PENGEMBANGAN TEKNOLOGI SEREAL SARAPAN BEKATUL DENGAN MENGGUNAKAN *TWIN SCREW EXTRUDER*

Slamet Budijanto¹, Azis Boing Sitanggang¹, Hasti Wiaranti¹ dan Bram Koesbiantoro²

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

²Balai Besar Penelitian Padi, Sukamandi

Email : slamet.budijanto@gmail.com

Pengembangan bekatul sebagai bahan baku untuk pembuatan sereal sarapan diperlukan untuk memanfaatkan produk samping dari penggilingan padi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan produk sereal sarapan bekatul (*rice bran puffed cereal*) dengan menggunakan teknologi ekstrusi ulir ganda. Pemilihan formula dari 27 kombinasi perlakuan berdasarkan penilaian deskriptif yaitu bentuk dan keseragaman produk oleh panelis terbatas (5 orang). Dari 27 formula, terpilih 4 formula untuk dilakukan pengujian sifat fisikokimia dan organoleptik. Dari 4 formula terpilih, dipilih formula 3 yang memiliki nilai derajat gelatinisasi 31,51%, derajat pengembangan 149,77%, kekerasan produk 0,835 Kgf; kerenyahan produk 0,203 Kgf; IPA 4,670 g / ml; IKA 0,0144 g/ml; dan ketahanan dalam susu 53 menit 4 detik. Kadar air, protein, lemak, abu, karbohidrat, dan serat makanan dari formula sereal terpilih dalam basis basah masing-masing 3,67%, 3,40%, 10,52%, 4,41%, 77,99% dan 8,19%.

Kata Kunci : Bekatul, ekstrusi ulir ganda, sereal sarapan

ABSTRACT. Slamet Budijanto, Azis Boing Nainggolan, Hasti Wiaranti, Bram Koesbiantoro. 2012. Development of Bran Cereals Using Twin Screw Extruder. Development of rice bran as raw material for the manufacture of breakfast cereals is required to utilize by product of rice milling. The aim of research is developing bran breakfast cereal products (rice bran puffed cereals) using twin screw extrusion. The selection of 27 formula was based on a descriptive assessment of the shape and uniformity of the product by limited panelists (5 panelists). Four formulae were selected for testing the physicochemical and organoleptic properties. Formula 3 was selected from four formulae a value of gelatinization degree of 31.51%, the degree of development of 149.77%; hardness of products of 0.835 Kgf; crispiness 0.203 Kgf; WAI 4.670 g / ml; WSI 0.0144 g / ml; and resistancy in milk 53 minutes 4 seconds. The moisture, protein, fat, ash, carbohydrate, and dietary fiber content of cereal products of the chosen formula were of 3,67%; 3,40%; 10,52%; 4,41%;77,99%; and 8,19% respectively (wb).

Keywords : rice bran, twin screw extrusion, breakfast cereal

PENDAHULUAN

Bekatul merupakan hasil samping penggilingan padi yang kaya kandungan nilai gizi dengan pemanfaatannya terbatas hanya sebagai pakan ternak. Produksi padi nasional tahun 2009 mencapai 63 juta ton berpotensi menghasilkan bekatul sebanyak 5 juta ton¹. Potensi ketersediaan yang cukup besar serta nilai gizi yang tinggi memberikan peluang bekatul untuk dikembangkan menjadi bahan pangan bernilai ekonomi tinggi.

Kadar asam lemak bebas (ALB) di dalam bekatul meningkat dengan cepat dari 1-3% menjadi 33% setelah seminggu dan mencapai 46% setelah 3 minggu. Diperkirakan kecepatan pembentukan asam lemak bebas hasil hidrolisis minyak dalam bekatul mencapai 5-10% per hari dan sekitar 70% dalam sebulan². Seperti diketahui bahwa asam lemak bebas mempunyai karakteristik sangat mudah dioksidasi. Ditunjang oleh kandungan Poly Unsaturated Fatty Acid (PUFA) bekatul yang relatif tinggi akan mempercepat kerusakan bekatul yaitu kerusakan hidrolitik dan diteruskan dengan kerusakan

