

Karakterisasi Kerenyahan dan Kekerasan Beberapa Genotipe Kentang (*Solanum tuberosum L.*) Hasil Pemuliaan

*Characterization of Crispness and Hardness of Potato Chips Made from Various Genotypes of Potato (*Solanum tuberosum L.*) Breeding*

Sri Efriyanti Harahap¹, Y. Aris Purwanto², Slamet Budijanto³, dan Awang Maharijaya⁴

¹Program Studi Teknologi Pasca Panen, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

³Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

⁴Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Email: arispurwanto@gmail.com

Diterima : 20 Juli 2017

Revisi : 31 Januari 2018

Disetujui : 12 Februari 2018

ABSTRAK

Kerenyahan dan kekerasan adalah parameter penting dalam produk keripik. Pada penelitian ini, perbedaan rasio amilosa dan amilopektin yang terkandung di dalam kentang dapat mempengaruhi tingkat kerenyahan dan kekerasan keripik. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi beberapa genotipe kentang sebagai umpan balik kepada pemulia tanaman untuk mendapatkan genotipe yang sesuai dengan pengolahan keripik kentang. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis kekerasan dan kerenyahan dengan menggunakan analisis tekstur menggunakan *spherical ball*. Dari sembilan genotipe kentang yang dikembangkan, genotipe Gatsay, PKHT 4 dan PKHT 10 mempunyai nilai kekerasan yang mendekati nilai kekerasan keripik komersial. Hal ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam komersialisasi keripik kentang di pasaran. Penelitian ini diharapkan memberikan informasi beberapa genotipe kentang yang cocok untuk pembuatan keripik.

kata kunci: amilosa, amilopektin, kerenyahan, keripik kentang

ABSTRACT

Crispness and hardness are important parameters in chips products. In this study, the differences of amylose and amylopectin ratios contained in the potato can affect the level of crispness and hardness of the chips. This study aims to characterize several potato genotypes as feedback to plant breeders to obtain a genotype that suits the processing of potato chips. The research method used was an analysis of hardness and crispness by using texture analyzer using a spherical ball. The nine potato genotypes developed, Gatsay, PKHT 4, and PKHT 10 genotypes were found to have hardness values close to commercial hardness chips. This can be used as a reference in the commercialization of potato chips in the market. This result of this research was expected to provide information to get some potato genotypes suitable for making chips.

keywords: amylose, amylopectin, crispness, chips potato

I. PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu umbi-umbian yang banyak digunakan sebagai sumber karbohidrat atau pangan pokok bagi masyarakat dunia setelah gandum, jagung dan beras (Asgar, 2013). Di Indonesia, pengolahan dan peningkatan produksi kentang dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Konsumsi kentang dilakukan dalam bentuk sayur-mayur dan keripik kentang. Pengolahan kentang menjadi keripik merupakan tahapan pascapanen yang ditempuh untuk pengembangan diversifikasi produk dan peningkatan nilai tambah.

Industri keripik kentang di Indonesia menunjukkan perkembangan yang cukup tajam. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan permintaan kebutuhan bahan baku kentang untuk industri keripik (Asgar, 2013). Kebutuhan kentang sebagai bahan baku industri keripik kentang di dalam negeri mencapai 3.000 ton. Permintaan ini akan terus meningkat sampai dengan 6.000 ton/tahun seiring dengan mulai berproduksinya perusahaan Amerika di bidang agroindustri (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, 2004). Produksi kentang dalam negeri untuk industri keripik hanya mampu memenuhi 25 persen dari kebutuhan, sehingga sisanya harus diimpor (Wibowo, 2006). Saat ini, varietas yang dikembangkan oleh masyarakat dengan penanamannya mencapai 80–90 persen didominasi oleh varietas *Granola*. Namun, varietas ini mempunyai kandungan bahan kering berkisar antara 14–17,5 persen (Wibowo, 2006).

