

## PENGARUH JENIS AMPAS ROSELLA (*Hibiscus sabdariffa* L.) DAN METODE HIDROLISIS TERHADAP KOMPONEN PANGAN FUNGSIONAL

Eveline<sup>1\*</sup>, Antonius Herry Cahyana<sup>2</sup>, Juanita Rahmawati Widjojo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Pelita Harapan

Jl. UPH Tower, Lippo Karawaci, Tangerang 15811

<sup>2</sup> Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Indonesia

Kampus UI, Depok 16424

\*e-mail: eveline.fti@uph.edu

### Abstrak

Antioksidan dan serat pangan merupakan jenis komponen pangan fungsional yang berperan penting bagi kesehatan manusia. Pada industri pangan, Rosella menjadi salah satu bahan baku pangan fungsional oleh karena tingginya kandungan antosianin dan serat pangan. Namun, proses pengolahan menghasilkan ampas yang bermasalah bagi lingkungan, padahal ampas Rosella masih mengandung serat pangan dan komponen antioksidan. Tingkat kelarutan ampas Rosella yang rendah menyebabkan diperlukannya metode hidrolisis untuk meningkatkan nilai tambah ampas Rosella dan sekaligus menjadi solusi masalah limbah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh jenis ampas Rosella (merah dan ungu) dan metode hidrolisis (HCl dan enzim selulase) terhadap komponen pangan fungsional (antioksidan dan serat pangan). Kedua jenis ampas Rosella masing-masing dihidrolisis melalui metode berbeda dengan perlakuan tanpa hidrolisis sebagai kontrol. Ampas Rosella (terutama Rosella ungu) tanpa perlakuan hidrolisis berpotensi sebagai bahan baku pangan fungsional karena mengandung serat pangan larut air (2,87%), serat pangan tidak larut air (0,76%), antosianin (29,64%), dan senyawa fenolik (60,44%). Hidrolisis dengan selulase memberikan hasil lebih optimal dibandingkan hidrolisis dengan asam; yakni meningkatkan total serat pangan (29%), komponen larut air (3,11%), dan komponen larut etanol (2,13%); namun menurunkan aktivitas antioksidan ampas Rosella ungu. Peningkatan serat pangan tidak signifikan karena kondisi hidrolisis kurang optimal.

**Kata kunci:** antioksidan, hidrolisis, Rosella, serat\_pangan

### PENDAHULUAN

Rosella merupakan salah satu tanaman kaya antosianin sebagai antioksidan. Penelitian Tsai dkk. (2002) menyebutkan bahwa sebanyak 85% antosianin pada Rosella berupa *delphinidin-3-sambubioside* dan *cyanidin-3-sambubioside* berpotensi mencegah berbagai penyakit kronis. Bunga Rosella juga kaya akan komponen nutrisi penting; seperti vitamin, mineral, asam amino esensial, serat pangan, dan protein (Widyanto dan Nelistya, 2008).

Jenis Rosella yang umum digunakan di Indonesia adalah Rosella merah dan ungu. Pemanfaatan Rosella di industri pangan seringkali menghasilkan ampas kelopak bunga yang menjadi masalah bagi lingkungan karena tingginya kandungan senyawa organik. Penelitian Yoon dkk. (2005) dan Stoll dkk. (2003) membuktikan bahwa ampas Rosella masih memiliki kandungan serat pangan dan komponen fitokimia yang dapat diolah kembali menjadi sumber bahan baku pangan fungsional.

Pada penelitian ini dilakukan usaha awal dalam pengolahan ampas kelopak bunga Rosella dengan menggunakan dua macam metode hidrolisis, yakni hidrolisis asam klorida dan hidrolisis enzim selulase. Hidrolisis merupakan salah satu cara dekomposisi kimia untuk memutuskan ikatan kimia dari substansinya atau proses pemecahan senyawa kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana dengan penyisipan molekul air (Savitri dkk., 2009). Usaha ini dilakukan untuk melepaskan senyawa organik berupa komponen fungsional serat pangan dan antioksidan dari ampas kelopak bunga Rosella agar ampas dapat bernilai tambah sekaligus selanjutnya dapat menjadi limbah yang ramah lingkungan.