oksidatif. Bekatul yang telah mengalami kerusakan oksidatif tidak layak digunakan sebagai bahan pangan fungsional³. Oleh karena itu usaha untuk memanfaatkan bekatul sebagai bahan pangan harus diawali dengan inaktivasi enzim lipase. Upaya yang telah dilakukan meliputi inaktivasi secara fisik^{4,5,6}, secara kimia dan secara enzimatis^{7,8,9}. Diantara ketiga kelompok inaktivasi tersebut perlakuan fisik mempunyai peluang lebih baik untuk dapat diaplikasikan karena lebih praktis dan biaya lebih murah. Dalam penelitian ini inaktivasi bekatul dilakukan dengan teknik *no die twin screw extrusion*.

Salah satu alternatif bentuk pengolahan pangan yang dapat meningkatkan penerimaan dan keawetan bekatul adalah dengan teknologi ekstrusi. Pemasakan ekstrusi merupakan proses pemasakan yang menggunakan suhu tinggi dengan waktu yang singkat atau lebih dikenal sebagai proses HTST (*High Temperature Short Time*). Proses ini dapat membunuh mikroba¹⁰ dan mendenaturasi protein sehingga dapat menginaktivasi enzim lipase dan polifenol oksidase pada bekatul¹¹. Keuntungan proses ekstrusi adalah kerusakan

gizi dapat diperkecil, produktivitas tinggi dan bentuk produk yang sangat khas dan bervariasi¹².

Salah satu produk ekstrusi yang dapat dikembangkan dari bekatul adalah sereal sarapan. Pemilihan sereal sarapan diharapkan dapat diterima oleh masyarakat karena sifatnya yang praktis, mudah disajikan dengan cita rasa yang enak. Selain itu dengan teknologi pelapisan pascaekstrusi dimungkinkan pengembangan aneka rasa sehingga dapat memberikan variasi pilihan kepada konsumen.

Penelitian ini memanfaatkan *stabilized rice bran* (SRB) sebagai bahan untuk membuat sereal sarapan. Produk ini diharapkan akan dapat memanfaatkan kelebihan dari bekatul untuk diformulasikan ke dalam sereal sarapan. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan teknologi pengolahan sereal sarapan bekatul (*rice bran cereal*) dengan menggunakan teknologi ekstrusi ulir ganda.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan

Bahan yang digunakan adalah bekatul dan *grits* jagung. Bekatul diperoleh dari penggilingan padi di Kebun Percobaan Departemen Agoronomi dan Hortikultura, IPB sedangkan *grits* jagung diperoleh dari *pilot plant* SEAFast Center, IPB.

Alat

Alat yang digunakan adalah ekstruder ulir ganda Berto Company, oven pengering, tanur, sentrifuse, spektrofotometer, soxhlet, timbangan analitik, alat-alat gelas untuk analisa dan alat-alat bantu lainnya.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan beberapa tahap yaitu (1) tahap persiapan, (2) pemilihan formula dan (3) pengujian formula terpilih. Ketiga tahapan tersebut secara rinci seperti diuraikan sebagai berikut.

Tahap persiapan

Penelitian diawali dengan persiapan bekatul yaitu inaktivasi lipase bekatul hasil penyosohan dengan proses ekstrusi tanpa *die* (cetakan) dengan kombinasi tiga suhu ekstruder yaitu T_1 (130°C); T_2 (180°C); T_3 (230°C)¹¹, kemudian dilakukan pengayakan dengan ukuran ± 40 mesh. Produk ini selanjutnya disebut SRB (*stabilized rice bran*).

Pemilihan formula dan suhu ekstrusi

Formulasi bahan dilakukan dengan variasi perlakuan perbandingan jagung dengan SRB (85:15, 80:20, dan 75:25), perlakuan penambahan air (5, 8 dan 11%), dan perlakuan suhu ekstrusi (135, 150 dan 165°C pada T_3 , 80°C untuk T_1 dan 100°C untuk T_2) dan kombinasinya. Proses pemilihan formulasi terbaik dari 27 formula perlakuan produk sereal sarapan ditentukan berdasarkan penilaian deskriptif yaitu bentuk dan keseragaman produk oleh panelis terbatas (5 orang).

