

OPTIMASI FORMULA GEL EKSTRAK BUAH APEL (*Pyrus malus* L.) SEBAGAI ANTIOKSIDAN DENGAN KOMBINASI BASIS METIL SELULOSA DAN GLISERIN SECARA SIMPLEX LATTICE DESIGN

OPTIMIZATION OF FORMULATED GEL OF APPLE EXTRACT (*Pyrus malus* L.) AS ANTIOXIDANTS COMBINED WITH METHYL CELLULOSE AND GLYCERIN BY SIMPLEX LATTICE DESIGN

Ignatius Yuli Yudhianto, Endang Sri Rejeki, Dewi Ekowati

Fakultas Farmasi, Universitas Setia Budi

ABSTRAK

Ekstrak buah apel berpotensi mempunyai aktivitas antioksidan karena mengandung flavonoid, tannin, vitamin C, dll. Penggunaan ekstrak buah apel langsung dinilai kurang praktis, sehingga dibuat sediaan gel. Kemudian dilakukan optimasi dengan metode Simplex Lattice Design supaya bisa ditentukan formula optimum sehingga dihasilkan gel antioksidan yang stabil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui khasiat gel optimum buah apel sebagai antioksidan. Ekstrak buah apel diperoleh dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol 70 % kemudian diuapkan untuk memperoleh ekstrak kental. Sediaan gel menggunakan basis metil selulosa (M) dan gliserin (G) sehingga dibuat 3 formula, yaitu F1 (100%M), F2 (50%M:50%G), F3(100%G) dioptimasi berdasarkan sifat fisik viskositas, daya sebar, daya lekat dengan metode optimasi Simplex Lattice Design menggunakan software Design Expert versi 8.0.6.1. trial. Gel optimum diuji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH pembandingan vitamin C. Formula optimum gel buah apel diperoleh proporsi metil selulosa sebesar 2,717% dan gliserin 2,283% respon sifat fisik formula optimum dari hasil prediksi dan percobaan menunjukkan ada beda signifikan sedangkan daya lekat ada beda signifikan. Hasil yang diperoleh menunjukkan gel optimum mempunyai aktivitas antioksidan sebesar 163,25 ppm.

Kata kunci : Antioksidan, Buah apel, Simplex Lattice Design, metil selulosa, gliserin

ABSTRACT

Apple extracts have potential antioxidant activity because it contains flavonoids, tannins, vitamin C, etc. the use of apple extracts directly considered less practical, therefore it were made in gel form. Furthermore, apple extract in a gel formula optimized with the method of Simplex Lattice Design in order to set the optimum formula to produce a stable gel antioxidants. This study aims to determine the optimum efficacy of apple gel formulation as an antioxidant. Apple extracts obtained by maceration using 70% ethanol then it was evaporated to obtain condensed extract. Gel preparations were made using a base of methylcellulose (M) and glycerin (G). Three types of formula that made are F1 (100% M), F2 (50% M: 50% G), F3 (100% G) is optimized based on the physical properties of viscosity, dispersive power, adhesion with Simplex Lattice Design optimization methods using trial version software Design Expert v. 8.0.6.1. Optimum gel formula was tested antioxidant activity using DPPH method with a comparison of vitamin C. The optimum formula of apple gel obtained with proportion of 2.717% methylcellulose and 2.283% glycerin. Response to the physical properties of the optimum formula as predictions and experimental results showed a significant difference while the adhesion is significant difference. The results show the optimum gel has 163.25-ppm antioxidant activity.

Keywords : antioxidants, apples, Simplex Lattice Design, methyl cellulose, glycerin

PENDAHULUAN

Buah apel adalah jenis buah yang mudah ditemukan. Buah apel mempunyai kandungan vitamin, mineral, antioksidan serta unsur lain seperti fitokimia, serat, tanin, baron, asam tartar dan lainnya. Apel merupakan salah satu antioksidan untuk melawan radikal bebas yang berasal dari populasi maupun lingkungan. Zat ini juga bermanfaat untuk menekan jumlah kolesterol jahat yang dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh darah (Ariani 2007).

