

Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Bakso Itik dengan Tepung Porang sebagai Pengenyal

Characteristic of Physicochemical and Organoleptic of Duck Meatballs by Porang Flour as Gelling Agent

Putri Nur Anggraini, Siti Susanti*, Valentinus Priyo Bintoro

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

*Korespondensi dengan penulis (sitisusanti5678@gmail.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 12 Mei 2017 dan dinyatakan diterima tanggal 30 Juni 2017. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tekpangan. eISSN 2597-9892. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik bakso itik berdasarkan nilai kadar air, rendemen, daya ikat air, hasil uji ranking dan hedonik bakso itik. Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daging itik, tepung tapioka, es batu, tepung rumput laut (agar), tepung porang, dan bumbu-bumbu. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan 4 kali ulangan dengan pemberian tepung rumput laut (agar) 2% (T+) sebagai kontrol positif dan tepung porang 0% (T₀); 1% (T₁); 1,5% (T₂); 2% (T₃); 2,5% (T₄). Hasil dari penelitian ini yaitu penambahan tepung porang mampu menghasilkan bakso itik dengan rendemen, kadar air, dan daya ikat air (WHC) yang tinggi serta memiliki tekstur yang kenyal. Bakso itik dengan tepung porang sebagai pengenyal alami dapat diterima dan disukai oleh panelis.

Kata kunci: bakso, daging itik, porang, glukomanan

Abstract

The aim of the research was to knowing characteristic duck meatball based on the value of water content, yield, water holding capacity, and organoleptic of duck meatballs. The materials were duck meat, tapioca flour, ice cubes, seaweed flour, porang flour, and others. The research used Completely Randomized Design (CRD) with 6 treatments and 4 replication by giving seaweed flour 2% as positive control (T+) and porang flour 0% (T₀); 1% (T₁); 1,5% (T₂); 2% (T₃); 2,5% (T₄). The results of this research was by increasing porang flour could be able to add the value of yield, water content, WHC, and had springiness texture in duck meatballs. Duck meatballs using porang flour as a nature gelling agent could be accepted and favored by panelist.

Keywords : meatball, duct meat, porang, glucomanan

Pendahuluan

Itik merupakan salah satu jenis unggas air yang termasuk dalam kelas Aves yang mana dagingnya kurang diminati oleh masyarakat, karena baunya yang tidak sedap (anyir). Bau daging itik yang anyir tersebut disebabkan oleh komponen *volatile* yang berasal dari hasil oksidasi lemak tak jenuh (Purba *et al.*, 2010). Walaupun daging itik memiliki kekurangan namun kandungan lemak dan protein daging itik lebih tinggi daripada daging unggas yang lain, tapi kandungan kalori lebih rendah (Utami dan Nuhriawangsa, 2014).

Bakso adalah produk olahan daging yang dihaluskan lalu dicampur dengan tepung dan bumbu-bumbu, selanjutnya dibentuk bola-bola dan direbus hingga matang dengan air panas (Chakim *et al.*, 2013). Salah satu ciri khas bakso adalah memiliki tekstur yang kenyal. Bahan pengenyal alami yang biasanya digunakan adalah tepung rumput laut (*Eucheuma cottoni*) dan tepung porang. Tepung porang digunakan dalam tambahan bahan adonan bakso karena mengandung glukomanan yang dapat menggantikan fungsi bahan pengenyal. Umumnya kadar glukomanan dalam tepung porang yaitu 15-64% (Arifin, 2001; Koeswara 2009).

Glukomanan adalah polisakarida yang bersifat hidrokoloid dimana senyawa tersebut merupakan gabungan glukosa dan manosa dengan ikatan β -1,4 glikosida (Haryani dan Hargono 2008). Glukomanan mengandung serat kasar yang tinggi dan dapat membentuk struktur gel pada bahan pangan sehingga dapat digunakan sebagai *gelling agent* (Sari dan Widjanarko, 2015). Kemampuan mengikat air glukomanan lebih tinggi dibanding tepung tapioka yaitu mencapai 200 kali lipat beratnya. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kadar air, rendemen, daya ikat air, hasil uji ranking dan hedonik terhadap bakso itik dengan pengenyal tepung porang.

Materi dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2019 di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian serta Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro, Semarang.

