

Formulasi dan Uji Stabilitas Lotion Antioksidan dari Ekstrak Etanol Rambut Jagung (*Zea mays* L.) sebagai Antioksidan dan Tabir Surya

Fery Indradewi Armadany¹, Wa Ode Sitti Musnina², Ulfa Wilda¹

¹Fakultas Farmasi Universitas Halu Oleo, Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari 93232

²Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako, Jl. Soekarno Hatta Km. 9 Palu 94119

E-mail: feryia74@gmail.com

Abstrak

Rambut jagung merupakan limbah tanaman pertanian yang belum banyak dimanfaatkan. Salah satu khasiat rambut jagung yang dapat dimanfaatkan adalah sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan dan mengetahui stabilitas fisik *lotion* dari ekstrak etanol rambut jagung (*Zea mays* L.) sebagai antioksidan dan tabir surya. Ekstrak etanol rambut jagung diperoleh dengan cara maserasi menggunakan etanol 96%. Ekstrak diuji aktivitas antioksidannya dengan menggunakan metode DPPH diperoleh nilai IC₅₀ sebesar 114,75 µg/mL. Lotion dibuat dengan konsentrasi ekstrak ekstrak 1,5%, 3%, dan 4,5%. Nilai IC₅₀ dari masing-masing sediaan berturut-turut yaitu 111,68 µg/mL, 110,10 µg/mL, dan 109,63 µg/mL. Sedangkan nilai SPF dari sediaan *lotion* berturut-turut yaitu 8,48; 8,78; dan 9,44. Sediaan *lotion* yang telah diformulasi selanjutnya dilakukan evaluasi karakteristik fisik dan kestabilan *lotion* sebelum dan sesudah *cycling test* selama 6 siklus. Evaluasi karakteristik fisik meliputi pengamatan organoleptik, pengujian pH, viskositas, homogenitas dan daya sebar serta iritasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa *lotion* secara keseluruhan stabil sebelum dan setelah dilakukan *cycling test* dimana sediaan yang dihasilkan berupa *lotion* dengan warna putih hingga coklat muda dengan bau khas, memiliki konsistensi kental dan homogen, pH berkisar 5,91–6,63, daya sebar 12.000–17.000 cPs (sesuai dengan SNI untuk viskositas sediaan *lotion*), daya sebar 5,2–7,2 cm. Hasil uji iritasi tidak menunjukkan adanya reaksi iritasi.

Kata kunci: rambut jagung, *lotion*, antioksidan, tabir surya

1. Pendahuluan

Jagung (*Zea mays* L) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Penduduk beberapa daerah di Indonesia termasuk daerah di Sulawesi Tenggara juga menggunakan jagung sebagai pangan pokok. Jagung merupakan tanaman yang paling produktif yang tumbuh baik di negara tropis maupun subtropis. Oleh karena itu jagung banyak dibudidayakan sehingga dengan demikian dihasilkan pula rambut jagung yang melimpah [1]. Rambut jagung merupakan salah satu limbah setelah tanaman jagung dipanen. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa rambut jagung mengandung beragam metabolit sekunder.

Serbuk rambut jagung mengandung flavonoid dan steroid/triterpenoid [2]. Metabolit sekunder rambut jagung manis antara lain antrakuinon, alkaloid, flavonoid, glikosida, saponin, steroid, tanin, terpenoid, dan fenol [3]. Ekstrak air dan metanol rambut jagung mengandung fenol, flavonoid, tanin, alkaloid, terpenoid, saponin dan glikosida [4]. Rambut jagung mengandung senyawa flavonoid yang bersifat sebagai antioksidan sehingga dapat melindungi sel dari kerusakan akibat proses oksidasi dalam tubuh yang dipicu oleh radikal bebas [4]. Rambut jagung dapat dimanfaatkan di bidang kesehatan, diantaranya sebagai antioksidan [5], memiliki efek diuretik, menurunkan hiperglikemik [6], antidepresi [7], dan anti diabetes [8].