Kerenyahan atau tekstur keripik kentang dipengaruhi oleh komposisi kimia umbi. Hasil studi Pantastico (1975) menyatakan bahwa kerenyahan dipengaruhi oleh perbedaan kandungan, ukuran dan jumlah pati dan pektin. Selain itu, lama umur panen juga mempengaruhi kerenyahan, semakin lama umur panen maka kerenyahan semakin meningkat. Penurunan nilai kekerasan berhubungan dengan kadar airnya (Anguilar, 1997). Industri keripik kentang membutuhkan

bahan baku kentang jenis tertentu yang memenuhi persyaratan kualitas yang baik. Hal ini hanya dapat dipenuhi melalui hasil budi daya kentang yang tepat untuk kebutuhan industri. Hasil studi Asgar, dkk. (2011) menyatakan bahwa kentang yang cocok untuk keripik harus mempunyai kandungan gula 0,05 persen, bobot kering 20 persen, kandungan bahan padatnya tinggi, bentuk umbi baik, dan permukaan rata.

Kecenderungan kentang yang ditanam petani adalah varietas baru yang unggul, lebih tinggi hasilnya, dan dapat dipergunakan dalam industri pangan. Oleh karena itu, diperlukan percobaan beberapa genotipe kentang baru yang dapat menghasilkan keripik kentang yang berkualitas. Beberapa genotipe kentang hasil pemuliaan menunjukkan perbedaan kadar amilosa dan amilopektin yang mempengaruhi kerenyahan keripik kentang. Tujuan penelitian ini adalah mengkarakterisasi sembilan genotipe kentang hasil pemuliaan sebagai bahan baku keripik kentang yang tepat.

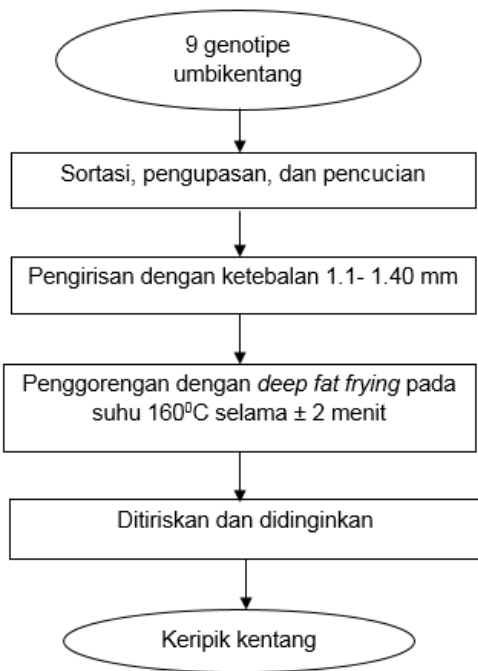
II. METODOLOGI

2.1. Waktu Kegiatan

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Laboratorium Kimia Pangan, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor dari September sampai dengan November 2016. Genotipe kentang yang digunakan terdiri dari genotipe Atlantik, 07-C4-25, 09E-28-8, La Strada, Gatsay, PKHT 2, PKHT 4, PKHT 9, dan PKHT 10. Genotipe Atlantik merupakan varietas kentang yang ditemukan sejak 16 Juli 1976 (Webb, dkk. 1978), sedangkan kedelapan genotipe kentang lainnya merupakan hasil pengembangan penelitian Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT), Institut Pertanian Bogor yang belum dilepas oleh Kementerian Pertanian. Kentang hasil persilangan ini, dipanen pada 90 hari setelah tanam.

2.2. Metode

Umbi kentang disortasi, dikupas, dicuci bersih dengan air mengalir, dan diiris tipis dengan ketebalan 1,1–1,4 mm. Selanjutnya, kentang digoreng dengan metode *deep fat frying* selama ± 2 menit pada suhu 160°C , ditiriskan dan didinginkan seperti pada Gambar 1 (Rahmiati, 2015).

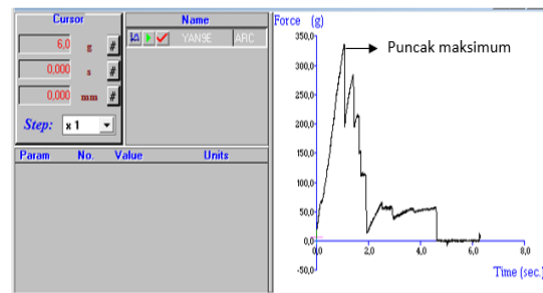


Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Keripik Kentang

2.3. Analisis Kekerasan dan Kerenyahan Keripik

Kekerasan dan kerenyahan keripik kentang diuji dengan menggunakan *texture analyzer* (TA-XT2, *Stable Micro System, Haslemere, Surrey, UK*) dengan menggunakan *sperichal ball*. Probe jenis *sperichal ball* dipasang pada alat *texture analyzer*. Pengukuran dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada keripik kentang sehingga menghasilkan suatu kurva yang menunjukkan profil tekstur keripik. Kekerasan dinyatakan dari maksimum gaya (nilai puncak) pada tekanan atau kompresi pertama dengan satuan gram force (gf) (Bourne, 2002). Nilai gaya yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin besar nilainya,