Radikal bebas adalah senyawa kimia yang mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Senyawa ini bersifat tidak stabil dan sangat reaktif, untuk mencapai kestabilan senyawa ini harus mencari elektron lain yang berpasangan (Hernani dan Rahardjo 2005). Kerusakan akibat radikal bebas dalam tubuh pada dasarnya dapat diatasi oleh senyawa antioksidan (Winarsi 2007)

Metode untuk mengetahui daya peredaman radikal bebas yaitu dengan menggunakan pereaksi senyawa kimia radikal bebas DPPH (1,1 diphenil-2-picrilhydrazyl), yang diukur serapannya dengan spektrofotometri. Senyawa DPPH merupakan radikal bebas yang stabil dalam penyimpanan, apabila disimpan dalam bentuk kering dan dalam kondisi penyimpanan yang baik. Metode ini cukup sederhana dan mudah dikerjakan (Windono *et al.* 2001).

Antioksidan alami mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan yang disebabkan spesies oksigen reaktif, mampu menghambat terjadinya penyakit degeneratif serta mampu menghambat peroksidase lipid pada makanan. Meningkatnya minat untuk mendapatkan antioksidan alami terjadi beberapa tahun terakhir ini. Antioksidan alami umumnya mempunyai gugus hidroksi dalam struktur molekulnya (Sunami 2005). Antioksidan alami yang sudah dikenal seperti asam askorbat, β -karoten dan α -tokoferol menunjukkan potensi dalam mencegah perkembangan beberapa penyakit. Namun pada berbagai studi, secara *in vitro* senyawa-senyawa ini tidak berhasil menunjukkan kemampuannya sebagai antioksidan yang signifikan. Antioksidan sintesis seperti *butil hidroksi anilin* (BHA) dan *butil hidroksi toluen* (BHT) bukan merupakan antioksidan yang baik, sebab pada pemaparan yang lama dapat menyebabkan efek negatif pada kesehatan berupa kerusakan hati dan meningkatkan terjadinya karsinogenesis (Kurniawan 2011). Antioksidan itu sendiri merupakan suatu substansi yang dalam jumlah kecil dapat menanggulangi, menghambat dan mencegah oksidasi suatu molekul lain. Mekanisme ini digunakan sebagai dasar penggunaan antioksidan dalam kerusakan sel dan berbagai macam keadaan patologik seperti kardiovaskular, aterosklerosis, karsinogenesis, inflamasi, dan penuaan dini. Tubuh

apabila paparan radikal bebas dan tubuh tidak mempunyai cadangan antioksidan yang berlebih maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen yang diperoleh melalui makanan dan asupan nutrisi lainnya (Sunami 2005).

Gel merupakan sediaan semipadat yang terdiri atas suspensi yang dibuat dari partikel anorganik yang kecil dan molekul organik yang besar, terpenetrasi oleh suatu cairan (Depkes 1995). Gel dapat diformulasikan dengan beberapa macam basis. Basis gel yang digunakan dalam bidang farmasi dan kosmetik salah satunya adalah polimer karboksivinil yaitu carbomer. Salah satu nama dagang dari carbomer adalah carbopol[®]. Carbomer merupakan gel hidrofilik, dalam konsentrasi kecil dapat berfungsi sebagai basis gel dengan kekentalan yang cukup (Saifullah dan Kushwahyuning 2008).

Untuk meningkatkan efektivitas penggunaan buah apel, dilakukan formulasi ekstrak buah apel dalam sediaan basis metil selulosa dan gliserin. Gliserin dapat berfungsi sebagai pengawet, antimikroba, emolien, humektan dan meningkatkan viskositas (Rowe *et al.* 2006).

Untuk mendapatkan formula yang tepat menghasilkan sediaan gel dengan sifat fisis dan stabilitas yang baik maka optimasi proporsi campuran metil selulosa dan gliserin sebagai basis gel ekstrak buah apel sebagai antioksidan perlu dilakukan. Salah satu metode optimasi yang digunakan adalah metode *Simplex Lattice Design*, salah satu dari beberapa teknik yang digunakan dalam prosedur optimasi formulasi yang berguna dalam perencanaan sediaan obat (Bolton, 1997).

METODE PENELITIAN

A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah apel yang diperoleh di daerah Malang, Jawa Timur, etanol 70%, carbopol 940 gliserin, DPPH, metanol p.a, KLT.

B. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca gram kasar, neraca gram halus, disc mill, gelas ukur, beaker glass, Erlenmeyer, tabung reaksi, corong kaca, ayakan no 100, oven, wadah gel, viscometer Rion

VT-04, mortir dan stamper, alat uji daya lekat, alat uji daya sebar, water bath, rotary evaporator.

