

OPTIMASI KONDISI EKSTRAKSI MENGGUNAKAN ENZIM DENGAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY* (RSM) TERHADAP EKSTRAK KELOPAK BUNGA ROSELA (*Hibiscus sabdariffa* L)

OPTIMIZATION CONDITION EXTRACTION USED ENZYME WITH *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY* TO EXTRACT ROSELLE PETALS (*Hibiscus sabdariffa* L)

Mardiah¹, RN Hasanah^{1a}, N Novidahlia¹, AEZ Hasan²

¹Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi Fakultas Ilmu Pangan Halal Universitas Djuanda Bogor, Jl, Tol Ciawi No. 1, Kotak Pos 35 Ciawi, Bogor 16720.

²Jurusan Biokimia Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.

^aKorespondensi: Rima Nidaul Hasanah, E-mail: rimanh12@gmail.com

(Diterima: 27-09-2018; Ditelaah: 29-09-2018; Disetujui: 30-10-2018)

ABSTRACT

Roselle petals can be made into extracts as a source of raw material for food products and other products. Previous research states that the use of pectinase and cellulase enzymes can increase the yield including the anthocyanin content. This study aims to optimize the extraction conditions of roselle flower petals (*Hibiscus sabdariffa* L.) using pectinase and cellulase enzymes by using Response Surface Methodology (RSM). The treatment conditions were using pectinase and cellulase enzyme (1: 1) with concentrations in the range between 500-1500 ppm, extraction temperature between 35-65 °C and extraction time between 30-90 minutes. Analysis of the best treatment was carried out on the yield level, anthocyanin content and total dissolved solids tested using central composite design, obtained R2 values for the three responses of 0.6. The results showed that based on the surface response, the optimum conditions of the best extraction of the rosella at the addition of enzyme concentration of 1000 ppm, extraction temperature of 50 °C and extraction time of 10 minutes. In this condition, the yield of dried extracts of rosella was 84,20%, anthocyanins content 479,70 mg/L and total soluble solid 2,13 °Brix.

Keywords: Anthocyanin, cellulase, pectinase, *response surface methodology*, roselle.

ABSTRAK

Ekstrak kelopak bunga rosela banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pada produk pangan maupun non-pangan. Berdasarkan penelian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan pektinase dan selulase dapat meningkatkan kadar antosianin yang diperoleh dari ekstrak. Pada penelitian ini, dilakukan optimasi kondisi ekstraksi kelopak bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) menggunakan pektinase dan selulase dengan Response Surface Methodology (RSM) dengan perlakuan konsentrasi penambahan pektinase dan selulase 1:1 (500-1500 ppm), suhu ekstraksi (35-65 °C) dan waktu ekstraksi (30-90 menit). Pengaruh konsentrasi penambahan enzim, suhu dan waktu ekstraksi terhadap rendemen, kadar antosianin dan total padatan terlarut diuji dengan menggunakan central composite design, diperoleh nilai R2 pada ketiga respon sebesar 0,6. Berdasarkan hasil persamaan yang diperoleh pada setiap respon yang dianalisis, kondisi optimum diperoleh pada penambahan konsentrasi enzim 1000 ppm, suhu ekstraksi 50 °C dan waktu ekstraksi 10 menit. Pada keadaan ini diperoleh rendemen sebesar 84,20%, kadar antosianin 479,70 mg/L dan total padatan terlarut 2,13 °Brix.

Kata kunci : Antosianin, pektinase, *response surface methodology*, rosela, selulase.

Mardiah., Hasanah, R. N., Novidahlia, N., & Hasan, A. E. Z. (2018). Optimasi Kondisi Ekstraksi menggunakan Enzim dengan Response Surface Methodology(RSM) terhadap ekstra kelopak bunga Rosela(*Hibiscus sabdariffa* L). Jurnal Pertanian, 9(2), 84-91.