Materi

Bahan yang untuk pembuatan bakso itik adalah daging itik jantan ras magelang yang dibeli di ambarawa, tepung tapioka, tepung rumput laut (agar), tepung porang, dan bahan pelengkap pembuatan bakso antara lain es batu, bawang putih bubuk, bawang merah goreng, garam, gula pasir, penyedap rasa, *baking powder*, dan putih telur. Alat yang digunakan dalam pembuatan bakso itik adalah *food processor*. Alat yang digunakan untuk penelitian adalah kertas saring Whatman no 42, cawan porselen, desikator, oven, dan *texture analyzer*.

Metode

Pembuatan Bakso Itik

Pembuatan bakso itik mengadaptasi metode yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan sedikit modifikasi (Princestasari dan Amalia, 2015). Pengecilan ukuran daging kemudian penggilingan daging dengan food processor ditambah es batu. Proses selanjutnya pencampuran daging dengan bumbu-bumbu pelengkap. Setiap 250 gram adonan bakso dicampur dengan tepung rumput laut (agar) dengan konsentrasi 2% dan tepung porang 0%; 1%; 1,5%; 2%; 2,5% kemudian masing-masing adonan diaduk hingga tercampur rata. Formula adonan bakso itik dapat dilihat pada Tabel 1. Selanjutnya, pembentukan adonan menjadi bulat-bulat dan perebusan dalam air hangat dengan suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ hingga bakso terapung.

Tabel 1. Formulasi Bakso Itik

Bahan-Bahan (g)	Komposisi (% b/b)					
	T ₊	T ₀	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Daging Itik	250	250	250	250	250	250
Tepung Tapioka	20	20	20	20	20	20
Tepung Rumput Laut	5	-	-	-	-	-
Tepung Tepung Porang	-	-	2,5	3,75	5	6,25
Gula Pasir	4	4	4	4	4	4
Garam	6	6	6	6	6	6
Penyedap Rasa	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Bawang Goreng	4	4	4	4	4	4
Bawang putih bubuk	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Baking Powder	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25

T₀, T₁, T₂, T₃ dan T₄ = Konsentrasi tepung porang: 0%; 1%; 1,5%; 2% dan 2,5%.

T₊ = Konsentrasi tepung rumput laut 2%

Uji Kadar Air

Penentuan kadar air bakso itik dilakukan dengan pengeringan oven sesuai metode AOAC (2005) yaitu sampel ditimbang sebanyak ± 5 gram lalu dimasukkan ke cawan porselen, selanjutnya cawan berisi sampel dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 5 jam sampai diperoleh berat yang tetap. Kadar air dihitung dengan hasil selisih berat awal dan akhir dibagi dengan berat awal dikalikan 100%.

Uji Daya Ikat Air/ DIA (WHC/ *Water Holding Capacity*)

Daya ikat air dapat diukur dengan menggunakan alat *carverpress*. Sampel sebanyak 0,3 gram diletakkan dikertas saring dan dijepit dengan *carverpress*, yaitu diantara dua plat jepitan berkekuatan 35 kg/cm^2 selama 5 menit. Kertas saring yang digunakan yaitu *Whatman* no 42. Sampel yang telah dipres, digambar pada kertas grafik dengan mengurangi area basah dengan area yang tertutupi sampel (Hamm, 1972). Nilai daya ikat air (WHC) dapat dihitung dengan mengurangi kadar air sampel (%) dengan kadar air area basah (%) dimana kadar air area basah (%) didapat dengan menghitung perbandingan berat air dengan berat sampel (mg) lalu dikali 100%.

Uji Rendemen

Daging yang digunakan pada masing-masing perlakuan ditimbang berat awalnya (a) kemudian bakso yang telah dimasak, ditiriskan dan segera setelah dingin ditimbang kembali beratnya (b). Rendemen ditentukan dengan menghitung perbandingan berat akhir dengan berat awal yang dinyatakan dalam persen.