maka semakin kecil tingkat kerenyahan tekstur. Grafik *texture analyzer* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik *Texture Analyzer*

2.4. Analisis Statistik

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 9 perlakuan (9 genotipe kentang) dengan 3 kali ulangan. Jika hasil yang diperoleh berbeda nyata ($\alpha=0,05$), maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Pengolahan statistik menggunakan *software* SPSS versi 16,0.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa nilai kekerasan dan kerenyahan keripik di antara 9 genotipe kentang berbeda nyata ($p<0,05$) (Tabel 1). Nilai kekerasan pada genotipe kentang 09E-28-8 dan PKHT 9 lebih tinggi dibanding nilai kekerasan genotipe kentang Atlantik, 07-C4-25, Gatsay, La Strada, PKHT 2, PKHT 4, dan PKHT 10. Sementara itu, nilai kerenyahan genotipe kentang 09E-28-8 lebih tinggi dibandingkan nilai kerenyahan genotipe kentang Atlantik, 07-C4-25, Gatsay, La Strada, PKHT 2, PKHT 4, PKHT 9 dan PKHT 10. Pada penelitian ini, data kerenyahan yang diperoleh mempunyai nilai yang beragam seperti pada Tabel 1.

Nilai kekerasan tertinggi ditemukan pada genotipe 09E-28-8 dan PKHT 9, sedangkan nilai kerenyahan tertinggi ditemukan pada genotipe 09E-28-8. Genotipe kentang yang terbaik adalah genotipe kentang yang mempunyai nilai kekerasan yang rendah, seperti genotipe Atlantik, 07-C4-25, Gatsay, La Strada, PKHT 2, PKHT 4, dan PKHT 10 ($p< 0,05$) dan mempunyai kerenyahan yang

Tabel 1. Hasil Pengukuran KekerasandanKerenyahan Keripik dari 9 Genotipe Kentang Hasil Pemuliaan

Genotipe	Kekerasan (gf)	Standar Deviasi	Kerenyahan (gf)	Standar Deviasi
Atlantik	234,03 ^{ab}	45,29	143,37 ^{cd}	52,79
07-C4-25	346,93 ^{ab}	95,35	198,53 ^{bcd}	123,96
09E-28-8	417,50 ^a	78,12	332,77 ^a	39,84
Gatsay	209,43 ^b	17,30	165,53 ^{cd}	27,40
La Strada	352,57 ^{ab}	220,00	82,87 ^d	2,72
PKHT 2	342,83 ^{ab}	121,14	244,43 ^{abc}	130,07
PKHT4	19,27 ^b	19,09	132,33 ^{cd}	38,68
PKHT 9	416,27 ^a	45,77	323,73 ^{ab}	63,73
PKHT 10	200,83 ^b	25,01	66,47 ^d	41,99

Keterangan: nilai dengan huruf berbeda (a–d) pada satu kolom berarti berbeda signifikan ($p < 0,05$) (uji Duncan)

tinggi, seperti genotipe 09E-28-8 ($p < 0,05$). Dengan demikian, genotipe yang mempunyai nilai kekerasan yang rendah adalah genotipe Gatsay, PKHT 4, dan PKHT 10.

Kerenyahan berbanding terbalik dengan nilai kekerasan. Semakin rendah nilai kekerasannya maka semakin baik kerenyahannya karena gaya yang dibutuhkan untuk memecahkan produk semakin kecil (Pratiwi, 2003). Namun, pada penelitian ini, semakin tinggi nilai kerenyahannya, maka nilai kekerasannya tidak semakin menurun. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor dari luar, yaitu penyerapan air ketika keripik kentang disimpan pada jangka waktu tertentu sehingga terjadi penurunan kerenyahan dan peningkatan kekerasan yang lebih tinggi daripada bahan pangan dengan amilosa yang tinggi (Supriyadi, 2012).

