukuran partikel maka dilakukan proses pengadukan. Hasil pengadukan paling optimum pada kecepatan 600 rpm selama 15 menit dapat mereduksi derajat ukuran kapsul dari mikron menjadi nanometer sehingga sisten enkapsulasi lebih lanjut disebut nanoenkapsulasi. Hasil formulasi menunjukkan minyak biji kelor dapat terenkapsulasi menggunakan polimer PVA dengan konsentrasi 1% dan 1,5% serta surfaktan polisorbat 80 konsentrasi 5%. Nanokapsul dengan polimer PVA menghasilkan sediaan dengan karakteristik jernih, transparan dan encer. Sedangkan nanokapsul dengan PVA konsentrasi 2%; 2,5% dan 3% cenderung lebih keruh dan terjadi aglomerasi. Nanokapsul minyak biji kelor dengan polimer PVA konsentrasi 1% dan 1,5% memiliki ukuran partikel lebih kecil dari 1000 nm, berturut-turut adalah 176

nm \pm 23,05 dan 272 nm \pm 17,05 sedangkan polidispersitas indeks nanokapsul tidak lebih dari 0,3 yang berarti partikel terdistribusi dalam ukuran yang seragam. Sedangkan karakteristik ukuran nanokapsul minyak biji kelor dengan konsentrasi 2%; 2,5% dan 3% memiliki ukuran partikel berturut-turut 1476 \pm 14,81, 2620 nm \pm 23,05 dan 2800 nm \pm 28,05, lebih besar dari 1000 nm dengan nilai polisipersitas indeks lebih dari 0,3 yang berarti derajat ukuran partikel tidak seragam dan cenderung lebih mudah terjadi aglomerasi. Nanokapsul minyak biji kelor F1 dan F2 selanjutnya dikembangkan menjadi sediaan uji dengan volume lebih besar untuk dikarakterisasi lebih lanjut dan terutama morfologi partikel, uji stabilitas fisik (uji sentrifugasi) dan uji stabilitas jangka panjang selama 8 minggu atau 60 hari pada penyimpanan suhu ruang. Hasil karakterisasi nanokapsul minyak biji kelor ditampilkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil karakterisasi nanokapsul minyak biji kelor

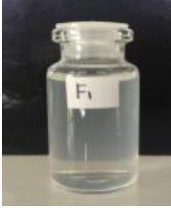



Formula	Karakterisasi			
	Kejernihan	pH	Zaverage (nm)	PI
F1	Jernih	6,80 \pm 0,12	176 \pm 23,05	0,218 \pm 0,04
F2	Jernih	6,80 \pm 0,11	272 \pm 17,05	0,221 \pm 0,07
F3	Keruh	6.70 \pm 0,23	1476 \pm 14,81	0,705 \pm 0,06
F4	Keruh	6,45 \pm 0,10	2620 \pm 23,05	0,850 \pm 0,06
F5	Keruh	6,40 \pm 0,25	2800 \pm 28,05	0,980 \pm 0,09

Nanoenkapsulasi Minyak Biji Kelor

Sentrifugasi dilakukan untuk mengetahui stabilitas fisik nanokapsul. Hasil uji sentrifugasi menunjukkan F1 lebih stabil karena tidak menunjukkan pemisahan fase setelah sentrifugasi dan didiamkan selama 60 menit. Sedangkan F2 setelah sentrifugasi tidak stabil karena mengalami pemisahan fase dan setelah didiamkan selama 60 menit menjadi keruh dan mengendap. Formula 1 adalah sebagai formula terpilih untuk dilakukan uji morfologi dan uji stabilitas jangka panjang.

Hasil uji sentrifugasi di tampilkan dalam **Tabel 5**. Uji stabilitas nanokapsul dilakukan dengan menyimpan pada suhu ruang yaitu 27 OC selama 8 minggu kemudian diamati dan di tentukan ukuran partikel, zeta potensial dan PI. Hasil uji stabilitas menunjukkan bahwa nanokapsul selama penyimpanan 8 minggu tetap stabil, tidak terjadi perubahan ukuran partikel, PI dan zeta potensial yang signifikan. Hasil uji stabilitas penyimpanan jangka panjang disajikan dalam **Tabel 6**.

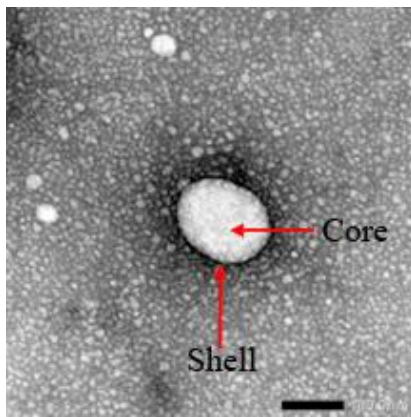
Tabel 5. Hasil uji stabilitas fisik (uji sentrifugasi)

Formula	Sentrifugasi			
	Sebelum	Setelah	60 menit	Keterangan
F1			Jernih	Jernih
F2			Keruh	Keruh

Tabel 6. Hasil uji stabilitas penyimpana pada suhu ruang selama 8 minggu

Parameter	Hasil pengujian	
	1 minggu	8 minggu
Zaverage (nm)	176±23,05	187 ±23,05
PI	0,218±0,04	0,210±0,11
Zeta potensial (mV)	-39,3±5,20	-36,7±4,99

Pengamatan morfologi nanokapsul minyak biji kelor menggunakan TEM (**Gambar 1**) menunjukkan bahwa terdapat lapisan inti atau core yang mengandung minyak biji kelor, tampak struktur inti yang terbentuk dilapisi bahan pelindung polimer. Struktur polimer tersebut berfungsi untuk melindungi struktur inti dari proses degradasi atau kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh cahaya, oksidasi atau karena pengaruh panas dan temperatur.