Pengujian formula terpilih

Dari tahapan ke-2 didapatkan formula terpilih untuk dilakukan analisis sifat fisiko kima dan analisis organoleptik. Berdasarkan hasil analisis obyektif (analisis sifat fisiko kimia) dan subyektif (analisis organoleptik) dilakukan penentuan formula terbaik hasil penelitian ini.

Metode Analisis

Analisis sifat fisik yang dilakukan meliputi derajat gelatinisasi¹³, derajat pengembangan¹⁴, tekstur (kekerasan) diukur dengan menggunakan alat Rheoner dengan probe berbentuk jarum, indeks penyerapan air (IPA) dan indeks kelarutan air (IKA) dengan metode sentrifugasi¹⁵. Sedangkan analisis kimia meliputi kadar air dengan metode oven¹⁶, kadar abu dengan metode pengabuan kering¹⁶, kadar protein dengan metode Kjeldahl¹⁶, kadar lemak dengan metode soxhlet, kadar karbohidrat (*by difference*) dan kadar serat pangan dengan metode enzimatik¹⁶. Pengukuran dilakukan pada 2 volt, *speed table* 0,5 mm/detik dengan *preset* no.1 500 mm dan *preset* no.2 satu (1) kali.

Uji organoleptik yang digunakan adalah uji penerimaan (hedonik) dan uji ranking. Pengujian dilakukan oleh 30 panelis tidak terlatih. Panelis menilai produk secara subyektif dan spontan tanpa membandingkan antar sampel. Uji ranking hedonik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan atau tingkat kesukaan produk dari formulasi yang dibuat. Skala yang digunakan adalah skala 1 (sangat tidak disukai) sampai 7 (sangat disukai). Parameter yang diuji adalah rasa, kerenyahan dan warna. Uji ranking hedonik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui urutan sampel yang paling disukai oleh panelis. Parameter yang digunakan adalah penilaian keseluruhan (*overall*) dengan menggunakan skala 1 (paling disukai) sampai 4 (paling tidak disukai).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Persiapan

Pasca penggilingan padi jumlah ALB pada bekatul meningkat dengan cepat^{17,2,11}. Kadar ALB di dalam bekatul meningkat dengan cepat dari 1% sampai 3% menjadi 12-20% setelah 24 jam¹⁷. Dari penelitian oleh Goftman¹⁸ yang diperkuat hasil penelitian Budijanto¹⁷ dan Ubaidillah¹¹, kecepatan hidrolisis trigliserida bekatul dipengaruhi oleh varietas padi.

Peningkatan ALB yang terjadi diakibatkan oleh aktivitas enzim lipase pada bekatul. Selama proses penggilingan, lemak bekatul kontak dengan lipase yang menghidrolisis ikatan ester melepaskan asam lemak (dikenal sebagai ALB)¹⁹. Enzim lipase merupakan enzim hidrolitik, dimana enzim ini bekerja dengan adanya air pada bahan pangan. Enzim ini akan menghidrolisis trigliserida menjadi ALB dan gliserol. Enzim lipase *in situ* dari kulit padi menyebabkan kerusakan hidrolitik pada lipid bekatul²⁰. Oleh karena itu, sebelum digunakan dilakukan inaktivasi enzim lipase pada bekatul. Inaktivasi enzim lipase menggunakan metode Ubaidillah¹¹, dimana bekatul diekstrusi dengan menggunakan *no die twin screw extruder* dengan kondisi pada pada $T_1=130^{\circ}\text{C}$, $T_2=180^{\circ}\text{C}$ dan $T_3=230^{\circ}\text{C}$.

Pengembangan Formula Sereal Sarapan Bekatul

Hasil pengamatan organoleptik yang dilakukan oleh 5 orang panelis terhadap bentuk dan keseragaman ditampilkan pada Tabel 1. Dari tiga taraf suhu yang dicobakan yaitu 135°C , 150°C dan 165°C , ternyata suhu 135°C menghasilkan bentuk dan keseragaman yang lebih baik dibandingkan dengan suhu 150°C dan 165°C . Menurut Owusu *et al.*²¹ ekstrusi dengan suhu *die* 140°C menunjukkan sel udara besar, dinding tipis dan permukaan dinding ekstrudat halus. Sedangkan pada suhu *die* 180°C umumnya sel udara kecil, dinding lebih tebal dan permukaan keras. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa suhu proses ekstrusi yang semakin besar menyebabkan turunnya derajat pengembangan.