Kerenyahan keripik dipengaruhi oleh kandungan polisakarida yang tinggi (pati, pektin, selulosa, dan hemiselulosa) dan adanya proses gelatinisasi yang terjadi selama proses penggorengan. Hasil studi Asgar, dkk. (2011) menyatakan bahwa kadar pati dipengaruhi oleh varietas, kultur teknis, umur panen, dan umur simpan umbi kentang. Kandungan pati umbi kentang yang dipanen pada umur yang lebih tua lebih tinggi daripada umbi yang dipanen pada umur lebih muda. Peningkatan umur panen akan memperpanjang proses fotosintesis sehingga kandungan patinya bertambah. Selain umur

panen dan lama penyimpanan, lokasi penanaman dan musim tanam juga mempengaruhi kadar pati umbi kentang. Hasil studi Amertaningtyas, dkk. (2010) menyatakan bahwa hilangnya sifat renyah dan kekerasan bahan pangan kering, seperti keripik merupakan penyebab utama penolakan konsumen.

Hasil penggorengan kentang menunjukkan warna yang dihasilkan berbeda-beda sesuai dengan kandungan pati yang terdapat pada 9 genotipe kentang. Hasil studi Romani, dkk. (2009) menyatakan bahwa suhu penggorengan yang baik adalah berkisar 163–196°C yang bergantung pada produk yang digoreng. Namun, pada suhu penggorengan di bawah 163°C, stabilitas minyak goreng dapat dipertahankan, tetapi waktu penggorengan menjadi lama dan tidak ekonomis. Sebaliknya, jika digunakan suhu $> 196^\circ\text{C}$, kualitas minyak menjadi lebih cepat menurun dan akan menyebabkan panas yang dihasilkan menjadi berlebihan, pemasakan tidak merata dan bahan menjadi cepat gosong.

Tinggi rendahnya amilosa dan amilopektin pati kentang berpengaruh besar pada keripik kentang yang dihasilkan. Nilai rasio amilosa dan amilopektin tertinggi di antara 9 genotipe kentang adalah 07-C4-25, yaitu sebesar 92,02 persen dan 7,98 persen (Tabel 2) yang tidak berbanding lurus dengan tingkat kerenyahan keripik kentang genotipe

Tabel 2. Kandungan Rasio Amilosa dan Amilopektin 9 Genotipe Kentang (%bk)

Genotipe	Rasio Amilosa (%bk)	Standar Deviasi	Rasio Amilopektin (%bk)	Standar Deviasi
Atlantik	9,56 ^c	0,04	90,44 ^f	0,04
07-C4-25	7,98 ^h	0,00	92,02 ^a	0,00
09E-28-8	9,37 ^d	0,00	90,63 ^e	0,00
Gatsay	8,77 ^g	0,00	91,22 ^b	0,00
La Strada	10,16 ^b	0,04	89,84 ^g	0,42
PKHT 2	10,50 ^a	0,05	89,50 ^h	0,05
PKHT4	9,34 ^d	0,05	90,65 ^e	0,05
PKHT 9	9,01 ^e	0,00	90,99 ^d	0,00
PKHT 10	8,93 ^f	0,00	91,07 ^c	0,00

Keterangan: nilai dengan huruf berbeda (a–g) pada satu kolom berarti berbeda signifikan ($p < 0,05$) (uji Duncan)

07-C4-25, yaitu 325,53 gf (Tabel 1). Hal ini disebabkan adanya hubungan amilosa dan amilopektin keripik kentang terhadap kerenyahan dan kekerasan. Sampel yang disimpan pada 2 jam pertama dibanding dengan sampel disimpan pada 4 atau 6 jam berikutnya akan mempunyai tingkat kekerasan dan kerenyahan yang berbeda. Hal tersebut sama dengan hasil penelitian Supriyadi (2012) yang menyatakan bahwa tingkat kekerasan dan kerenyahan mempunyai pengaruh yang nyata terhadap penyimpanan pada ruang terbuka.