Gambar 1. Morfologi nanokapsul polimer PVA 1% menggunakan TEM dengan perbesaran 12.000 kali

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah minyak biji kelor dapat diformulasi menjadi nanokapsul dengan metode emulsi evaporasi menggunakan PVA konsentrasi 1%-surfaktan polisorbat 80 5%. Formula 1 dengan PVA - polisorbat 80 merupakan formula terpilih dengan ukuran partikel terkecil sebesar $187 \text{ nm} \pm 23,05$. Formula 1 dengan polimer PVA -surfaktan polisorbat 80 merupakan formula yang paling stabil

baik secara fisik dan stabil selama penyimpanan jangka panjang selama 8 minggu.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPM Universitas Setia Budi Surakarta yang telah mendanai penelitian ini melalui Program Hibah Internal Universitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia P, Guevara A, Carolyn V, Hiromu, S, Yasuhiro F, Keiji H., 1999. An Antitumor Promoter from *Moringa oleifera* Lam, *Mutation Research*, **440** : 181–88.
- Aney J S, Tambe1 R, Kulkarni M, Bhise K., 2009. Pharmacological And Pharmaceutical Potential Of *Moringa oleifera*: A Review, *Journal of Pharmacy Research*, **2** (9): 1424-1426.
- Anwar F dan Latif S., 2007. *Moringa oleifera*: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses, *Phytotherapy Research*, **21**: 17–25.
- Anwar F dan Latif S., 2008. Quality Assessment of *M. concanensis* Seed Oil Extracted Through Solvent and Aqueous-Enzymatic Techniques. *Grasas Aceites, Enero-Marzo*, **1**: 69-75.
- Charrouf Z dan Guillaume D., 1998. Ethnoeconomical, Ethnomedical, and Phytochemical Study of *Argania spinosa* (L.) Skeels: A Review, *Journal of Ethnopharmacology*, **12**: 1-9.
- Delaveau P., 1980. Oils of *Moringa oleifera* and *Moringa drouhardii*. *Plantes Médicinales et Phytothérapie*, **14** (10): 29-33.
- Deepak Mishra K, Ashish, J K, Prateek, J K., 2013. A Review on Various Techniques of Microencapsulation *International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences*, **2**(2): 962-977.

- Ephrem E, Greige-Gerges, H, Fessi H, Charcosset C., 2014. Optimisation of Rosemary Oil Encapsulation in Polycaprolactone and Scale-Up of the Process, *Journal of Microencapsulation*, **31** (8), 746–753.
- Fathi M, Mozafari, M R, Mohebbi M., 2012. Nanoencapsulation of Food Ingredients Using Lipid Based Delivery System, *Trends in Food Science & Technology*, **23** : 13-27.
- Fahey W., 2005. *Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. *Trees for Life Journal*, **1**(5) : 13-17.
- Fuglie L J., 1999. The Miracle Tree: *Moringa oleifera*: Natural Nutrition for the Tropics, *Trees for Life Journal*, **1**(72): 68 -75.
- Gaikwad M dan Kale S., 2011. Formulation and *in vitro* Evaluation for Sun Protection Factor of Moringa oleifera Lam Oil Sunscreen Cream, *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, **3**(4): 371-375.
- Guillaume D dan Charrouf Z., 2011. Argan Oil, *Alternative Medicine Review*, **16** (3): 275-276.
- Hardman, R., 2010. *Herbal Principles in Cosmetics : Properties and Mechanisms of Action*, Taylor and Francis Group, 1st Ed: 264-267.
- Hukkeri V I, Nagathan C V., 2006. Antipyretic and Wound Healing Activities of *Moringa oleifera* Lam. in Rats Indian, *J. Pharm. Sci*, **68** (1): 124-12.
- Jayavardhanan K K, Suresh K, Panikkar K R, Vasudevan D M., 1994. Modulatory potency of drumstick lectin on the host defense system. *Journal of Experimental Clinical Cancer Research*, **13** (3): 205-209.
- Manzoor M, Anwar F, Iqbal T, Bhangar, M I., 2007. Physico-Chemical Characterization of Moringa Concanensis Seeds and Seed Oil, *J Amer Oil Chem Soc*, **84** : 413–419.
- Marfil R, Gimenez R, Martinez O, Bouzas, P R, Rufian-Henares, J A, Mesias, M, dan Cabrera-Vique, C., 2011. Determination of Polyphenols, Tocopherols, and Antioxidant Capacity in Virgin Argan Oil (*Argania spinosa*, Skeels), *European Journal Lipid Science Technology*, **113**: 886-893.
- Oluwole S, Ijarotimi, Oluwole, A, Adeoti, Ariyo, O., 2013. Comparative Study on Nutrient Composition, Phytochemical and Functional Characteristics of Raw, Germinated, and Fermented *Moringa oleifera* Seed Flour, *Food Science and Nutrition*, **1** (6) : 452–463.
- Siddhuraju, P dan Becker, K., 2003. Antioxidant Properties of Various Solvent Extracts of Total Phenolic Constituents from Three Different Agroclimatic Origins of Drumstick Tree (*Moringa oleifera* Lam.) Leaves, *J. Agric. Food Chem*, **51**: 2144-2155.
- Suganya V, Anuradha, V., 2017. Microencapsulation and Nanoencapsulation: A Review, *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, **9**(3) : 233-239.
- Rigo L A, Regina da Silva C, Marchesan de Oliveira S, Cabreira T N, Bona da Silva C D, Ferreira J, Beck R C R., 2015. Nanoencapsulation of Rice Bran Oil Increases Its Protective Effects Against UVB Radiation-Induced Skin Injury in Mice, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, **93** : 11-17.