PENDAHULUAN

Rosela dengan nama ilmiah *Hibiscus sabdariffa* L. termasuk family Malvaceae yang dapat tumbuh di daerah yang memiliki iklim tropis maupun subtropis, selain rosela tanaman ini juga dikenal dengan nama karkade dan sorrel. Kelopak bunga tanaman rosela berwarna merah dan ungu mengandung senyawa antioksidan flavonoid yaitu antosianin. Ekstrak kelopak bunga rosela banyak dimanfaatkan sebagai produk intermediate pada produk pangan, kosmetika dan obat-obatan. Oleh karena itu, banyak dikembangkan penelitian mengenai ekstraksi rosela dengan menggunakan beberapa macam metode agar diperoleh rendemen dan kadar antosianin yang tinggi.

Ekstraksi kelopak bunga rosela segar yang dilakukan dengan cara maserasi dengan ditambahkan enzim pektinase dan selulase (1:1) 1000 ppm pada suhu 50°C selama 60 menit dapat meningkatkan rendemen ekstrak sebesar 73,31% dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan enzim (Fitri, 2017). Ekstrak kelopak bunga rosela segar memiliki nilai antosianin yang stabil mencapai 10 hari pada suhu kamar dan 36 hari apabila disimpan didalam refrigerator (Fitri,2017). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Fitri (2017) dilakukan optimasi untuk menentukan perlakuan terbaik yaitu konsentrasi penambahan enzim, suhu dan waktu ekstraksi dengan respon yang dianalisis meliputi rendemen ekstrak, kadar antosianin dan nilai total padatan terlarut.

Total antosianin pada rosela segar lebih tinggi dibandingkan dengan rosela kering (Mardiah et al, 2015). Hal ini disebabkan karena antosianin mudah rusak oleh suhu tinggi. Rosela kering mengalami pemanasan pada suhu tinggi terlebih dahulu sehingga dapat menurunkan total antosianin pada ekstrak rosela. Penelitian yang dilakukan oleh Fitri (2017) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan dan total fenolik pada rosela segar lebih tinggi dibandingkan dengan rosela kering. Namun, nilai rendemen yang diperoleh pada ekstrak rosela segar lebih rendah dibanding dengan ekstrak rosela kering.

Optimasi adalah suatu tindakan untuk mendapatkan kondisi terbaik atau paling efektif yang digunakan pada situasi tertentu. Optimasi kondisi ekstraksi rosela dilakukan agar diperoleh rendemen yang tinggi dengan kandungan antosianin yang optimal. *Response Surface Methodology* (RSM) merupakan metode yang dapat digunakan untuk menentukan kondisi ekstraksi agar diperoleh respon yang optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi optimum pada saat ekstraksi rosela segar agar diperoleh nilai rendemen dan kadar antosianin yang maksimal.

MATERI DAN METODE

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kelopak rosela segar, enzim pektinase dan selulase, aquadest, dan asam sitrat 1%. Bahan-bahan yang digunakan untuk penentuan total antosianin seperti KCl, Na-Asetat, Aquades, CH₃COOH dan HCl serta bahan penunjang lainnya.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan analitik, peralatan gelas, sarung tangan, waterbath, kain saring, vacum evaporator, refraktometer dan spektrofotometer UV-VIS dan alat penunjang lainnya.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan selama 2 bulan yaitu pada bulan Mei- Juni 2018. Penelitian akan dilaksanakan di Laboraturium Institut Pertanian Bogor dan Laboratorium Sains Universitas Djuanda Bogor.