Kerenyahan dan kekerasan keripik kentang juga dipengaruhi oleh kadar air. Peningkatan kadar air dan a_w dihubungkan dengan produk yang menjadi lembek dan alot (kehilangan kerapuhan) akibat air (Arimi, dkk., 2010). Hasil studi Nugroho (2007) menyatakan bahwa kerenyahan menurun selama penyimpanan. Hal ini disebabkan oleh penyerapan uap air dari lingkungan sehingga kadar air wafer meningkat. Peningkatan kekerasan disebabkan oleh peningkatan jumlah air yang mengisi pori-pori udara bahan pangan (Roudaut, dkk., 2004). Amilopektin lebih mengikat air daripada amilosa sehingga penguapan yang terjadi saat penggorengan lebih tinggi daripada amilosa. Hal ini menyebabkan pori-pori pada produk pangan tersebut lebih banyak terbentuk pada produk dengan amilopektin tinggi. Semakin lama sampel disimpan, maka kesempatan air untuk

masuk ke dalam pori-pori sampel semakin tinggi. Produk akan menjadi lebih alot atau keras dan kerenyahannya juga menurun.

Selain pengaruh kadar air, hal yang dapat mempengaruhi tingkat kerenyahan keripik kentang adalah a_w . Berdasarkan penelitian Arimi, dkk. (2010), kerenyahan menurun dan kekerasan meningkat dengan meningkatnya a_w pada *crackerbread* akibat meningkatnya kadar air. Pada proses gelatinisasi, ikatan hidrogen yang mengatur integritas struktur granula pati akan melemah. Terdapatnya gugus hidroksil bebas akan menyerap molekul air sehingga terjadi pembengkakan granula pati (Harper, 1981). Ketika pati atau tepung digoreng, maka molekul air akan menguap sehingga kadar air akan menurun dan membentuk pori-pori pada bahan pangan tersebut. Semakin lama waktu penggorengan, maka semakin banyak pori-pori dalam bahan tersebut yang terbentuk. Semakin banyak pori-pori yang terbentuk, maka tingkat kerenyahan semakin tinggi dan kekerasan menurun. Pori-pori dalam bahan pangan mempunyai peranan penting dalam kerenyahan dan tekstur *snack*. Dalam kondisi ekstrim, banyak makanan renyah yang menjadi keras jika tidak mempunyai pori-pori (Tsukakoshi, dkk., 2008). Hasil penelitian Saeleaw dan Gerhard (2011) menyatakan bahwa *crackers* singkong yang digoreng lebih lama, maka akan menghasilkan kadar air yang lebih rendah sehingga kerenyahan

menjadi lebih tinggi. Pada penelitian ini, sampel merupakan produk pangan berkadar air tinggi. Semakin tinggi kadar air produk pangan tersebut, maka semakin rendah kerenyahan dan semakin tinggi kekerasan yang dihasilkan.