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengupayakan ampas Rosella sebagai bahan baku pangan fungsional yang dapat memberikan efek kesehatan bagi manusia. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh jenis ampas Rosella (Rosella merah dan Rosella ungu) dan mempelajari pengaruh jenis perlakuan hidrolisis (tanpa perlakuan, hidrolisis

enzim, dan hidrolisis asam) terhadap serat pangan, total monomer antosianin, total fenolik, aktivitas antioksidan, dan kelarutan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain Rosella merah dan ungu “Sorrel”, enzim selulase “Sigma-Aldrich”, etanol, HCl 37%, HCl 25%, larutan *Folin Ciocalteau* p.a, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2%, asam galat, larutan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 0,2 mM, larutan metanol p.a, 0,1 M buffer natrium fosfat pH 6, 4 M HCl, 4 M NaOH, etanol teknis 95%, etanol 78%, aseton, petroleum eter, enzim Termamyl, pepsin, pankreatin, 1 M HCl, 1 M NaOH, buffer pH 4, 0,025 M buffer KCl pH 1, 0,4 M buffer natrium asetat pH 4,5 plastik vakum PE dan akuades. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender “Philips”, timbangan analitik “Sartorius”, cawan penguapan, oven “Memmert”, alat-alat gelas “Schot Duran”, vorteks “Barnstead Thermolyne”, pH meter, *heater*, desikator, kuvet, spektrofotometer *visible* “Barnstead Turner”, *water bath*, *magnetic stirrer*, kertas saring Whatman no.1 dan 4, *stopwatch*, alat penyaring vakum Buchner, soxhlet, *crucible* (*porosity* 2), refluks, *bulp pump*, spatula, dan corong.

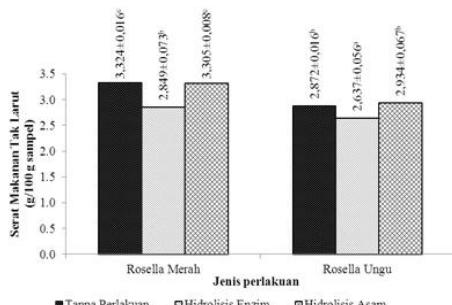
### Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu: tahap persiapan sampel, tahap hidrolisis dengan asam atau enzim selulase, dan tahap analisis (analisis serat pangan, analisis total monomer antosianin dengan metode *ph differential* [AOAC, 2005], analisis total komponen fenolik [Slinkard dan Singleton, 1977], analisis aktivitas antioksidan dengan metode DPPH [Amin dan Lee, 2005], dan uji kelarutan [Yoon dkk., 2005]). Prosedur persiapan sampel, antara lain: perebusan bunga Rosella kering (1:10) pada suhu 100°C selama 5 menit, penyaringan dengan kain saring, pengecilan ukuran dengan blender (1 menit), pengemasan dengan plastik PE kondisi vakum, pengecilan ukuran dengan blender (1 menit), dan penyimpanan dalam *freezer* (-20°C). Prosedur hidrolisis dengan enzim dilakukan dengan cara: *thawing* ampas Rosella beku pada suhu *refrigerator* selama 24 jam, penambahan aquades (1:6), homogenisasi (*magnetic stirrer*, 30 detik), pengaturan kondisi optimal (pH 4, 50°C), penambahan enzim selulase (2000 rpm), inkubasi (6 jam, 50°C), dan inaktivasi enzim (1 menit, 90°C). Hidrolisis asam dilakukan dengan cara: *thawing* ampas Rosella beku pada suhu *refrigerator* selama 24 jam, penambahan aquades (1:6), homogenisasi (*magnetic stirrer*, 30 detik), penambahan HCl 36%, dan inkubasi (6 jam, 50°C).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