Ekstrak air dan ekstrak etanol rambut jagung juga memiliki aktivitas antibakteri [9].

Rambut jagung sendiri merupakan perpanjangan stigma dari bunga betina jagung yang tersusun dalam suatu tongkol yang terdapat dalam ketiak daun. Tiap tongkol mempunyai suatu tangkai yang beruas-ruas pendek dengan daun-daun yang merupakan pembalut dan tongkol tadi. Putik tersusun dalam beberapa baris pada tongkol tadi [10].

Selama ini pemanfaatan rambut jagung yang merupakan limbah dari budidaya jagung terbatas sebagai obat untuk peluruh air seni dan penurun tekanan darah [11]. Secara tradisional rambut jagung digunakan sebagai analgesik, efektif terhadap ruam kulit, digunakan untuk mengobati sakit tenggorokan, melindungi terhadap alergi, efektif terhadap hipertensi dan angina, obat yang baik untuk prostatitis dan melawan tumor, efektif terhadap diare dan berbagai gangguan kemih. Ekstrak rambut jagung memberikan tekstur yang halus dan memelihara kulit akibat adanya kandungan seng oksida, dapat digunakan dalam produk sabun, pasta gigi dan kosmetik. Selain itu, rambut jagung juga merupakan emolien yang baik sehingga sesuai untuk dibuat menjadi sediaan kosmetik berupa *lotion* [12, 13]

2. Metode

2.1 Ekstraksi

Sampel rambut jagung diperoleh dari pasar tradisional di kota Kendari. Ekstraksi dilakukan secara maserasi dengan merendam serbuk rambut jagung dengan etanol 96% dalam wadah tertutup. Pemisahan residu dan filtrat dilakukan setiap 1x24 jam diiringi penggantian pelarut yang sama dilakukan selama 3 kali. Filtrat dikumpulkan dan dipekatkan dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 40-50°C hingga diperoleh ekstrak kental etanol rambut jagung.

2.2 Uji Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Larutan ekstrak/larutan lotion mengandung ekstrak (4 mL) dari setiap variasi konsentrasi dicampur dengan 1 mL larutan DPPH, didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang dalam ruangan yang gelap. Etanol digunakan sebagai blanko. Absorbansi campuran radikal DPPH tanpa antioksidan (1 mL DPPH dalam 4 mL etanol) digunakan sebagai kontrol negatif [14]. Persentase penghambatan (*inhibition*) radikal DPPH oleh sampel dihitung berdasarkan rumus [15]:

$$\% \text{ p gha} = \frac{A_0 - A_s}{A_0} \times 100\%$$

dimana

A_0 = absorbansi blanko

A_s = absorbansi sampel

Selanjutnya nilai-nilai tsb dimasukkan dalam kurva regresi linier untuk mendapatkan nilai IC_{50}

2.3 Formula Lotion Ekstrak Rambut Jagung

Sediaan lotion dibuat dengan konsentrasi ekstrak etanol rambut jagung sebesar 1,5%, 3% dan 4,5% dengan metode peleburan. Tahapan pembuatan lotion yaitu fase minyak, terdiri atas minyak zaitun, asam stearat, setil alkohol, dimetikon, propilenglikol, propilparaben dan fase air, terdiri atas karbomer, gliserin, TEA, dinatrium EDTA, metil paraben dan air. Fase minyak dan fase minyak dipanaskan pada suhu 70°C hingga homogen lalu dicampur dan diaduk hingga homogen. Proses pengadukan menggunakan metode *intermittent shaking*. Selanjutnya campuran tsb ditambahkan dengan ekstrak dan pewangi lalu diaduk kembali hingga homogen. Selanjutnya sediaan lotion yang terbentuk diuji aktivitas antioksidan, tabir surya (uji SPF) dan uji karakteristik fisik.