Uji Organoleptik

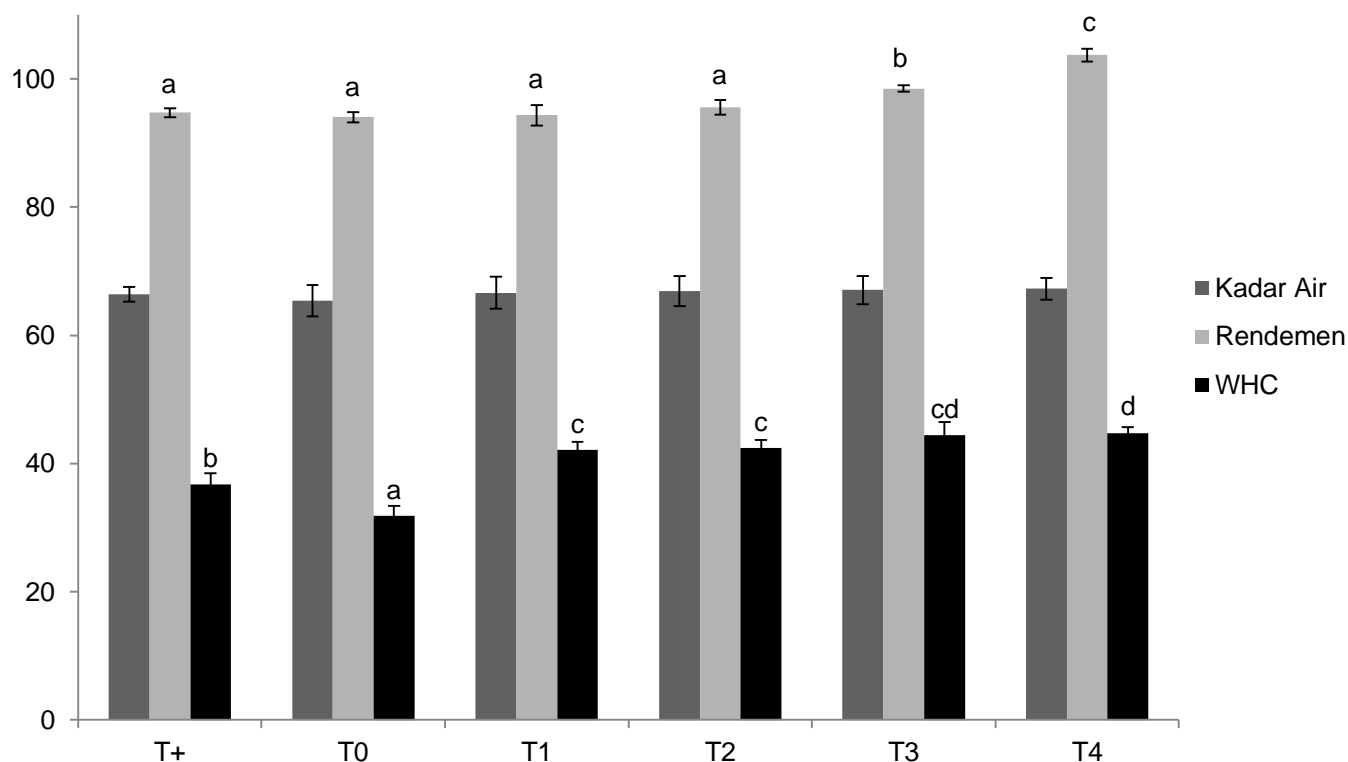
Uji organoleptik menggunakan panelis semi terlatih dari kelompok mahasiswa Teknologi Pangan yang berjumlah 25 orang. Uji yang dilakukan yaitu uji ranking dan hedonik (Soekarto, 1985). Uji ranking digunakan untuk mengurutkan parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur. Pengujian ini dilakukan dengan mengurutkan parameter dari yang paling hingga yang tidak sama sekali berwarna coklat, amis, gurih dan kenyal, yang mana ditandai dengan angka romawi I (paling) – VI (tidak sama sekali). Uji hedonik digunakan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis. Penilaian uji hedonik dikategorikan menjadi 5 tingkatan, yaitu: 1 = tidak suka, 2 = agak suka, 3 = suka, 4 = sangat suka, dan 5 = sangat sangat suka.