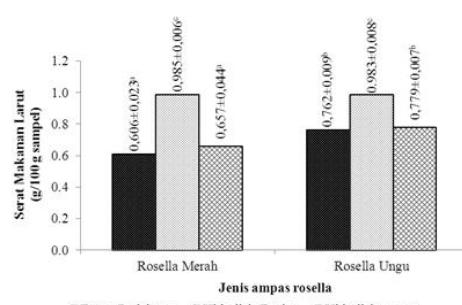
### Analisis Serat Pangan

Analisis serat pangan dibagi menjadi tiga, yaitu serat pangan tak larut, serat pangan larut, dan total serat pangan. Hasil uji statistik ( $\alpha = 5\%$ ) menunjukkan adanya interaksi antara jenis ampas Rosella dan jenis hidrolisis terhadap serat pangan tidak larut dan serat pangan larut, sedangkan pada analisis total serat pangan tidak terdapat interaksi. Gambar 1, 2, 3, dan 4 secara berturut-turut menunjukkan adanya pengaruh jenis ampas Rosella dan jenis perlakuan secara signifikan terhadap serat pangan tak larut, serat pangan larut, dan total serat pangan ( $\alpha = 5\%$ ).



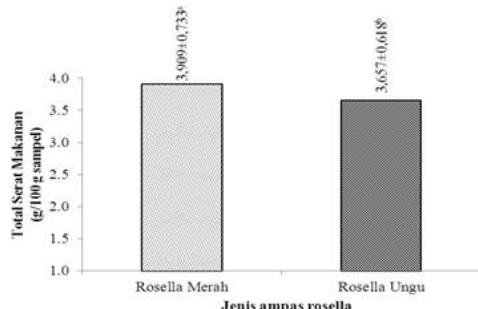
Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ( $\alpha = 5\%$ )

**Gambar 1. Pengaruh jenis ampas dan perlakuan terhadap serat pangan tak larut**



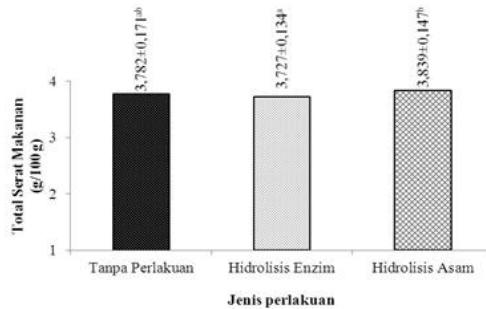
Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ( $\alpha = 5\%$ )

**Gambar 2. Pengaruh jenis ampas dan perlakuan terhadap serat pangan larut**



Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ( $\alpha = 5\%$ )

**Gambar 3. Pengaruh jenis ampas terhadap total serat pangan**



Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ( $\alpha = 5\%$ )

**Gambar 4. Pengaruh jenis perlakuan terhadap total serat pangan**

Jenis ampas Rosella merah menghasilkan jumlah serat pangan tak larut dan total serat pangan lebih besar dibandingkan ampas Rosella ungu, sedangkan jumlah serat pangan larut yang dihasilkan Rosella ungu lebih besar daripada dari ampas Rosella merah. Perbedaan jumlah serat pangan tak larut pada Rosella merah dan ungu disebabkan oleh perbedaan kandungan serat pangan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti varietas, waktu pemanenan, dan kondisi tumbuh.

Jenis perlakuan hidrolisis asam tidak meningkatkan jumlah serat pangan tak larut, serat pangan larut, dan total serat pangan. Jenis perlakuan hidrolisis enzim tidak meningkatkan total serat pangan, menurunkan serat pangan tak larut, namun dapat meningkatkan jumlah serat pangan larut. Penurunan jumlah serat pangan tak larut dengan hidrolisis enzim selulase terjadi akibat enzim selulase mendegradasi dinding sel sebagai komponen tidak larut menjadi komponen sederhana yang lebih larut (Yoon dkk., 2005). Selulosa sebagai penyusun dinding sel tanaman akan terhidrolisis menjadi monosakarida dan memungkinkan terlepasnya pektin yang terdapat pada dinding sel Rosella. Oleh sebab itu, diperoleh peningkatan jumlah serat pangan larut oleh hidrolisis enzim selulase. Menurut Nawirska dan Uklańska (2008) serta Maganha (2010), serat pangan tak larut dapat berupa selulosa, hemiselulosa, lignin, dan *wax*; sedangkan serat pangan larut dapat berupa pektin, *gum*, *mucilages*, hemiselulosa, dan oligosakarida.