2.4 Uji SPF

Sampel *lotion* ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan diencerkan dengan metanol. Larutan diultrasonikasi selama 5 menit. Larutan filtrat dibuat dalam konsentrasi 0,02%. Larutan yang telah diperoleh diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290-320 nm dengan

menggunakan metanol sebagai blanko. Nilai serapan dicatat setiap interval 5 nm. Nilai SPF dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut [16],

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} E(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

dimana,

EE : *Erythema effect spectrum*

I : *Solar intensity spectrum*

Abs : *Absorbance of sunscreen product*

CF : *Correction factor* (= 10)

Nilai EE x 1 adalah suatu konstanta. Nilainya dari panjang gelombang 290-320 nm dan setiap selisih 5 nm [17].

Tabel 1. Nilai EE x I pada 290-320 nm

Panjang Gelombang (nm) [17]	EE x I
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
Total	1

2.5 Evaluasi Sediaan Lotion

Karakteristik fisik sediaan lotion diuji dengan metode *cycling test* sebanyak 6 siklus. Sediaan *lotion* disimpan pada suhu dingin 4°C selama 24 jam lalu ditempatkan pada suhu 40°C selama 24 jam (1 siklus) [18]. Evaluasi sediaan *lotion* meliputi pengamatan organoleptis terhadap bau, warna dan tekstur, pengukuran pH, viskositas, homogenitas dan daya sebar. Evaluasi ini dilakukan sebelum dan setelah *cycling test*. Pengukuran pH lotion menggunakan pH meter, viskositas diukur menggunakan viskometer Rhion, homogenitas dan daya sebar ditentukan melalui pengamatan dan pengukuran sebaran sediaan pada plat kaca.

2.6 Uji Iritasi

Uji iritasi dilakukan dengan menggunakan metode tempel tertutup (*patch test*) pada lengan bawah bagian dalam terhadap 10 orang panelis. Sediaan *lotion* dioleskan seluas 2 cm², lalu ditutup dengan kain kassa dan plester kemudian diamati reaksi yang terjadi. Pengamatan dilakukan selama 24 jam [19].

3. Hasil dan Pembahasan

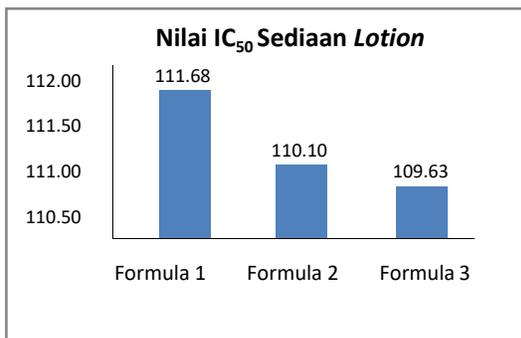
Pada penelitian ini serbuk rambut jagung diekstraksi dengan metode maserasi, menggunakan pelarut etanol, selama 3x24 jam. Maserasi merupakan proses perendaman sampel dengan pelarut organik yang dilakukan pada suhu ruangan. Pemilihan metode ini dilakukan untuk menghindari rusaknya senyawa yang tidak stabil terhadap pemanasan. Pelarut etanol dipilih karena bersifat universal, dapat melarutkan senyawa yang bersifat polar, semi polar maupun non polar. Hal ini terjadi karena etanol

memiliki gugus hidroksil sebagai gugus polar dan gugus hidrokarbon sebagai gugus nonpolar serta dapat menghasilkan rendemen yang tinggi. Berdasarkan proses ekstraksi yang telah dilakukan diperoleh berat ekstrak kental rambut jagung sebesar 30 gram. Nilai rendemen ekstrak yang diperoleh yaitu sebesar 4%.

3.1 Uji Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam % penghambatan sampel terhadap radikal DPPH. Besarnya aktivitas antioksidan ditandai dengan nilai IC_{50} . Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai IC_{50} dari ekstrak etanol rambut jagung yaitu sebesar 114.75 $\mu\text{g/mL}$ termasuk ke dalam interpretasi sedang.