Metode Penelitian

Tahap Ekstraksi

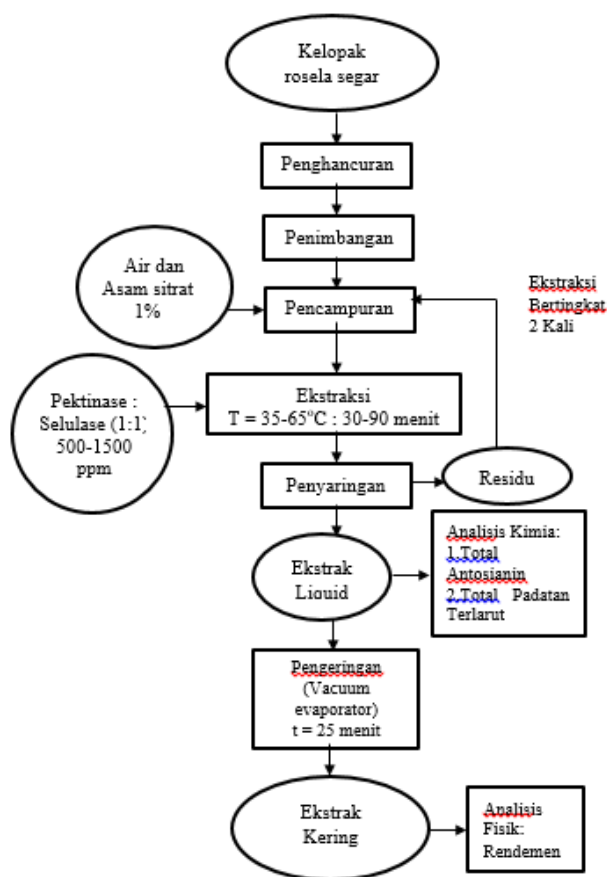
Perlakuan pada tahap ekstraksi dilakukan menggunakan desain percobaan *Response Surface Methodology* (RSM) melalui aplikasi statistik Design-Expert®7.00 Trial. Response surface yang digunakan adalah CCD (Central Composite Design). Komponen dalam percobaan adalah konsentrasi penambahan enzim, suhu dan waktu ekstraksi. Skala konsentrasi penambahan enzim antara 500-1500 ppm, suhu 35-65°C dan waktu ekstraksi antara dan 30-90 menit (Fitri, 2017).

Tabel 1. Perlakuan konsentrasi penambahan enzim, suhu dan waktu ekstraksi

No	Faktor A Konsentrasi Enzim (ppm)	Faktor B Suhu (°C)	Faktor C Waktu (menit)
1	1000	50	60
2	1000	50	60
3	1000	25	60
4	1000	50	60
5	500	65	30
6	1500	65	30
7	1500	35	90
8	1000	50	110
9	1000	50	60

10	500	35	90
11	1500	35	30
12	1000	50	10
13	1500	65	90
14	1000	50	60
15	500	65	90
16	1000	75	60
17	1000	50	60
18	1841	50	60
19	159	50	60
20	500	35	30

Gambar1. Proses Ekstraksi kelopak bunga rosela segar (Modifikasi Khairunnisa, 2016)



Analisis Produk

Analisis produk mencakup analisis fisik dan analisis kimia. Analisis fisik dilakukan perhitungan

Tabel 2. Hasil uji konsentrasi penambahan enzim, suhu dan waktu ekstraksi terhadap rendemen ekstrak, kadar antosianin, dan total padatan telarut

No	Faktor 1 Konsentrasi Enzim (ppm)	Faktor 2 Suhu (C)	Faktor 3 Waktu (menit)	Rendemen (%)	Kadar Antosianin (mg/L)	Total Padatan Terlarut (°Brix)
1	1000	50	60	84,59	440,2728	2,2

rendemen ekstrak dihitung dalam persen basis kering dimana bobot sampel yang sudah dikeringkan dibagi dengan bobot kering bahan.

Pada Analisis kimia dilakukan penentuan kadar antosianin ekstrak dengan metode pH diferensial (Giusti dan Worldstad, 2001) dan penentuan total padatan terlarut menggunakan refractometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

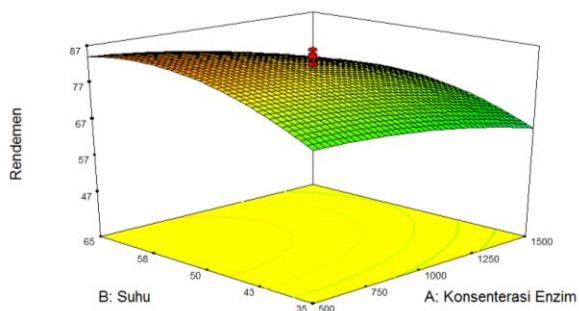
Ekstraksi Kelopak Bunga Rosela

Perlakuan diperoleh dari hasil *running* RSM dengan *center point* pada konsentrasi penambahan enzim 1000 ppm, suhu ekstraksi 50 °C dan waktu ekstraksi 60 menit. Hasil pengujian dari berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 2.