Jalannya Penelitian

1. Pembuatan ekstrak etanol buah apel

Menimbang 100 gram serbuk kering buah apel lalu dimasukkan ke dalam botol 1000 ml dan ditambah 750 ml pelarut etanol 70%. Campuran tersebut ditutup dan disimpan selama 5 hari dengan sesekali dikocok 3 kali sehari berulang-ulang (Voigt 1995), kemudian disaring dengan kain flanel lalu pelarut diuapkan dalam almari pengering dengan suhu 50-55°C sampai diperoleh ekstrak kental.

2. Identifikasi kandungan kimia ekstrak etanol buah apel

Identifikasi senyawa dengan KLT pada penelitian kali ini dilakukan pada ekstrak buah apel untuk mengidentifikasi vitamin C, flavonoid, dan tanin.

Tabel 1. Identifikasi KLT

Senyawa	Fase diam	Fase gerak	Pereaksi semprot	Hasil pustaka	Daftar pustaka
Vit. C	Silika gel GF 254	n- butanol : asam asetat : air (4 : 1 :5)	Dragendorf	Orange	Depkes 1992
Flavonoid	Silika gel GF 254	n- butanol : asam asetat : air (4 : 1 :5)	Larutan Citro borat	Kuning	Hartanti 2008
Tanin	Silika gel GF 254	n-heksan: etil asetat (3:7)	FeCl ₃ 1%	Kuning kehitaman	Depkes 1987

Tabel 2. Rancangan formula gel ekstrak buah apel

Bahan	Formula I (g)	Formula II(g)	Formula III(g)
Ekstrak buah apel	10	10	10
Metil selulosa	5	2,5	0
Gliserin	0	2,5	5
Carbopol 940	2	2	2
Trietanolamin	0,5	0,5	0,5
Nipagin	0,2	0,2	0,2
Aquadest	Ad 100	Ad 100	Ad 100
Berat gel	100	100	100

3. Pembuatan sediaan gel

Metil selulosa dikembangkan ke dalam 20 ml aquadest yang dipanaskan pada *beaker glass* dengan suhu 80-90 °C diaduk menggunakan batang pengaduk sampai homogen, carbopol 940 dilarutkan dengan aquadest ke dalam *beaker glass*, kemudian hasil pengembangan metil selulosa dan carbopol 940 diaduk sampai homogen. Ekstrak buah apel dicampur dengan gliserin sampai terbasahi dan bercampur kemudian nipagin dan trietanolamin, larutan dimasukkan

sedikit demi sedikit dalam *beaker glass* berisi carbopol yang telah dilarutkan, diaduk sampai homogen, sehingga didapat sediaan gel ekstrak buah apel yang homogen.

4. Pengujian fisik gel dari ekstrak buah apel

4.1. Uji organoleptis. Uji organoleptis gel meliputi uji warna, bau dan konsistensi gel untuk mengetahui secara fisik keadaan gel. Pemeriksaan organoleptis dilakukan untuk mendiskripsikan warna, bau dan konsistensi sediaan gel yang sudah bercampur dengan beberapa basis, sediaan yang dihasilkan sebaiknya memiliki warna yang menarik bau yang menyenangkan dan kekentalan yang cukup agar nyaman dalam penggunaan.

4.2. Uji homogenitas gel. Ekstrak buah apel yang telah dibuat sediaan gel diuji homogenitasnya dengan dioleskan pada sekeping kaca atau bahan transparan yang cocok, maka harus menunjukkan susunan yang homogen (Depkes 1979).

4.3. Uji viskositas. Sampel gel yang akan diuji setelah itu ditempatkan rotor tepat berada ditengah-tengah mangkuk yang berisi gel, kemudian alat dihidupkan. Rotor mulai berputar dan jarum petunjuk viskositas secara otomatis akan bergerak menuju ke kanan kemudian setelah stabil, viskositas dibaca pada skala dari rotor yang digunakan. Pengujian viskositas ini diulangi sebanyak 3 kali tiap formulanya. Pengujian pertama dilakukan setelah sehari sediaan gel dibuat. Sediaan gel kemudian disimpan selama satu bulan dan diuji lagi viskositasnya.