Analisis Data

Analisis data hasil pengujian yang digunakan pada kadar air, WHC (*Water Holding Capacity*), dan rendemen bakso daging itik yaitu dianalisis secara statistik menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan taraf signifikansi 5% dan apabila terdapat pengaruh nyata maka dilakukan uji lanjutan menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DNMRT). Parameter uji ranking dan hedonik dianalisis menggunakan non parametrik *Kruskall-Wallis* dengan taraf signifikansi 5% dan apabila terdapat pengaruh maka dilanjutkan uji *Mann-Whitney*. Semua analisis data dihitung dengan bantuan komputer program SPSS 16.0 *for windows*.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh hasil sebagai berikut:



Grafik 1. Hasil Uji Fisikokimia Bakso Itik

Data ditampilkan sebagai nilai rerata \pm Std (n=4)

Superscript huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

T₀, T₁, T₂, T₃ dan T₄ = Konsentrasi tepung porang: 0%; 1%; 1,5%; 2% dan 2,5%

T+ = Konsentrasi tepung rumput laut 2%

Pada Grafik 1 menunjukkan hasil statistik kadar air, rendemen, dan daya ikat air bakso itik dengan kadar tepung porang yang berbeda.

Kadar Air

Berdasarkan Grafik 1. diketahui bahwa bakso itik dengan kadar tepung porang yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar air. Kadar air bakso itik dengan perlakuan penggunaan tepung porang berkisar antara 65,40-67,26%. Kadar air bakso itik tidak berbeda antara penggunaan tepung porang dan tepung rumput laut. Hal ini telah sesuai dengan SNI nomor 01-3818-2014 (2014) yang menyatakan bahwa kadar air bakso maksimal 70%. Semakin banyak penggunaan tepung porang dalam adonan bakso maka nilai kadar air bakso itik semakin tinggi pula. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari (2014) tentang bakso sapi dengan penggunaan tepung porang dan tepung tapioka, kadar air bakso meningkat seiring dengan penambahan tepung porang yang semakin tinggi, yang mana tepung porang terkandung glukomanan yang memiliki kemampuan menyerap air lebih kuat dan menghambat sineresis. Kandungan air dalam bakso akan mempengaruhi kesegaran, kenampakan dan daya terima bakso (Purukan *et al.*, 2013).