2	1000	50	60	78,53	525,5509	2,2
3	1000	25	60	47,96	299,4648	2
4	1000	50	60	73,57	456,1385	2,2
5	500	65	30	76,95	396,6422	2
6	1500	65	30	90,79	412,5078	2,2
7	1500	35	90	74,07	335,1626	2
8	1000	50	110	54,09	592,98	2,1
9	1000	50	60	82,02	446,2224	2,1
10	500	35	90	64,92	410,5246	2
11	1500	35	30	68,22	426,3903	2
12	1000	50	10	83,43	424,4071	2,2
13	1500	65	90	59,69	539,4333	2,1
14	1000	50	60	85,88	368,8772	2,1
15	500	65	90	83,69	279,6327	2,2
16	1000	75	60	72	354,9947	2,1
17	1000	50	60	83,93	384,7429	2,1
18	1841	50	60	53,59	341,1123	2
19	159	50	60	86,15	293,5152	2,1
20	500	35	30	79,28	323,2634	1,9

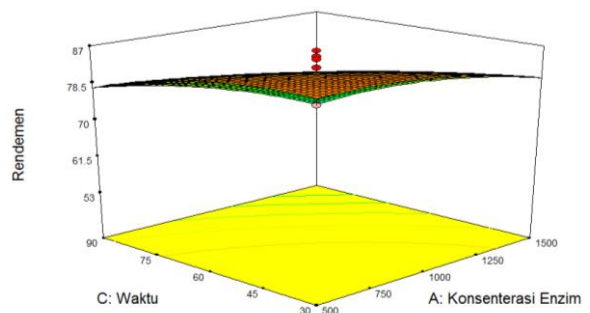
Rendemen Ekstrak Kelopak Bunga Rosela

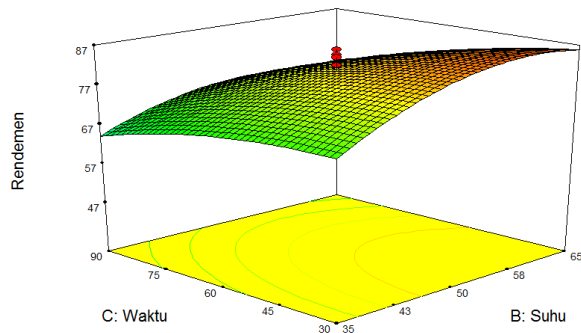
Nilai rendemen tertinggi pada perlakuan konsentrasi enzim 1500 ppm, suhu ekstraksi 65°C dan waktu 30 menit didapatkan rendemen sebesar 90,79% sedangkan nilai rendemen terendah didapatkan pada perlakuan konsentrasi enzim 1000 ppm, suhu ekstraksi 25°C dan waktu ekstraksi 60 menit sebesar 47,96%. Pengaruh perlakuan penambahan konsentrasi enzim, suhu dan waktu ekstraksi terhadap rendemen ekstrak kelopak bunga rosela dapat dilihat pada gambar 2, 3 dan 4.



Gambar 3. Grafik 3 dimensi Hubungan antara konsentrasi penambahan enzim dan waktu ekstraksi terhadap respon rendemen ekstrak kelopak bunga rosela

Gambar 2. Grafik 3 dimensi Hubungan antara konsentrasi penambahan enzim dan suhu ekstraksi terhadap respon rendemen ekstrak kelopak bunga rosela.