Hasil uji aktivitas antioksidan pada sediaan lotion menunjukkan bahwa nilai IC_{50} sediaan lotion lebih rendah dibandingkan ekstrak etanol rambut jagung. Hal tersebut menunjukkan bahwa excipien yang digunakan dalam pembuatan sediaan *lotion* tersebut bersifat inert dan tidak menghambat aktivitas yang dimiliki oleh ekstrak. Selain itu hal ini juga menunjukkan bahwa excipien yang digunakan memiliki kemampuan daya antioksidan pula dalam jumlah kecil yang turut meningkatkan aktivitas antioksidan sediaan. Minyak zaitun yang digunakan sebagai pembawa pada fase minyak diduga memiliki aktivitas antioksidan [20].

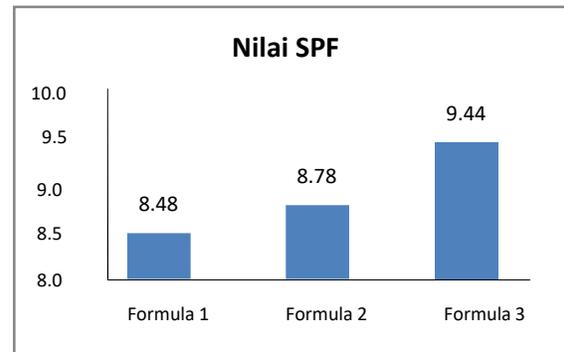


Gambar 1. Nilai IC_{50} sediaan lotion

3.2 Uji SPF

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi pula nilai SPF dari sediaan *lotion*. Hal tersebut terjadi karena semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin banyak pula kandungan senyawa aktif yang diduga bersifat aktif sebagai tabir surya. Beberapa senyawa kimia seperti flavonoid yang diduga dapat bekerja sebagai bahan aktif tabir surya [21].

Flavonoid merupakan antioksidan kuat juga merupakan pengikat logam yang diduga mampu mencegah efek bahaya sinar UV atau setidaknya mampu mengurangi kerusakan kulit. Selain itu, tabir surya umumnya terdiri dari senyawa yang memiliki gugus aromatik yang terkonjugasi dengan gugus karbonil [22]



Gambar 2. Nilai SPF Sediaan Lotion

3.3 Evaluasi Sediaan

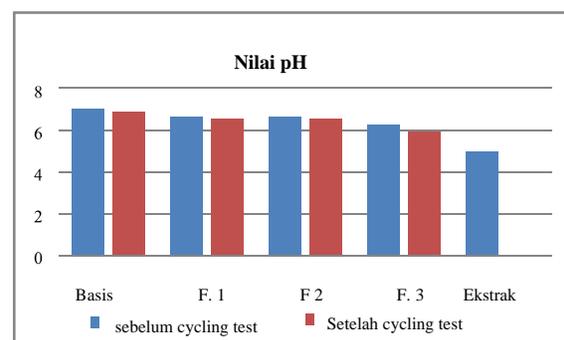
Pengamatan organoleptis dilakukan sebelum dan setelah *cycling test*. Hasil yang diperoleh pada Tabel 2 menunjukkan bahwa sediaan *lotion* dari semua formula tetap stabil dilihat dari tidak adanya perubahan warna, bau dan tekstur pada sediaan *lotion*.

Tabel 2. Sifat organoleptik sediaan lotion

Sediaan	Sebelum cycling test			Sesudah cycling test		
	Warna	Bau	Tekstur	Warna	Bau	Tekstur
Basis	Putih	Khas	Kental	Putih	Khas	Kental
F. 1	Kuning pucat	Khas	Kental	Kuning pucat	Khas	Kental
F. 2	Coklat muda	Khas	Kental	Coklat muda	Khas	Kental
F. 3	Coklat	Khas	Kental	Coklat	Khas	Kental

Pengukuran pH menunjukkan bahwa pH basis lebih tinggi dibanding sediaan *lotion* ekstrak rambut jagung. Hal ini terjadi karena nilai pH ekstrak rambut jagung bersifat asam. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang ditambahkan maka semakin rendah nilai pH karena semakin tinggi pula konsentrasi zat yang bersifat asam dalam sediaan *lotion*.