4.4. Uji daya sebar gel. Menimbang 0,5 g gel, diletakkan dengan kaca yang lainnya, diletakkan kaca tersebut massa gel dan dibiarkan 1 menit. Diameter gel yang menyebar (dengan mengambil panjang rata-rata diameter dari beberapa sisi) diukur kemudian ditambah 50 g, 100 g, 150 g, 200 g, sebagai beban tambahan, setiap penambahan beban didiadakan selama 1 menit sesudah itu dicatat diameter gel yang menyebar seperti sebelumnya. Cara tersebut diulangi untuk setiap formula gel yang diperiksa masing-masing 3 replikasi.

4.5. Uji daya lekat. Melekatkan gel secukupnya obyek glass yang lain. Gel tersebut kemudian ditekan dengan

beban 500 gram selama 5 menit kemudian obyek glass pada alat tes setelah itu beban seberat 50 gram dan dicatat waktunya sampai kedua obyek tersebut terlepas diulangi cara di atas pada formula masing-masing 3 kali.

4.6. Uji pH. Diambil 1 gram sediaan gel ditambah dengan aquadest 9 ml. Kemudian dilihat dan dicatat nilai pH yang muncul pada pH meter. Cara di atas diulangi pada formula masing-masing 3 kali.

5. Penentuan formula optimum

Penentuan formula optimum gel ekstrak buah apel dengan metode *Simplex Lattice Design* dilakukan dengan pengujian terhadap 3 respon dari sifat fisik gel yaitu daya lekat gel (detik), daya sebar gel (cm), dan viskositas (dPas) dengan menggunakan program *Design-expert 8.0.6.1.trial*. Dengan program *Design-expert 8.0.6.1* dapat memprediksi atau memberi solusi pada formula optimum.

6. Pembuatan gel formula optimum

Metil selulosa dikembangkan ke dalam aquadest panas 20 kalinya pada *beaker glass* dengan suhu 80-90°C diaduk menggunakan batang pengaduk sampai homogen. Carbopol 940 dilarutkan dengan aquadest dalam *beaker glass*, kemudian hasil pengamatan metil selulosa dan carbopol 940 diaduk sampai homogen. Ekstrak buah apel dicampur dengan gliserin sampai terbasahi dan bercampur kemudian ditambah nipagin dan trietanolamin, larutan dimasukkan sedikit demi sedikit dalam *beaker glass* yang berisi carbopol yang telah dilarutkan, diaduk menggunakan batang pengaduk sampai homogen, sehingga didapat sediaan gel ekstrak buah apel yang homogen.

7. Uji aktivitas penangkap radikal

7.1. Penentuan panjang gelombang maksimum (λ Maks).

Larutan DPPH 0,4 mM sebanyak 1,0 ml ditempatkan dalam vial 5,0 ml, kemudian ditambah etanol p.a sampai tanda, diukur absorbansinya pada panjang gelombang 450-550 nm.

7.2. Penentuan *Operating Time*. Larutan stok DPPH 0,4 mM diambil 1,0 ml ditempatkan dalam vial 5,0 ml, kemudian ditambah ekstrak sampai tanda batas, kemudian divorteks selama 30 detik. Penentuan *operating time* dilakukan yang stabil, dan tidak terlihat adanya penurunan absorbansi.

7.3. Uji aktivitas penangkal radikal. Ekstrak dan gel diuji

aktivitas penangkap radikal terhadap radikal bebas DPPH yang diukur absorbansinya pada λ maks setelah waktu yang didapat dari *Operating Time*. Preparasi larutan yang diukur sebagai berikut: 50,0 mg sediaan gel buah apel, kemudian dilarutkan dengan metanol p.a sampai tanda batas pada labu takar 100 ml. Dari larutan induk tersebut dibuat seri konsentrasi 10, 20, 40, 50 dan 100 ppm. sebanyak 2,0 mg vitamin C dilarutkan dengan metanol sampai tanda batas pada labu takar 100 ml, kemudian dibuat seri konsentrasi 1, 2, 4, 5 dan 8 ppm. Dari setiap seri konsentrasi di atas diambil 4 ml ditambahkan 1,0 ml larutan DPPH 0,4 mM, diinkubasi selama 30 menit kemudian dibaca absorbansinya pada lamda maksimal dan *operating time* yang didapat. Hasil absorbansi dari hasil penelitian digunakan untuk menghitung $I_{c_{50}}$.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil identifikasi kandungan senyawa dalam ekstrak buah apel

Untuk mengetahui hasil identifikasi kandungan senyawa ekstrak buah apel dilakukan uji kualitatif flavonoid, tannin dan vitamin C.