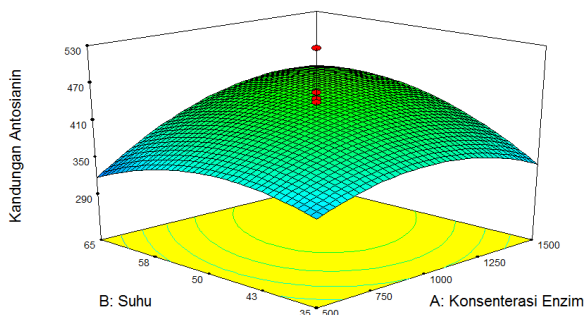


Gambar 4. Grafik 3 dimensi Hubungan antara suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon rendemen ekstrak kelopak bunga rosela

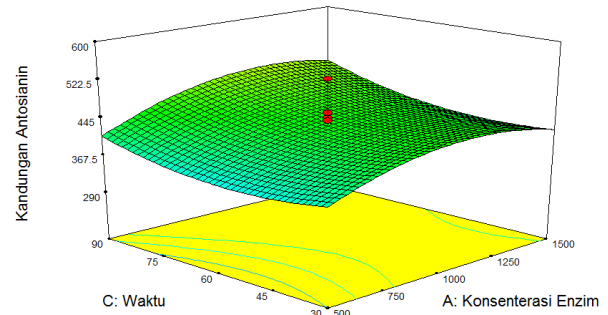
Nilai rendemen dapat dipengaruhi oleh banyaknya konsentrasi enzim yang ditambahkan. Menurut Akesowan dan Choonhahirun (2013) menyatakan bahwa penambahan enzim pektinase dapat meningkatkan rendemen pada jus jambu biji dimana hal tersebut menunjukkan bahwa pektinase termasuk pektin metil-esterase dan poligalakturonase berperan dalam hidrolisis pektin. Penggunaan pektinase berpotensi menghidrolisis polisakarida yang larut (viskositas tinggi) menjadi gula dan molekul lain yang lebih sederhana (viskositas rendah) sehingga dapat meningkatkan nilai rendemen ekstrak. Selulase dapat memecah ikatan glikosidik β -1,4 yang terdapat pada selulosa, selodekstrin, selobiosa dan turunan selulosa lainnya yang kemudian menghasilkan glukosa.

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi maka akan semakin tinggi pula rendemen ekstrak yang diperoleh kemudian cenderung datar pada suhu 50 oC. Menurut Lee et al (2005), kenaikan suhu pada saat ekstraksi dengan penambahan pektinase dapat meningkatkan proses enzimatik yang dilakukan oleh pektinase, sehingga lebih banyak polisakarida yang terhidrolisis.

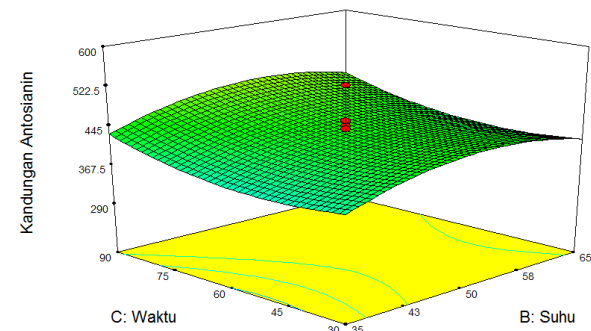
Antosianin Ekstrak Kelopak Bunga Rosela



Gambar 5. Grafik 3 dimensi Hubungan antara konsentrasi penambahan enzim dan suhu ekstraksi terhadap respon kadar antosianin ekstrak kelopak bunga rosela.



Gambar 6. Grafik 3 dimensi Hubungan antara konsentrasi penambahan enzim dan waktu ekstraksi terhadap respon kadar antosianin ekstrak kelopak bunga rosela.