IV. KESIMPULAN

Hasil kerenyahan 9 genotipe kentang hasil pemuliaan menunjukkan bahwa genotipe kentang yang mempunyai nilai kekerasan dan kerenyahan terbaik adalah genotipe Gatsay, PKHT 4 dan PKHT 10.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT) Institut Pertanian Bogor yang telah mendanai penelitian ini melalui Program Penelitian Strategis Nasional Tahun Anggaran 2016 Nomor 427/IT3.11/PN/2016 atas nama Awang Maharijaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amertaningtyas, D., Masdiana C. P., Manik E. S., dan Khothibul U. A. 2010. Kualitas Organoleptik (Kerenyahan dan Rasa) Kerupuk Rambak Kulit Kelinci pada Teknik Buang Bulu yang Berbeda. Di Dalam: Katz, E.E, Labuza T.P. Effect Of Water Activity on The Sensori Crispiness and Mechanical Deformation Of Food Product. *Journal Food Science*. Vol. 49.: 403–408.
- Angular, C., Anzaldua-Morales N. A., Tamalas R., and Gastelum G. 1997. Low Temperatur Blanch Improves Textural Quality of French Fries. *Journal Food Science*. Vol. 62 (3): 568–569.
- Arimi, J. M., Duggan E., O’Sullivan M., Lyng J. G., and O’Riordan E. D. 2010. Effect of Water Activity on The Crispiness of a Biscuit (Crackerbread) : Mechanical and Acoustic Evaluation. *Food Res Int*. Vol. 43: 1650–1655.
- Asgar, A. 2013. *Umbi Kentang (Solanum tuberosum L.) Klon 395195.7 dan CIP 394613.32 yang Ditanam di Dataran Medium Mempunyai Harapan untuk Keripik*. http://hortikultura.litbang.pertanian.go.id/IPT/EK/7_Umbi%20kentang_Ali%20Asgar.pdf. [diakses 06 Juni 2017].
- Asgar, A., Rahayu S.T., Kusmana M., dan Sofiari E. 2011. Uji Kualitas Umbi Beberapa Klon Kentang untuk Keripik. *Jurnal Hortikultura*. Vol. 21 (1): 51–59.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta. 2014. *Teknologi Budidaya Kentang Industri di Lahan Sawah Dataran Medium Kabupaten Sleman D.I Yogyakarta. Rekomendasi Teknologi Pertanian 2004*. Yogyakarta.
- Bourne, M. C. 2002. *Food, Texture and Viscosity Concept and Measurement*. London : Academic Press.
- Harper, J. M. 1981. *Extrusion of Foods Vol. I*. Florida : CRC Press.
- Nugroho, A. 2007. *Kajian Metode Penentuan Umur Simpan Produk Flat Wafer dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Model Kadar Air Kritis*. [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Pantastico, E. R. B. 1975. *Post Harvest Technology Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables*. The AVI Publishing Co. Westport, conn.
- Pratiwi, F. 2003. *Pengembangan Umbi Kimpul (Xanthosoma sagittifolium L. Schot) Menjadi Keripik dalam Rangka Diversifikasi Produk Agroindustri*. [Skripsi]. Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Rahmiati, T. M. 2015. *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung dan Keripik Beberapa Genotipe Ubi Kayu (Manihot esculenta Crantz) Hasil Pemuliaan*. [Tesis]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Romani, S., Pietro R., Fernando M., and Marco D.R., 2009. Image Characterization of Potato Chip Appearance during Frying. *Journal Food Engineering*. Vol. 93 (4): 487-494.
- Roudaut, G., Dacremont C., Pa’mies B. V., Colas B., and Meste M. L., 2002. Crispness : A Critical Review on Sensory and Material Science Approaches. *Trends Food Science and Technology*. Vol. 13.: 17–227. doi:10.1016/S0924-2244(02)00139-5.
- Saeleaw, M. and Gerhard S. 2011. Effect of Frying Parameters on Crispiness and Sound Emission of Cassava Crackers. *Journal Food Engineering*. Vol. 103:229–236.
- Supriyadi, D. 2012. *Studi Pengaruh Rasio Amilosa-Amilopektin dan Kadar Air terhadap*

Kerenyahan dan Kekerasan Model Produk Gorengan. [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.

Tsukakoshi, Y., Naito S., and Ishida N. 2008. Fracture Intermittency During a Puncture Test of Cereal Snacks and its Relation to Porous Structure. *Food Res. Int.* Vol. 41 (9):909–917.

Webb, R.E., Wilson D. R., Shumaker J. R., Graves B., Henninger M. R., Watss J., Frank J. A., and Murphy H. J. ,1978. Atlantic: a New Potato Variety with High Solids, Good Processing Quality, and Resistance to Pest. *American Potato Journal*. Vol. 55. pp : 141–145.

Wibowo. 2006. Peningkatan Kualitas Keripik Kentang Varietas Granola dengan Metode Pengolahan Sederhana. *Jurnal Akta Agronesia*. Vol.9 (2):102–109.

BIODATA PENULIS :

Sri Efriyanti Harahap dilahirkan di Benteng Huraba tanggal 14 Juni 1990. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Sumatera Utara pada tahun 2013 dan pendidikan S2 di Teknologi Pascapanen, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor pada tahun 2014.

Y. Aris Purwanto dilahirkan di Magetan, tanggal 7 Maret 1964. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan pendidikan S2 di Program master dan program doktor ditempuh di *University of Tokyo*, Jepang.

Slamet Budijanto dilahirkan di Madiun tanggal 2 Mei 1961. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan pendidikan S2 dan S3 di *Tohoku University*, Jepang.

Awang Maharijaya dilahirkan di Blitar tanggal 8 September 1980. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Departemen Agronomi dan Hortikultura dan S2 di Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Pendidikan S3 ditempuh di *EPS Graduate School Wageningen University and Research the Netherland*.