Rendemen Bakso

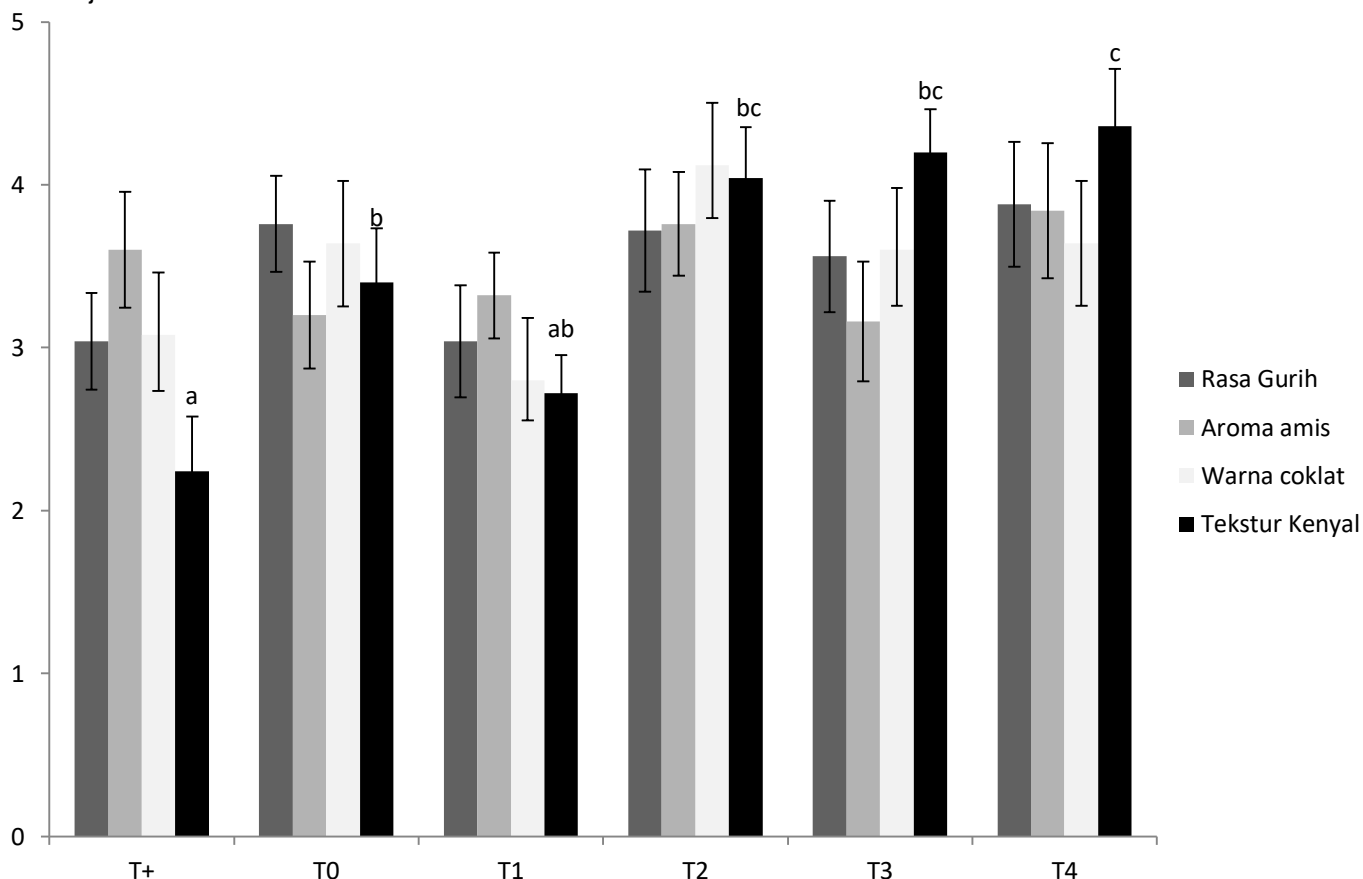
Berdasarkan Grafik 1. diketahui bahwa rendemen bakso itik dengan kadar tepung porang yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$). Nilai rendemen bakso itik berkisar antara 94,74%-103,71%. Data yang dihasilkan yaitu nilai rendemen T+ (penggunaan tepung rumput laut) lebih tinggi dibanding T₀ (0% tepung porang) dan T₁ (1% tepung porang). Hal tersebut disebabkan oleh penggunaan rumput laut yang dapat membentuk gel sehingga nilai rendemen bakso akan meningkat. Sesuai dengan pendapat Kurniawan *et al.*, (2012) yang menyatakan bahwa penambahan rumput laut dapat meningkatkan rendemen karena sifatnya yang dapat membentuk gel yang dapat memerangkap sejumlah air sehingga meningkatkan nilai rendemen bakso. Penggunaan pengental porang akan memberikan nilai rendemen yang lebih tinggi daripada tepung rumput laut, karena tepung porang mengandung glukomanan yang mempunyai sifat mampu membentuk struktur gel dan mengikat air lebih besar dibanding tepung rumput laut. Jimenez-Colmenero *et al.* (2012) menyatakan bahwa tepung porang mengandung glukomanan yang tinggi sehingga dapat berfungsi sebagai *gelling agent* dan *thickening* yang mana dapat membentuk dan menstabilkan struktur gel sehingga dapat digunakan sebagai pengental produk pangan. Hal tersebut didukung oleh pendapat Wen *et al.* (2008) yang menyebutkan bahwa glukomanan dapat mengembang hingga 200 kali lipat dari berat awalnya. Semakin tinggi kadar penggunaan tepung porang maka nilai rendemen bakso juga akan semakin tinggi karena air yang diikat oleh glukomanan semakin banyak.

Daya Ikat Air/ DIA (*Water Holding Capacity/ WHC*)