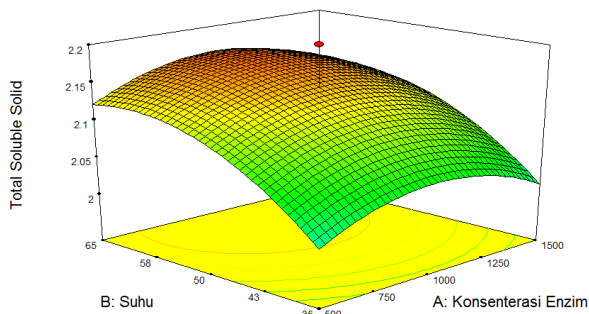
Gambar 7. Grafik 3 dimensi Hubungan antara suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon kadar antosianin ekstrak kelopak bunga rosela.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5, 6 dan 7 menunjukkan bahwa pada perlakuan konsentrasi penambahan enzim, semakin banyak enzim yang ditambahkan maka kadar antosianin akan meningkat hingga mencapai 1000 ppm kemudian grafik cenderung datar pada konsentersasi penambahan enzim lebih dari 1000 ppm. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentersasi enzim yang ditambahkan maka akan lebih banyak pula polisakarida yang terdapat pada dinding sel terhidrolisis, sehingga antosianin yang terdapat pada sel tumbuhan akan keluar dan kadar antosianin akan meningkat. Pada perlakuan suhu ekstraksi diketahui bahwa kadar antosianin meningkat hingga mencapai suhu 50 °C kemudian cenderung menurun apabila suhu ekstraksi lebih dari 50oC. Hasil dari penelitian Gong et al (2014) menyebutkan bahwa pada suhu ekstraksi dibawah 50 °C ekstraksi antosianin akan terhambat dan apabila suhu terlalu tinggi dapat menyebabkan antosianin terdegradasi. Pada perlakuan waktu ekstraksi diperoleh grafik antosianin cenderung tidak mengalami perubahan yang signifikan.

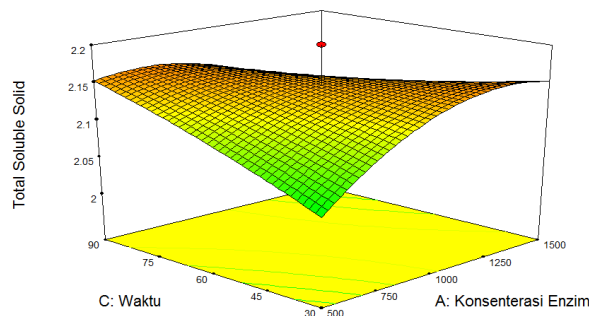
Antosianin bersifat tidak stabil dan mudah mengalami degradasi. Menurut Andarwulan dan Faradila (2012), salah satu faktor yang dapat

mempengaruhi stabilitas antosianin adalah temperatur. Pemanasan dapat merusak antosianin melalui dua tahap yaitu hidrolisis terjadi pada ikatan glikosidik antosianin sehingga menghasilkan aglikon-aglikon yang tidak stabil kemudian cicin aglikon terbuka membentuk gugus karbinol dan kalkon (Andarwulan dan Faradila, 2012). Degradasi akibat pemanasan ini mengarah pada bentuk yang tidak berwarna. Selain suhu, kerusakan antosianin juga dapat dipengaruhi oleh cahaya dan oksigen. Oleh karena itu, waktu ekstraksi yang terlalu lama dapat menurunkan kadar antosianin karena antosianin yang telah terekstrak dapat rusak oleh cahaya dan oksigen yang berasal dari lingkungan pada saat ekstraksi.

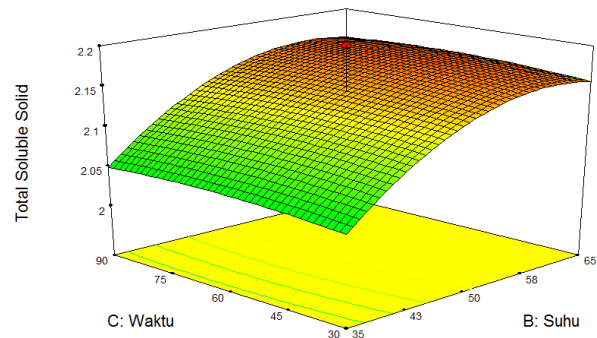
Total Padatan Terlarut Ekstrak Kelopak Bunga Rosela



Gambar 8. Grafik 3 dimensi Hubungan antara konsentrasi penambahan enzim dan suhu ekstraksi terhadap respon total padatan terlarut (TPT) ekstrak kelopak bunga rosela.