Tabel 3. Hasil KLT ekstrak buah apel

Senyawa	Fase diam	Fase gerak	Pereaksi semprot	Hasil percobaan	Daftar pustaka	Rf
Vit. C	Silika gel GF 254	n- butanol : asam asetat : air (4 : 1 : 5)	Dragendorf		Orange	0,36
Flavonoid	Silika gel GF 254	n- butanol : asam asetat : air (4 : 1 : 5)	Larutan Citro borat		Kuning	0,28
Tanin	Silika gel GF 254	n-heksan: etil asetat (3:7)	FeCl ₃ 1%		Kuning kehitaman	0,94

Hasil identifikasi kandungan kimia dalam ekstrak buah apel pada penelitian ini memberikan hasil sesuai dengan pustaka. Hal ini menunjukkan bahwa buah apel mengandung zat aktif vitamin C, flavonoid dan tanin mempunyai aktivitas antioksidan.

2. Hasil pengujian sifat fisik gel buah apel

2.1. Organoleptis

Tabel 4. Hasil organoleptis sediaan gel buah apel

Pemeriksaan	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Warna	Coklat	Coklat	Coklat tua
Bau	Khas	Khas	Khas
Konsistensi	Kental	Agak kental	Kurang kental

2.2. Homogenitas. Pengujian homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah pada saat proses pembuatan gel bahan aktif obat dengan bahan dasarnya dan bahan tambahan lain yang diperlukan tercampur secara homogen. Persyaratannya harus homogen sehingga gel yang dihasilkan mudah digunakan dan terdistribusi merata pada penggunaan kulit.

2.3. Uji pH. Pengujian pH dilakukan pemeriksaan untuk mengetahui sediaan gel yang telah dibuat bersifat asam atau basa.

Tabel 5. Hasil uji pH sediaan gel buah apel

Formula	pH	SD
I	4,66	0,032
	4,65	
	4,60	
II	4,44	0,083
	4,56	
	4,54	
III	4,00	0,075
	3,85	
	3,92	

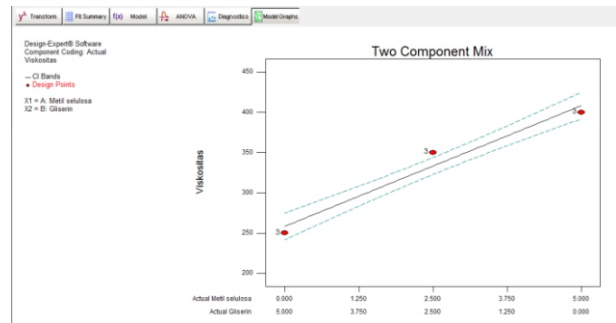
Hasil pengamatan uji pH gel di atas menunjukkan bahwa pH paling asam adalah formula III, diikuti formula II dan yang paling kecil formula I.

2.4. Hasil pemeriksaan besarnya viskositas

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan besarnya viskositas

Formula	1	2	3	SD
Formula I	400	400	400	0
Formula II	350	350	350	0
Formula III	250	250	250	0

Berdasarkan data pada tabel di atas didapatkan *contour plot* untuk respon viskositas dengan metode *Simplex Lattice Design* sebagai berikut :

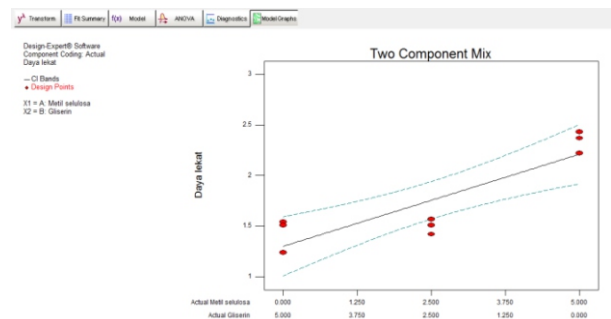


2.5. Hasil uji daya lekat sediaan gel buah apel

Tabel 7. Hasil uji daya lekat sediaan gel buah apel

Formula	1	2	3	SD
Formula I	2,22	2,43	2,37	0,51
Formula II	1,42	1,57	1,51	0,50
Formula III	2,37	1,54	1,51	0,49

Berdasarkan data pada tabel di atas didapatkan *contour plot* untuk respon daya lekat dengan metode *Simplex Lattice Design* sebagai berikut :