Lebih jauh diutarakan bahwa perbandingan *grits* jagung dengan SRB 75:25 menghasilkan bentuk dan keseragaman yang kurang baik jika dibandingkan dengan perbandingan lainnya. Penambahan bekatul lebih tinggi dari 20% menyebabkan produk tidak mengembang dengan baik. Hal ini karena kandungan bekatul yang mengandung serat, protein, dan lemak yang cukup tinggi menyebabkan produk tidak mengembang.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa hanya 4 perlakuan yang memberikan nilai di atas 3 yang berarti level disukai. Empat formula terpilih yaitu formula *grits* jagung dan SRB dengan perbandingan 85: 15, penambahan air 11% dan suhu ekstruder 135°C

(A1B3C1) selanjutnya disebut Formula 1, formula *grits* jagung dan SRB dengan perbandingan 80: 20, penambahan air 5% dan suhu ekstrusi 135°C (A2B1C1) selanjutnya disebut Formula 2, formula *grits* jagung dan SRB dengan perbandingan 80: 20, penambahan air 8% dan suhu ekstrusi 135°C (A2B2C1) selanjutnya disebut Formula 3 dan formula *grits* jagung dan SRB dengan perbandingan 80: 20, penambahan air 11% dan suhu ekstrusi 135°C (A2B3C1) selanjutnya disebut Formula 4. Ke empat formula terpilih ini selanjutnya dianalisis sifat fisiko kimia dan sifat sensorinya untuk menentukan formula terbaik.

Tabel 1. Hasil pengamatan deskriptif seleksi formula sereal sarapan

Table 1. Descriptive observations of selection of formula of breakfast cereal

Perlakuan/ <i>Treatment</i>	Bentuk/ <i>Shape</i>	Keseragaman/ <i>Uniformity</i>
A1B1C1	2,5	2,5
A1B2C1	2,5	1,25
A1B3C1	5	5
A2B1C1	3,75	5
A2B2C1	5	3,75
A2B3C1	5	5
A3B1C1	1,25	2,5
A3B2C1	1,25	2,5
A3B3C1	1,25	2,5
A1B1C2	2,5	1,25
A1B2C2	1,25	1,25
A1B3C2	1,25	2,5
A2B1C2	2,5	2,5
A2B2C2	2,5	1,25
A2B3C2	2,5	1,25
A3B1C2	2,5	1,25
A3B2C2	2,5	2,5
A3B3C2	2,5	1,25
A1B1C3	1,25	2,5
A1B2C3	2,5	1,25
A1B3C3	2,5	2,5
A2B1C3	1,25	2,5
A2B2C3	2,5	2,5
A2B3C3	2,5	1,25
A3B1C3	1,25	1,25
A3B2C3	2,5	1,25
A3B3C3	2,5	2,5

Keterangan :

- Tidak baik/seragam (1), kurang baik/seragam (2), cukup baik seragam (3), baik/seragam (4), sangat baik/seragam (5).
- Perlakuan:

A = Kadar Bekatul (A1= 15%, A2= 20%, A3= 25%)
 B = Penambahan air (B1= 5%, B2= 8%, B3=11%)
 C = Suhu ekstruder (C1= 135, C2= 150, C3= 165°C)

Remark :

- *Not good / uniform (1), less good / uniform (2), quite good uniform (3), good / uniform (4), very good / uniform (5).*
- *Treatment :*
A = Bran content (A1= 15%, A2= 20%, A3= 25%)
B = Water added (B1= 5%, B2= 8%, B3= 11%)
C = Extruder temperature (C1= 135, C2= 150, C3= 165°C)

Pengujian Formula Terpilih

Derajat Gelatinisasi

Hasil pengamatan derajat gelatinisasi formula sereal sarapan terpilih seperti tersaji pada Tabel 2. Derajat gelatinisasi produk sereal yang dihasilkan relatif rendah yaitu sekitar 30%. Penambahan air berpengaruh terhadap derajat gelatinisasi sereal sarapan yang dihasilkan, dimana penambahan air pada level tertinggi yaitu 11 % atau perlakuan B3 mempunyai derajat gelatinisasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan air 5 dan 8%.