### Analisis Total Monomer Antosianin

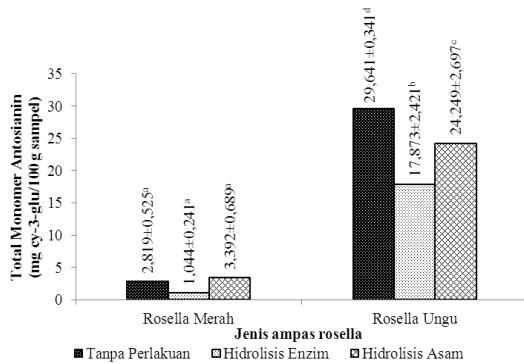
Antosianin merupakan pigmen merah keunguan pada bunga Rosella yang bersifat larut air. Analisis dengan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) oleh Tsai dkk. (2002), komponen antosianin utama pada Rosella adalah *delphinidin-3-sambubioside* (85% dari total antosianin) dan *cyanidin-3-sambubioside*, sedangkan komponen minornya adalah *delphinidin-3-glucoside* dan *cyanidin-3-glucoside* (Aurelio dkk., 2008).

Hasil uji statistik menunjukkan terdapat interaksi antara jenis ampas Rosella dan jenis perlakuan terhadap total monomer antosianin ( $\alpha = 5\%$ ). Gambar 5 menunjukkan adanya pengaruh jenis ampas Rosella dan jenis perlakuan secara signifikan terhadap total monomer antosianin ( $\alpha = 5\%$ ). Jenis ampas Rosella ungu memiliki total monomer antosianin yang lebih tinggi dibandingkan ampas Rosella merah (terhitung sebagai *cyanidin-3-glucoside*). Ottai dkk. (2004) dalam penelitiannya juga menemukan hal serupa dan disebutkan bahwa Rosella ungu adalah nama lain dari Rosella Sudan. Jenis perlakuan hidrolisis menurunkan total monomer antosianin (terutama hidrolisis dengan enzim selulase). Hal ini disebabkan adanya pemanasan (50°C) dan waktu pemanasan (6 jam) saat inkubasi proses hidrolisis yang mempengaruhi kestabilan antosianin (Patras dkk., 2009). Hidrolisis dengan HCl akan menciptakan suasana asam yang mengakibatkan bentuk antosianin didominasi oleh kation flavium berwarna merah (Rein, 2005), sehingga meningkatkan pendektsian pada pengukuran absorbansi dengan spektrofotometer ( $\lambda = 520$  dan 700 nm).

## Analisis Total Fenolik

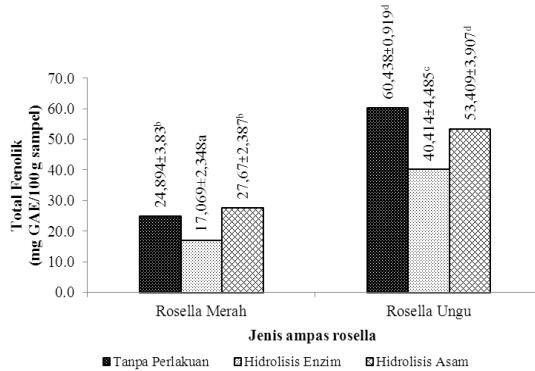
Komponen fenolik merupakan komponen yang terdiri dari cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil yang terdapat pada tanaman dan memiliki kemampuan sebagai antioksidan, antara lain seperti: asam fenolik, tannin, dan flavoniod (Balasundram dkk., 2006). Kelopak bunga Rosella diektahui mengandung flavoniod yang merupakan komponen fenolik.