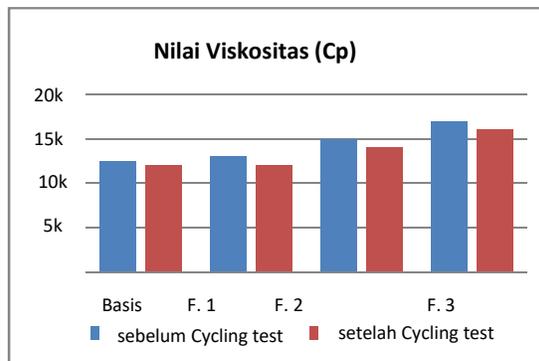
Nilai pH pada sediaan *lotion* setelah *cycling test* mengalami penurunan. Penurunan nilai pH sediaan setelah *cycling test* menandakan kurang stabilnya sediaan selama penyimpanan. Perubahan nilai pH dipengaruhi oleh media yang terdekomposisi oleh suhu tinggi saat penyimpanan yang menghasilkan senyawa yang bersifat asam. Senyawa asam ini mempengaruhi nilai pH sehingga pH mengalami penurunan. Selain itu, perubahan pH juga disebabkan faktor lingkungan seperti penyimpanan yang kurang baik



Gambar 3. pH Sediaan Lotion

Salah satu senyawa yang dapat menghasilkan asam ketika terdegradasi adalah minyak zaitun. Reaksi hidrolisis ataupun oksidasi dapat menyebabkan minyak zaitun melepaskan asam-asam lemak bebas yang dapat menurunkan pH sediaan. Sebaiknya dalam formula perlu ditambahkan antioksidan untuk mencegah kemungkinan terjadinya oksidasi ataupun hidrolisis dari eksipien. Namun, perubahan nilai pH yang terjadi pada sediaan *lotion* setelah *cycling test* masih relatif aman di kulit karena masih memenuhi SNI. Berdasarkan SNI 16-43991996, pH untuk sediaan *lotion* antara 4,5-8.

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai viskositas dari masing-masing formula berbeda-beda. Nilai viskositas basis lebih rendah dibanding sediaan karena konsentrasi air yang ditambahkan pada basis lebih tinggi dibanding pada sediaan *lotion*. Demikian halnya pada sediaan dengan berbagai konsentrasi ekstrak. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak dalam sediaan maka semakin tinggi pula nilai viskositasnya karena semakin tinggi konsentrasi ekstrak pada sediaan maka semakin sedikit jumlah air yang ditambahkan pada sediaan. Selain itu, salah satu faktor yang menyebabkan penurunan viskositas yaitu *cycling test*.



Gambar 4. Viskositas sediaan lotion

Setelah *cycling test* kekentalan pada sediaan menurun. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu penyimpanan, suhu dan eksipien yang digunakan. Semakin lama penyimpanan pada sediaan maka daya ikat bahan pengental menurun. Sama halnya pada saat sediaan berada pada suhu yang tinggi, terjadi penurunan daya ikat bahan pengental yang mengakibatkan sediaan cenderung mengalami perubahan konsistensi menjadi lebih cair. Demikian pula jika terdapat eksipien yang bersifat higroskopis dalam sediaan, semakin lama penyimpanan maka sediaan semakin cair karena makin banyak air yang terikat dalam sediaan. Eksipien yang bersifat higroskopis yang digunakan dalam sediaan *lotion* adalah gliserin. Nilai viskositas pada sediaan masih memenuhi standar SNI baik sebelum *cycling test* maupun setelah *cycling test*. Berdasarkan SNI 16-4399-1996 nilai viskositas untuk sediaan *lotion* yaitu berkisar antara 2.000-50.000 cP.