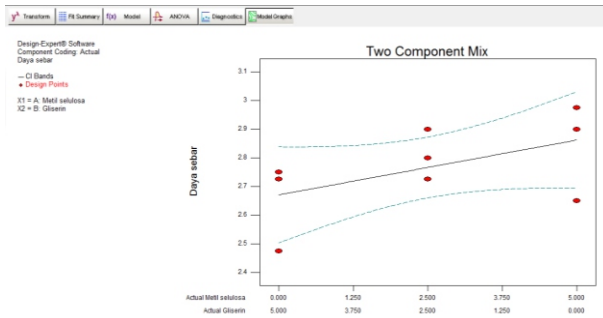


2.6. Hasil daya sebar sediaan gel buah apel

Tabel 8. Hasil daya sebar sediaan gel buah apel

Formula	Replikasi I	Replikasi II	Replikasi III	SD
I	2,95	2,90	3,03	0,14
II	3,14	2,8	3,1	0,12
III	2,88	3,03	2,65	0,24

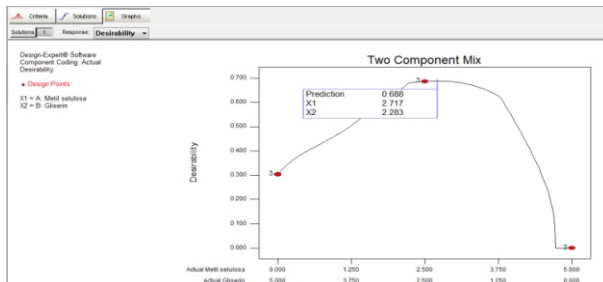
Berdasarkan data pada tabel di atas didapatkan *contour plot* untuk respon daya sebar dengan metode *Simplex Lattice Design* sebagai berikut :



3. Penentuan formula optimum gel buah apel

Penentuan formula optimum gel ekstrak buah apel didasarkan dari sifat fisik gel dari ketiga formula yaitu dengan melihat parameter viskositas, daya sebar, daya lekat.

Berdasarkan program *design-expert* 8.0.6.1.trial. didapatkan formula optimum yang diprediksi dari program dengan komposisi metil selulosa 2,717 dan gliserin 2,283. Nilai optimum prediksi dan dari pengujian fisik viskositas 325, daya lekat 1,835 dan daya sebar 2,725 . Berikut ini adalah *contour plot* formula optimum prediksi soft ware *design-expert* 8.0.6.1 trial.



3.1. Viskositas. Viskositas sangat berpengaruh terhadap efektifitas terapi yang diinginkan serta kenyamanan dalam penggunaan sehingga tidak boleh terlalu keras dan encer. Viskositas gel yang terlalu encer menyebabkan waktu lekat dari basis sebentar sehingga efektifitas penghantaran zat aktif menjadi rendah, begitupun sebaliknya.

Tabel 8. Hasil viskositas(dPas) gel optimum buah apel

Prediksi	Percobaan	Signifikasi	Kesimpulan
325	310		
325	290	0,49	Ada beda signifikasi
325	300		

Dari data uji t diperoleh nilai signifikasi < 0,05 maka ada beda. Dari tabel di atas, terlihat bahwa nilai signifikasi formula optimum hasil prediksi dan hasil percobaan lebih kecil dari 0,05 sehingga daya lekat antara formula hasil prediksi dan hasil percobaan ada beda signifikan.

3.2. Daya lekat. Hasil uji daya lekat formula optimum sebagai berikut :

Tabel 9. Hasil daya lekat(detik) gel optimum buah apel

Prediksi	Percobaan	Signifikasi	Kesimpulan
1,835	1,210		
1,835	1,320	0,006	ada beda signifikasi
1,835	1,160		

Dari tabel di atas, terlihat bahwa nilai signifikasi formula optimum hasil prediksi dan hasil percobaan lebih kecil dari 0,05 sehingga daya lekat antara formula hasil prediksi dan hasil percobaan ada beda signifikan.