Berdasarkan Grafik 1. diketahui bahwa nilai WHC bakso itik dengan kadar tepung porang yang berbeda berpengaruh sangat nyata ($P < 0,05$). Nilai WHC bakso itik yang dihasilkan yaitu antara 36,74%-44,78%. Daya ikat air menunjukkan jumlah air yang diikat oleh bahan dalam matriks (Merthayasa *et al.*, 2015). Nilai WHC bakso itik perlakuan T0-T4 mengalami kenaikan seiring dengan tingginya kadar tepung porang. Penggunaan tepung porang sebagai hidrokoloid akan meningkatkan nilai WHC dan mengurangi penyusutan air karena air akan diikat oleh tepung porang dan membentuk gel saat pemasakan. Kondisi tersebut dijelaskan oleh Dewi dan Widjanarko (2015) yang menyatakan bahwa semakin meningkatnya proporsi tepung porang maka daya ikat air bakso akan meningkat karena tepung porang mengandung glukomanan yang umumnya digunakan untuk meningkatkan daya ikat air dengan membentuk struktur gel. Selain glukomanan, daya ikat air (WHC) juga dipengaruhi oleh kandungan protein daging itik yang lebih tinggi daripada unggas lain yaitu 21,4%. Arief *et al.*, (2012) yang menyatakan bahwa daya ikat air bakso berpusat pada protein dan struktur yang mengikat air terutama protein myofibril.

Mutu Organoleptik

Mutu organoleptik bakso itik dengan uji ranking disajikan dalam Grafik 2. dan tingkat kesukaan terhadap bakso itik disajikan dalam Grafik 3.



Grafik 2. Hasil Uji Organoleptik Bakso Itik

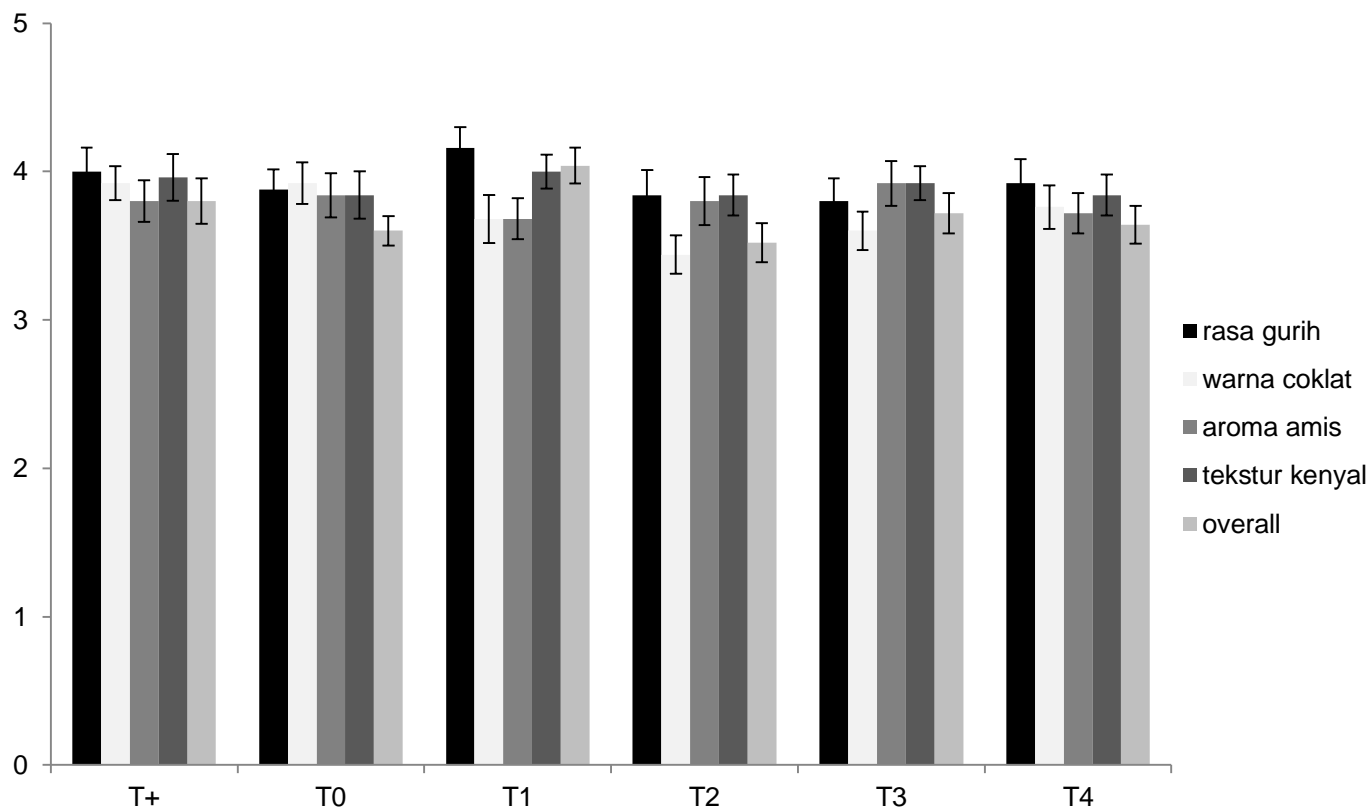
Data ditampilkan sebagai nilai rerata ± SE (n=4)