Hasil uji statistik menunjukkan ada interaksi antara jenis ampas Rosella dan jenis perlakuan terhadap total fenolik ( $\alpha = 5\%$ ). Gambar 6 menunjukkan adanya pengaruh jenis ampas Rosella dan jenis perlakuan secara signifikan terhadap total fenolik ( $\alpha = 5\%$ ). Jenis ampas Rosella ungu memiliki total fenolik yang lebih tinggi daripada total fenolik dari ampas Rosella merah. Hal ini terkait dengan adanya kandungan antosianin yang lebih tinggi pada Rosella ungu dibandingkan Rosella merah (Ottai dkk., 2004). Jenis perlakuan hidrolisis asam tidak meningkatkan total fenolik baik pada Rosella merah maupun ungu; sedangkan jenis perlakuan hidrolisis enzim menurunkan total fenolik Rosella merah serta ungu. Penurunan fenolik pada hidrolisis enzimatis terkait erat dengan adanya penurunan antosiasin. Sáyago-Ayerdi dkk. (2007) menyebutkan bahwa sebagian besar komponen fenolik pada Rosella merupakan antosianin. Selain itu, terdapat flavoniod lain seperti *gossypetin*, *hibiscetin*, dan glikosida yang berupa *protocatheic acid*, eugenol, dan sterol.



Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ( $\alpha = 5\%$ )

**Gambar 5. Pengaruh jenis ampas dan perlakuan terhadap total monomer antosianin**

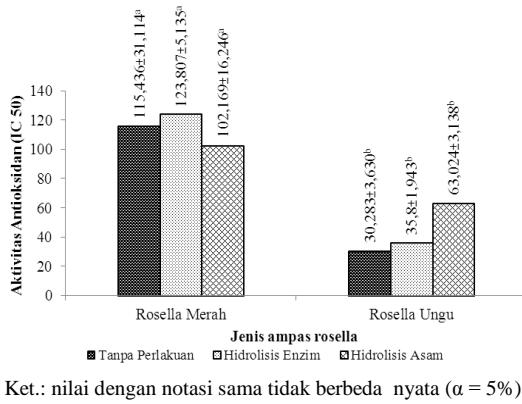


Ket.: nilai dengan notasi sama tidak berbeda nyata ( $\alpha = 5\%$ )

**Gambar 6. Pengaruh jenis ampas dan perlakuan terhadap total fenolik Analisis Aktivitas Antioksidan**

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat mencegah efek reaksi oksidasi dengan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas. Aktivitas antioksidan pada penelitian diukur dengan menggunakan metode *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil* (DPPH). Senyawa DPPH merupakan radikal bebas berwarna ungu yang akan tereduksi oleh senyawa antioksidan sehingga akan memudar menjadi warna kuning. Analisis aktivitas antioksidan diukur dengan menggunakan spektrofotometer ( $\lambda = 517$  nm) dan dinyatakan dengan nilai  $IC_{50}$ .  $IC_{50}$  menunjukkan konsentrasi yang diperlukan untuk menghambat sebanyak 50% kemampuan radikal bebas dari DPPH. Semakin rendah nilai  $IC_{50}$  mengindikasikan semakin tinggi aktivitas antioksidan suatu senyawa.

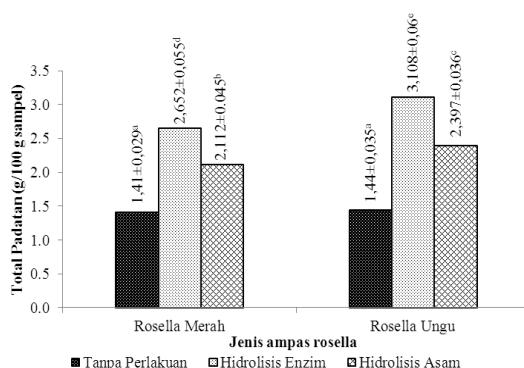
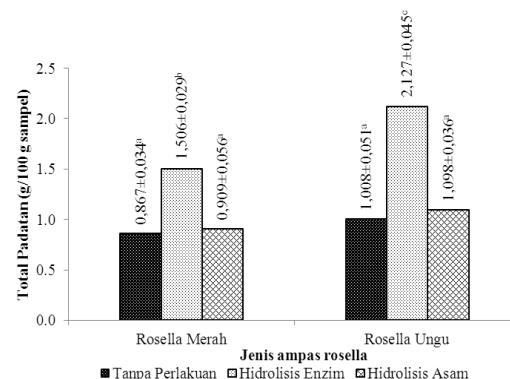
Hasil uji statistik menunjukkan adanya interaksi antara jenis ampas Rosella dan jenis perlakuan terhadap aktivitas antioksidan ( $\alpha = 5\%$ ). Gambar 7 menunjukkan adanya pengaruh jenis ampas Rosella terhadap aktivitas antioksidan ( $\alpha = 5\%$ ). Jenis ampas Rosella ungu memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan jenis ampas Rosella merah pada ketiga perlakuan hidrolisis. Tsai dkk. (2002) mengungkapkan bahwa tingginya kandungan antosianin pada Rosella ungu menjadikan Rosella ungu lebih berpotensi sebagai antioksidan dibandingkan Rosella merah. Jenis perlakuan hidrolisis tidak mempengaruhi aktivitas antioksidan baik pada Rosella merah maupun Rosella ungu. Aktivitas antioksidan ampas Rosella berhubungan erat dengan total fenolik dan antosianin; namun menurut Widjianto dan Nelistya (2008) serta Maganha (2010), senyawa antioksidan lain (vitamin C,  $\beta$  karoten, dan vitamin E) pada ampas Rosella dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, sehingga tidak terdapat perbedaan signifikan pada ketiga perlakuan hidrolisis.