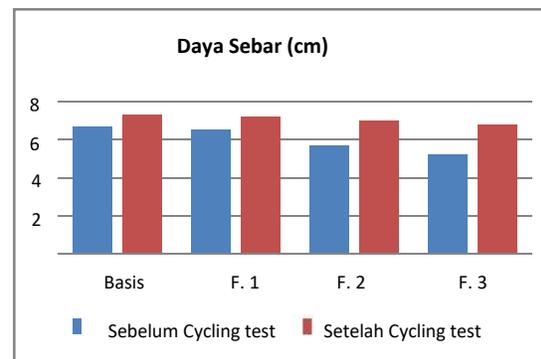
Tabel 3 menunjukkan bahwa semua sediaan *lotion* homogen, baik sebelum maupun setelah *cycling test*. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi ekstrak pada sediaan tidak mempengaruhi homogenitas sediaan. Selain

itu, bahan tambahan pada sediaan *lotion* juga tercampur merata.

Tabel 3. Homogenitas sediaan lotion

Sediaan	Sebelum cycling test			Setelah cycling test		
	REP 1	REP 2	REP 3	REP 1	REP 2	REP 3
Basis	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
F1	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
F2	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
F3	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen

Penentuan sifat daya sebar ketiga formula *lotion* dilakukan sebelum dan setelah *cycling test*. Semakin besar konsentrasi ekstrak yang ditambahkan ke dalam sediaan maka semakin kecil daya sebar sediaan *lotion*. Hal ini disebabkan oleh semakin besar konsentrasi ekstrak yang ditambahkan maka semakin kental *lotion* yang dihasilkan sehingga makin kecil daya sebar sediaan *lotion*. Sediaan *lotion* yang memiliki viskositas yang tinggi akan menghasilkan formula yang memiliki daya sebar yang rendah. Hasil dari penentuan sifat daya sebar dapat dilihat pada Gambar 5. Sifat daya sebar sediaan *lotion* setelah *cycling test* meningkat hal ini terjadi karena sediaan *lotion* setelah *cycling test* mengalami penurunan viskositas



Gambar 5. Daya Sebar Sediaan Lotion

Uji iritasi dilakukan untuk melihat keamanan sediaan pada saat digunakan. Pada penelitian ini dipilih uji tempel tertutup agar sediaan yang dioleskan tidak terhapus atau hilang saat dilakukan pelekatan sediaan selama 24 jam. Metode tempel tertutup dianggap lebih efektif karena tidak ada kekhawatiran akan hilang atau terhapusnya sediaan pada saat dilakukan uji. Selanjutnya dilakukan pengamatan berapa reaksi kulit positif atau negatif [19], dan menunjukkan tidak adanya iritasi pada responden.

Tabel 4. Sifat Iritasi Sediaan Lotion

Sediaan	Panelis									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Basis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4. Kesimpulan

Ekstrak etanol rambut jagung dapat diformulasi menjadi sediaan *lotion* dan menunjukkan karakteristik yang baik pada saat sebelum dan setelah *cycling test*. Aktivitas

antioksidan dari ekstrak rambut jagung yaitu sebesar 114.75 µg/mL, sedangkan sediaan *lotion* formula 1, formula 2 dan formula 3 berturut-turut 111,68 µg/mL, 110.10µg/mL, dan 109.63µg/mL. Aktivitas tabir surya dari ketiga formula *lotion* memiliki perlindungan yang minimal dengan nilai SPF sediaan formula 1, formula 2 dan formula 3 berturut-turut 8,48; 8,78 dan 9,44.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih pada Fakultas Farmasi Universitas Halu Oleo Kendari atas fasilitas yang sudah diberikan.