Superscript huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

T₀, T₁, T₂, T₃ dan T₄ = Konsentrasi tepung porang: 0%; 1%; 1,5%; 2% dan 2,5%

T+ = Konsentrasi tepung rumput laut 2%

Skala ranking dinyatakan dalam urutan I-VI dimana urutan 1 artinya yang paling hingga 6 artinya tidak sama sekali berwarna coklat, amis, gurih dan kenyal



Grafik 3. Hasil Uji Hedonik Bakso Itik

Data ditampilkan sebagai nilai rerata \pm SE (n=4)

T₀, T₁, T₂, T₃ dan T₄ = Konsentrasi tepung porang: 0%; 1%; 1,5%; 2% dan 2,5%

T+ = Konsentrasi tepung rumput laut 2%

Skala mutu hedonik dengan skor 1-5 berturut-turut menyatakan tidak suka, agak suka, suka, sangat suka dan sangat sangat suka

Berdasarkan Grafik 2. menunjukkan bahwa penilaian konsumen terhadap tekstur kenyal bakso itik dengan kadar tepung porang yang berbeda berpengaruh sangat nyata ($P < 0,05$) namun aroma amis, warna coklat dan rasa gurih bakso itik tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap perlakuan. Berdasarkan penilaian panelis pada uji ranking diketahui bahwa semakin tinggi kadar penggunaan tepung porang maka bakso itik mempunyai rasa semakin tidak gurih, aroma amisnya semakin tidak ketara, warna coklat semakin pudar, dan teksturnya semakin tidak kenyal (keras). Serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Ardianti *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa tingkat kecerahan bakso akan semakin menurun karena penambahan glukomanan yang menyebabkan warna menjadi gelap akibat kontak dengan panas. Tekstur bakso itik dengan tepung porang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan tepung rumput laut. tepung porang juga mengandung glukomanan yang dapat memerangkap air dalam matriks gel sehingga tekstur menjadi lebih kompak dan keras. Berdasarkan Grafik 3. menunjukkan bahwa penerimaan konsumen terhadap bakso itik dengan kadar tepung porang yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Panelis lebih menyukai bakso itik dengan perlakuan penggunaan tepung porang 1% (T₁) untuk parameter rasa gurih, tekstur kenyal dan overall, perlakuan T+ (penggunaan rumput laut) untuk parameter warna dan T₃ (penggunaan tepung porang 2%) untuk aroma amis. Hal tersebut menunjukkan bahwa bakso itik dengan penggunaan tepung porang diatas 1% kurang diminati oleh konsumen namun penggunaan tepung porang 2% dinilai mampu menghilangkan rasa amis dan disukai oleh konsumen. Panelis lebih menyukai tekstur bakso itik dengan nilai kekenyalannya tinggi dibanding bakso itik dengan kekenyalan rendah (Pramuditya *et al.*, 2014).

Kesimpulan

Penambahan tepung porang mampu menghasilkan bakso itik dengan rendemen, kadar air, dan daya ikat air (WHC) yang tinggi serta memiliki tekstur yang kenyal. Bakso itik dengan tepung porang sebagai pengental alami dapat diterima dan disukai oleh panelis.

Daftar Pustaka

- AOAC. 2005. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist. Association of Official Analytical Chemist, Inc, USA.
- Ardianti, Y., S. Widyastuti, S. W. Rosmilawati, dan, D. Handito. 2018. Pengaruh penambahan karagenan terhadap sifat fisik dan organoleptik bakso ikan tongkol (*Euthynnus affinis*). Jurnal AGROTEKSOS: Agronomi Teknologi dan Sosial Ekonomi Pertanian 24 (3): 159-166.