**Gambar 7. Pengaruh jenis ampas dan perlakuan terhadap aktivitas antioksidan****Uji Kelarutan**

Uji kelarutan dibagi dua, yaitu kelarutan dalam air dan etanol. Pemilihan kedua jenis pelarut didasarkan oleh luasnya aplikasi air dan etanol pada bidang pangan. Uji kelarutan dalam air dilakukan dengan mendidihkan sampel dengan akuades (40 menit) menggunakan refluks agar air tidak menguap akibat tercapainya suhu didih air. Etanol merupakan pelarut polar, mudah menguap, bercampur dengan air, serta memiliki titik didih sekitar 78,4°C. Uji kelarutan dalam etanol dilakukan dengan mendidihkan sampel pada etanol 85% (40 menit) menggunakan refluks. Filtrat yang diperoleh dari refluks air atau etanol diuapkan. Padatan tertinggal ditimbang. Semakin banyak total padatan menunjukkan kemampuan larut sampel ampas dalam air atau etanol semakin tinggi.

Hasil uji statistik menunjukkan adanya interaksi antara jenis ampas Rosella dan jenis perlakuan terhadap kelarutan dalam air dan etanol ( $\alpha = 5\%$ ). Gambar 8 dan 9 menunjukkan adanya pengaruh jenis ampas Rosella terhadap kelarutan dalam air dan etanol ( $\alpha = 5\%$ ). Kemampuan larut ampas Rosella ungu dalam air lebih baik dibandingkan ampas Rosella merah; kecuali jika tanpa perlakuan hidrolisis, kedua jenis ampas tidak berbeda signifikan. Demikian pula pada kelarutan dalam etanol, ampas Rosella ungu lebih baik dibandingkan ampas Rosella merah. Jenis perlakuan hidrolisis terbukti meningkatkan kelarutan ampas terutama hidrolisis enzimatis pada pelarut air dan etanol, sedangkan hidrolisis asam hanya optimal pada pelarut air.

Secara keseluruhan, padatan yang diperoleh dapat merupakan monosakarida hasil hidrolisis dari selulosa, pektin, *mucilages*, dan sedikit terlarut pigmen Rosella (antosianin). Hidrolisis dengan enzim dapat meningkatkan padatan terlarut dari proses degradasi polimer dinding sel yang bersifat tidak larut menjadi komponen monomerik, seperti komponen gula dan oligosakarida (monosakarida [glukosa, fruktosa, galaktosa, dan arabinosa], galaktooligosakarida, pektin, dan selooligosakarida) yang bersifat larut, baik pada pelarut air maupun etanol (Stoll dkk., 2003 dan Yoon dkk., 2005).