Daftar Pustaka

- Jannah A, Rachmawaty DU, Maunatin A. Uji Aktivitas Antibakteri Rambut Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, *Alchemy Journal of Chemistry*, 2018, **5(4)**:132-137.
- Wirasutisna KR, Firdianny I, Rahmayani A. Telaah Kandungan Kimia Rambut Jagung (*Zea mays* L.) *Acta Pharmaceutica Indonesia*, 2012, **XXXVII(1)**, 6-8.
- Bhaigyabati T, Kirithika T, Ramya J, Usha K. Phytochemical constituents and antioxidant activity of various extracts of corn silk (*Zea mays* L.). *Res. J. of Pharm. Bio. Chem.Sci.*, 2011, **2(4)**; 986–993.
- Solihah MA, Wan Rosli WI, Nurhanan AR. Phytochemicals screening and total phenolic content of Malaysian *Zea mays* hair extracts. *International Food Research Journal*, 2012, **19(4)**;1533–38
- Guo J, Liu T, Han L, Liu Y. The effects of Corn Silk on Glycemic Metabolism. *J. Nutrition & Metabolism*, 2009, **6**.
- Farsi DA, Harris CS, Reid L, Bennett SA, Haddad PS, Martineau LC, Arnason JT. Inhibition of non-enzymatic glycation by silk extracts from a Mexican land race and modern inbred lines of maize (*Zea mays*). *Phytotherapy Research*, 2008, **22(1)**;108–112.
- Ebrahimzadeh MA, Pourmorad F, Hafezi S. Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish Journal of Biology*, 2008, **32(1)**;43–49.
- Feng X, Wang L, Tao ML, Zhou Q. Studies on antimicrobial activity of aqueous extract of maize silk. *Applied Mechanics and Materials*, 2011, **140(2)**;426–430.
- Feng X, Wang L, Tao ML, Zhou Q, Zhong ZH. Studies on antimicrobial activity of ethanolic extract of maize silk. *African Journal of Microbiology Research*, 2012, **6(2)**;335–338.
- Candra TB. Formulasi Losion Tabir Surya Ekstrak Etanol Tongkol Jagung (*Zea mays*) dan Uji Aktivitasnya. *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Purwokerto, 2016.
- Wijayanti F, Ramadhian MR. Efek Rambut Jagung (*Zea mays*) Terhadap Penurunan Kadar Kolesterol dalam Darah, *Majority*, 2016, **5(3)**;91-95.
- Kaur D, Divneet K, Navpreet K, Anuja C, Poonam A. Corn Silk: A review on botanical and pharmacological considerations, *European J. of Biomed. and Pharm. Sci.*, 2015, **2(5)**;554-572.
- Milind P., dan Dhamija I., 2013, Zea Maize: A Modern Craze, *Int. Res. J. Pharm.*, **4(6)**. 39-43.
- Nurhanan AR, Wan Rosli WI. Evaluation of polyphenol content and antioxidant activities of some selected organic and aqueous extracts of cornsilk (*Zea mays*) Hairs. *J. of Medic. and Bioeng.*, 2012, **1(1)**;48-51.
- Ohkawa H, Ohisini N, Yagi K. Assay lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.* 1979, **95**;353-358.
- Mansur JS, Breder MNR, Mansur MCA, Azulay RD. Determination of sun protection factor for spectrophotometry, *An. Bras. Dermatol.*, 1986, **61**;121-124.
- Sayre., 1979. Comparison of In Vivo and In Vitro Testing of Sunscreening Formulas. *Photochem. Photobiol.*, Oxford, **Vol. 29**, 559-566.
- Sayre RM, Agin PP, LeVee GJ, Marlowe E. A comparison of in vivo and in vitro testing of sunscreening formulas. *Photochem Photobiol*, 1979, **29(3)**;559-66.
- Dewi RK. Optimasi Formulasi Mikroemulsi Sediaan Hormon Testosteron Undekanoat. *Skripsi*. Universitas Negeri Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2010.
- Dirjen POM. *Formularium Kosmetika Indonesia*, Jakarta: Departemen Kesehatan RI, 1985.
- Rowe RC, Paul JS, Marian EQ. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 6th Ed, London: Pharmaceutical Press, 2009
- Gumilar L. Penentuan Efektivitas Krim Ekstrak Daun Singkong (*Manihot utilisima* Pohl.) Secara *In Vitro* Sebagai Tabir Surya. *Skripsi*, Sekolah Farmasi Institut Teknologi Bandung, 2004.
- Shaath NA. *Sunscreens: Development, Evaluation, and Regulatory Aspects the Chemistry of Sunscreens*. New York: Marcel Dekker Inc., 2005; pp 55-56.