3.3. Daya sebar. Hasil uji daya sebar formula optimum sebagai berikut

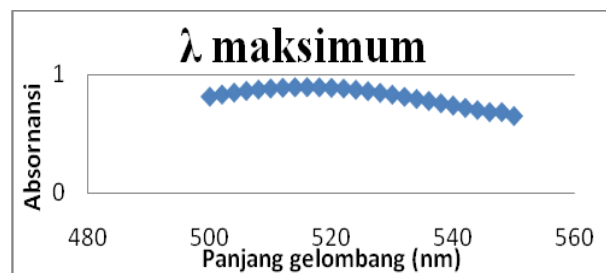
Tabel 10. Hasil daya sebar (cm) gel optimum buah apel

Prediksi	Percobaan	Signifikasi	Kesimpulan
2,725	2,650		
2,725	2,525	0,107	tidak beda signifikasi
2,725	2,650		

Dari tabel di atas, terlihat bahwa nilai signifikasi formula optimum hasil prediksi dan hasil percobaan lebih besar dari 0,05 sehingga daya sebar antara formula hasil prediksi dan hasil percobaan tidak beda signifikan.

4. Hasil pengujian aktivitas antioksidan

4.1. Penentuan panjang gelombang maksimum. Hasil penentuan lamda maksimum diperoleh 517 nm



Gambar 1. Pengukuran absorbansi panjang gelombang maksimum

4.2. Penentuan *operating time*. Hasil penentuan *operating time* didapatkan hasil yang stabil yaitu 25 – 45 menit.

4.3. Hasil pengujian aktivitas antioksidan. Hasil pengujian aktivitas antioksidan pembanding vitamin C, ekstrak dan gel optimum dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil pengujian aktivitas antioksidan ekstrak buah apel

Sediaan	IC ₅₀ (ppm)
Vitamin C	2,14
Ekstrak apel	60,73
Gel optimum	163,25

Dari tabel di atas terlihat bahwa aktivitas antioksidan dari ekstrak dan gel optimum dari buah apel lebih rendah dibandingkan vitamin C. Tetapi aktivitas antioksidan pada ekstrak buah apel lebih poten daripada gel optimum ekstrak buah apel, bisa dilihat dari harga IC₅₀ ekstrak buah apel sebesar 60,73 ppm, sedangkan IC₅₀ gel optimum ekstrak buah apel sebesar 163,25 ppm. Berkurangnya aktivitas antioksidan pada gel optimum ekstrak buah gel dikarenakan tercampurnya ekstrak dengan bahan-bahan pembuatan gel. Dimana semakin rendah nilai IC₅₀ suatu bahan, maka semakin tinggi aktivitas antioksidan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pertama, ekstrak buah apel (*Pyrus malus* L.) dapat dibuat gel.
 Kedua, gel ekstrak buah apel (*Pyrus malus* L.) terbukti memiliki aktivitas antioksidan.
 Ketiga, harga IC₅₀ dari gel buah apel (*Pyrus malus* L.) sebesar 162,25 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani. 2007. Analisis Daya Saing Apel (*Malus Sylvestris* Mill) Di Sentra Produksi Kota Batu Propinsi Jawa Timur. Skripsi. Jurusan Ilmu -ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Bolton. S. 1997. *Pharmaceutical Statistics and Clinical Applicatio*. 3rd edision. 610-613. Marcel Dekker Inc. New York. Hlm 610-613
- [Departemen Kesehatan RI].1995. *Farmakope Indonesia*. Jilid IV. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia
- Hernani M. dan Rahardjo, M. 2005. *Tanaman berkhasiat Antioksidan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kurniawan A. 2011. *Aktivitas antioksidan dan potensi hayati dari kombinasi ekstrak empat jenis tanaman obat Indonesia*. Bogor: [skripsi] Departemen Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Rowe R., Shekey P., Waller P. 2006. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. Edisi keempat. Washington DC: *Pharmaceutical Press and American Pharmaceutical Association*
- Saifullah T.N. dan Kuswahyuningsih R. 2008. *Teknologi & Formulasi Sediaan Semipadat*. Yogyakarta: Laboratorium Teknologi Farmasi Fakultas Farmasi. Universitas Gajah Mada.
- Winarsih H.2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: penerbit Kanisius
- Windono, T., Soedirman, S., Yudawati, U., Ermawati, E., Srielita, A., Erowati, T.I., 2001. Uji Peredaman Radikal Bebas Terhadap 1,1-Diphenyl-2-Picrlyhidrazyl (DPPH) dari Ekstrak Kulit Buah dan Biji Anggur (*Vitis vinifera* L.) Probolinggo Biru dan Bali, *Artocarpus*, Vol. 1, 35-38.