**Gambar 8. Pengaruh jenis ampas dan perlakuan terhadap kelarutan dalam air****Gambar 9. Pengaruh jenis ampas dan perlakuan terhadap kelarutan dalam etanol**

## KESIMPULAN

Ampas Rosella (terutama Rosella ungu) tanpa perlakuan hidrolisis berpotensi sebagai bahan baku pangan fungsional karena mengandung serat pangan larut air (2,87%), serat pangan tidak larut air (0.76%), antosianin (29,64%), dan senyawa fenolik (60,44%). Hidrolisis dengan selulase memberikan hasil lebih optimal dibandingkan hidrolisis dengan asam; yakni meningkatkan total serat pangan (29%), komponen larut air (3,11%), dan komponen larut etanol (2,13%); namun menurunkan aktivitas antioksidan ampas Rosella ungu. Peningkatan serat pangan tidak signifikan mengingat kondisi hidrolisis yang kurang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, I dan W.Y. Lee. "Effect of Different Blanching Time on Antioxidant Properties in Selected Cruciferous Vegetable." *Journal of Science and Food Agricultural* 31 (2005): 913-917.
- AOAC. *Official Method of Analysis* 18<sup>th</sup> edition. Maryland: Associated of Official Analytical International, 2005.
- Aurelio, Dominguez – Lopez, R.G. Adgardo, dan S. Navarro – Galindo. "Thermal Kinetic Degradation of Anthocyanins in a Rosella (*Hibiscus sabdariffa*) L. cv. 'Criollo' Infusion." *International Journal of Food Science and Technology* 43 (2008): 322 – 325.
- Balasundram, N., K. Sundram, dan S. Samman. "Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses." *Journal Food Chemistry* 99 (2006):191-203.
- Maganha, E.G., R.C. Halmenschlager, R.M. Rosa, J.A.P. Henriques, A.L.L.P. Ramos, dan J. Saffi. "Pharmacological Evidences for The Extracts and Secondary Metabolites from Plants of The Genus *Hibiscus*." *Journal Food Chemistry* 118 (2010):1-10.
- Nawirska, A dan C. Ukleńska. "Waste Products from Fruit and Vegetable Processing as Potential Source for Food Enrichment in Dietary Fibre." *Acta Scientiarum Polonorum, Technol. Aliment* 7(2) (2008):35-42.
- Ottai, M., A. Abdel-Moniem, dan R.A. El-Mergawi. "Effect of Variety and Location on Growth and Yield Components of Roselle, *Hibiscus sabdariffa* L. and Its Infestation with The Spiny Bollworm *Earias insulana* (BOISD.)." *Achieves of Phytopathology and Plant Protection* 37 (2004):215-231.
- Patras, A., N.P. Brunton, C. O'Donnell, dan B.K. Tiwari. "Effect of Thermal Processing on Anthocyanin Stability in Foods; Mechanisms and Kinetics of Degradation." *Trends in Food Science and Technology* xx (2009):1-9.
- Rein, M. "Copigmentation Reactions and Color Stability of Berry Anthocyanins" *Academic Dissertation*, 2005.
- Savitri, E., T. Adiarto, dan M. Yunita Anggen. "Pengaruh Konsentrasi HCl dan Temperatur Hidrolisis pada Berat Molekul dan Derajat Deasetilasi Kitosan." *Prosiding* (2009).
- Sáyago-Ayerdi, S.G., S. Arranz, J. Serrano, I. Goñi. "Dietary Fiber Content and Associated Antioxidant Compounds in Roselle Flower (*Hibiscus sabdariffa* L.) Beverage." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55 (2007).
- Slinkard, K dan V.L. Singleton. "Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Method." *European Bulletin of Drug Research* (1977).
- Stoll T., U. Schweiggert , A. Schieber, dan R. Carle. "Process for the Recovery of A Carotene-rich Functional Food Ingredient From Carrot Pomace by Enzymatic Liquefaction." *Journal Innovative Food Science and Emerging Technologies* 4 (2003):415-423.
- Tsai, Pi-Jen, J. McInntosh, P. Pearce, B. Camden, dan B.R. Jordan. "Anthocyanin and Antioxidant Capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Extract." *Food Research International* 35 (2002):351-356.
- Widyanto, P.S dan A. Nelistya. *Rosella: Aneka Olahan, Khasiat, dan Ramuan*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2008.
- Yoon, K.Y., M. Cha, S.R. Shin, dan K.S. Kim. "Enzymatic Production of a Soluble-fibre Hydrolyzate from Carrot Pomace and Its Sugar Composition." *Journal Food Chemistry* 92 (2005) 151-157.