- Arief, H. S., Y. B. Pramono, dan V. P. Bintoro. 2012. Pengaruh *edible coating* dengan konsentrasi berbeda terhadap kadar protein, daya ikat air dan aktivitas air bakso sapi selama masa penyimpanan. *Animal Agriculture Journal* 1 (2): 100-108.
- Arifin, M. A. 2001. Pengeringan Keripik Umbi Iles-Iles Secara Mekanik untuk Meningkatkan Mutu Keripik Iles. Thesis. Teknologi Pasca Panen. Bogor: PPS-IPB.
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. Bakso Daging SNI No. 3818-2014. Jakarta.
- Chakim, L., B. Dwiloka dan Kusrahayu. 2013. Tingkat kekenyalan, daya mengikat air, kadar air, dan kesukaan pada bakso daging sapi dengan substitusi jantung sapi. *Jurnal Animal Agriculture* 2 (1): 97-104.
- Dewi, N. R. K. dan S. B. Widjanarko. 2015. Studi proporsi tepung porang:tapioka dan penambahan NaCl terhadap karakteristik fisik bakso sapi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (3): 855-864.
- Haryani, K. dan Hargono. 2008. Proses pengolahan iles-iles (*Amorphophallus sp.*) menjadi glukomannan sebagai *gelling agent* pengganti boraks. *Jurnal Momentum* 4 (2): 38-41.
- Jiménez-Colmenero F, S.Cofrades, A. Herrero, F. Fernández-Martín, L. Rodríguez-Salas, dan C. Ruiz-Capillas. 2012. Konjac gel fat analogue for use in meat products: comparison with pork fats. *Journal of Food Hydrocol* 26 (1): 63-72.
- Koeswara, S. 2009. Ebook Pangan: Iles-Iles dan Hasil Olahannya. Diakses 20 November 2018. <http://ebookpangan.com>
- Kurniawan, A. B., A. N. M. Al-Baarri, dan K. Kusrahayu. 2012. kadar serat kasar, daya ikat air, dan rendemen bakso ayam dengan penambahan karaginan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 1 (2).
- Merthayasa, J. D., I. K. Suada, dan K. K. Agustina. 2015. Daya ikat air, pH, warna, bau dan tekstur daging sapi Bali dan daging wagyu. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus* 4 (1): 16-24.
- Pramuditya, G., dan S. S. Yuwono. 2014. Penentuan atribut mutu tekstur bakso sebagai syarat tambahan dalam SNI dan pengaruh lama pemanasan terhadap tekstur bakso. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2 (4): 200-209.
- Princestasari, L. D. dan L. Amalia. 2015. Formulasi rumput laut *Glacilaria sp.* dalam pembuatan bakso daging sapi tinggi serat dan iodium. *Jurnal Gizi Pangan* 10 (3): 185 – 196.
- Purba, M., E. B. Laconi, P. P. Ketaren, C. H. Wijaya, dan P. S. Hardjosworo. 2010. Kualitas sensori dan komposisi asam lemak daging itik lokal jantan dengan suplementasi santoquin, vitamin E dan C dalam ransum. *J. Ilmu Teknologi Veteriner*. 15 (1): 47-55.
- Purukan, O. P., C. F. Mamujaja, L. C. Mandey, dan L. P. Mamahit. 2013. Pengaruh penambahan bubur wortel (*Daucus carota*) dan tepung tapioka terhadap sifat fisikokimia dan sensoris bakso ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Jurnal Cocos* 2 (4): 1-10.
- Sari, H. A. 2014. Studi Karakteristik Kimia Bakso Sapi (Kajian: Persentase Tepung Tapioka : Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dan Penambahan NaCl). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.
- Sari, H. A. dan S. B. Widjanarko. 2015. Karakteristik kimia bakso sapi (kajian proporsi tepung tapioka: tepung porang dan penambahan NaCl). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (3): 784-792.
- Soekarto, S.T. 1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Utami, D. P. dan A. M. P. Nuhriawangsa. 2014. Manfaat bromelin dari ekstrak buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dan waktu pemasakan untuk meningkatkan kualitas daging itik afkir. *Jurnal Sains Peternakan* 9 (2): 82-87.
- Wen X., T. Wang, Z. Wang, L. Li, dan C. Zhao. 2008. Preparation of konjac glucomannan hydrogels as DNA-controlled release matrik. *International Journal of Biological Macromolecules* 42 (3): 256-263.