Gambar 9. Grafik 3 dimensi Hubungan antara konsentrasi penambahan enzim dan waktu ekstraksi terhadap respon total padatan terlarut (TPT) ekstrak kelopak bunga rosela.



Gambar 10. Grafik 3 dimensi Hubungan antara suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon total padatan terlarut (TPT) ekstrak kelopak bunga rosela.

Berdasarkan grafik pada Gambar 9, 10 dan 11 menunjukkan bahwa pada perlakuan konsentrasi penambahan enzim dan waktu ekstraksi cenderung tidak mengalami perubahan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan suhu ekstraksi. Semakin tinggi suhu ekstraksi maka akan semakin tinggi pula nilai total padatan terlarut ekstrak kelopak bunga rosela. Hal ini dikarenakan peningkatan suhu dapat meningkatkan reaksi enzimatik pada enzim pektinase dan selulase. Reaksi enzimatik dapat menyebabkan dinding sel menjadi lebih bersifat permeabel, sehingga nilai total padatan terlarut menjadi meningkat (Makebe et al, 2017).

Perhitungan total padatan terlarut bertujuan untuk mengetahui sejauh mana enzim dapat bekerja, dimana pektinase dan selulase dapat mengubah struktur polisakarida yang terdapat pada tanaman menjadi glukosa yang memiliki struktur yang lebih sederhana dan berpengaruh terhadap kenaikan total glukosa pada ekstrak. Menurut Byarugaba-Bazirake (2008), tingginya total padatan terlarut pada jus yang diekstrak dengan penambahan enzim menunjukkan degradasi dinding sel pektin, selulosa dan hemiselulosa, menghasilkan glukosa yang dapat meningkatkan nilai oBrix. Penelitian yang telah dilakukan oleh Akesowan dan Choonhahirun (2013) mengenai pembuatan jus jambu biji dengan penambahan enzim menghasilkan nilai total padatan terlarut sebesar 5,60 oBrix.

Optimasi Ekstraksi Kelopak Bunga Rosela

Ekstraksi kelopak bunga rosela dilakukan untuk mengisolasi kandungan antosianin yang terdapat pada bunga rosela. Oleh karena itu, respon yang diharapkan pada ekstrak kelopak bunga rosela adalah nilai rendemen dan kadar antosianin yang tinggi. Pada penelitian ini, ekstraksi dilakukan dengan penambahan enzim, oleh karena itu dilakukan pengujian TPT untuk mengetahui sejauh mana enzim dapat bekerja. Enzim yang digunakan adalah pektinase dan selulase dengan perbandingan 1:1. Pektinase dan Selulase dapat mengubah molekul

polisakarida menjadi glukosa sehingga total gula pada ekstrak meningkat diindikasikan dengan meningkatnya °Brix. Ekstrak rosela yang diharapkan pada penelitian ini adalah ekstrak rosela yang memiliki nilai rendemen yang tinggi, kadar antosianin yang tinggi dan total padatan terlarut yang tinggi pula.

Pada setiap respon yang dianalisis diperoleh suatu persamaan dimana variabel respon dipengaruhi oleh variabel independen. Variabel respon dilambangkan dengan huruf *y*. Variabel independen mencakup konsentrasi penambahan enzim (ppm) dilambangkan dengan X1, suhu ekstraksi (°C) dilambangkan dengan X2 dan waktu ekstraksi (menit) dilambangkan dengan X3. Hasil persamaan yang diperoleh dilakukan perhitungan dengan memasukkan nilai konsentrasi penambahan enzim (ppm), suhu ekstraksi (°C) dan waktu ekstraksi (menit) sebagai variabel independen yang akan menghasilkan nilai respon (*y*) dapat dilihat pada lampiran 8. Setelah didapatkan nilai respon dari hasil persamaan kemudian dilakukan ekstraksi kembali untuk mendapatkan respon aktual. Pada penelitian ini tidak dilakukan ekstraksi kembali dari nilai respon yang telah didapatkan dari hasil persamaan.

Berdasarkan nilai *y* yang diperoleh dari persamaan pada setiap respon yang dianalisis maka dipilih perlakuan yang dapat menghasilkan nilai *y* tertinggi yaitu perlakuan dengan konsentrasi penambahan enzim 1000 ppm, suhu ekstraksi 50 °C dan waktu ekstraksi 10 menit dapat menghasilkan 84,20%, total antosianin 479,70 mg/L dan nilai total padatan terlarut sebesar 2,13 °Brix.

KESIMPULAN

Perbedaan perlakuan konsentrasi penambahan enzim, suhu ekstraksi dan waktu ekstraksi tidak memiliki pengaruh terhadap rendemen dan kadar antosianin ekstrak kelopak bunga rosela. Total padatan Terlarut dipengaruhi oleh perbedaan suhu ekstraksi sedangkan perbedaan perlakuan konsentrasi penambahan enzim dan waktu ekstraksi tidak memiliki pengaruh terhadap total padatan terlarut. Ekstrak kelopak bunga rosela optimum diperoleh pada kondisi konsentrasi penambahan enzim 1000 ppm, suhu ekstraksi 50 oC dan waktu ekstraksi 10 menit. Pada kondisi ini, ekstrak kelopak bunga rosela menghasilkan rendemen 84,20%, kadar antosianin 479,70 mg/L dan total padatan terlarut 2,13 oBrix.

Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui respon aktual dari persamaan yang diperoleh kemudian perlu dilakukan penelitian lanjutan agar ekstrak kelopak

bunga rosela terpilih dapat diaplikasikan sebagai produk pangan olahan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Akesowan, A. and Choonhahirun, A. 2013. Effect of Enzyme Treatment on Guava Juice Production Using Response Surface Methodology. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 23(1):114-120.
- Andarwulan, N dan Faradilla, R.F. 2012. Pewarna Alami untuk Pangan. *South East Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center, Bogor.*
- Byarugaba-Bazirake, G.W. 2008. *The Effect of Enzymatic Processing on Banana Juice and Wine [dissertation]. Faculty of AgriSciences, Stellenbosch University, South Africa.*
- Fitri, S. 2017. *Penambahan Enzim pada Ekstrak Rosella (Hibiscus sabdariffa L.) Segar dan Kering, dan Pengaruhnya terhadap Antioksidan, Fenol dan Uji Stabilitas Selama Penyimpanan [skripsi]. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Ilmu Pangan Halal. Universitas Djuanda Bogor, Bogor.*
- Giusti, M.M., dan Worlstad, R.E. 2001. *Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. Oregon State University. Available at <http://does.org/masterli/facsample.htm-37k>. (diakses 09 Febuari 2018).*
- Gong, H., Li, Q., and Yang, Z. 2014. Optimization of Enzyme-Assisted Extraction of Anthocyanins from Blackberry (*Rubus fruticosus L.*) Juice Using Response Surface Methodology. *African Journal Pharmacy and Pharmacology* 8(34) : 841-848
- Khoirunnisa, M. 2016. *Penggunaan Enzim Pektinase, Sellulase, dan Glukoamilae untuk Meningkatkan Rendemen Ekstrak Kelopak Bunga Rosela (Hibiscus sabdariffa L.. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda Bogor, Bogor.*
- Lee, W.C., Yusof, S., Hamid, N.S.A dan Baharin, B.S. 2005. Optimizing Conditions for Enzymatic Clarification of Banana Juice using Response Surface Methodology (RSM). *Journal of Food Engineering* 73 (2006) : 55-63

- Makebe, C.W., Desobgo, Z.S.C., dan Nso, E.J. 2017. Optimization of The Juice Extraction Process and Investigation on Must Fermentation of Overripe Giant Horn Plantains. doi:10.3390/beverages3020019. [8 September 2018].
- Mardiah. Zakaria, R.F., Prangdimurti, E., Damanik, R. 2015. Perubahan Kandungan Kimia Sari Rosela Merah dan Ungu (*Hibiscus sabdariffa*.) Hasil Pengeringan Menggunakan Cabinet Dryer dan Fluidized Bed Dryer. *J Teknologi Industri Pertanian* 25(1): 1-7