Gelatinisasi akan berpengaruh terhadap daya cerna pati produk yang dihasilkan. Hasil penelitian Holm *et al.*,²² menunjukkan bahwa tingkat gelatinisasi pati merupakan faktor penentu yang penting untuk tingkat hidrolisis pati secara *in vitro* dan respon metabolisme pati secara *in vivo*. Hasil studi ini didukung oleh El-Khalek

*et al.*²³ bahwa tingkat gelatinisasi pati yang lebih rendah produk ekstrusi dalam diet dapat meningkatkan daya cerna pada binatang percobaan. Umumnya pemasakan ekstrusi secara signifikan meningkatkan daya cerna pati secara *in vitro* pada ekstrudat.

Derajat Pengembangan

Salah satu parameter penting pada produk ekstrusi adalah kemampuan menghasilkan produk yang mengembang (*puffing*). Hasil pengamatan empat formula terpilih dapat dilihat pada Tabel 2. Perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengembangan produk. Pengembangan terbaik dihasilkan pada penambahan bekatul 20% dan penambahan air 8% yaitu sebesar 149.77%. Pengembangan produk ekstrusi akan sangat mempengaruhi tekstur (kekerasan dan kerenyahan). Produk yang paling mengembang ternyata mempunyai nilai kerenyahan paling tinggi dan kekerasan sedang (menengah).

Derajat pengembangan dipengaruhi oleh jumlah pati yang terdapat dalam bahan baku²⁴. Jumlah pati tersebut erat hubungannya dengan jumlah pati tergelatinisasi. Besar kecilnya derajat pengembangan produk ekstrusi ditentukan oleh banyak sedikitnya jumlah pati yang tergelatinisasi selama proses ekstrusi. Faktor lain yang mempengaruhi derajat pengembangan adalah tingkat kelembaban dalam adonan yang akan mempengaruhi hasil suhu adonan dan jumlah pati yang tergelatinisasi selama proses ekstrusi²⁵.

Tabel 2. Sifat fisikokimia sereal sarapan yang diekstrusi pada suhu 135°C

Table 2. The nature of fisikokimia breakfast cereals that extruded at a temperature of 135°C

Sampel/ Sample	Grits Jagung: SRB	Penambahan Air (%)/ Addition of water	Derajat Gelatinisasi (%)/ Gelatinization degree	Derajat Pengembangan/ Expansion degree (%)	Kekerasan (Kgf)/ Hardness (Kgf)	Kerenyahan (Kgf)/ Crispiness (Kgf)	IPA (g/ml)/ WAI (g/ml)	IKA (g/ml)/ WSI (g/ml)	Waktu/ Time
Formula 1/ Formulation 1	85:15	11	36,81 ^c	121,14 ^b	0,917 ^c	0,198 ^c	4,780 ^b	0,0139 ^a	52 menit 48 detik
Formula 2/ Formulation 2	80:20	5	30,82 ^a	135,27 ^c	0,551 ^a	0,115 ^a	4,646 ^a	0,0287 ^d	44 menit 58 detik
Formula 3/ Formulation 3	80:20	8	31,51 ^a	149,77 ^d	0,835 ^b	0,203 ^c	4,670 ^{ab}	0,0144 ^b	53 menit 04 detik
Formula 4/ Formulation 4	80:20	11	35,27 ^b	118,64 ^a	1,179 ^d	0,152 ^b	4,679 ^{ab}	0,0171 ^c	45 menit 20 detik

Catatan: Huruf yang sama pada kolom nilai derajat gelatinisasi menunjukkan bahwa formula tersebut tidak berbeda nyata

Note: The same letters in column of the degree of gelatinization indicates not significant differences formulae

Tekstur (kekerasan dan kerenyahan)

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kekerasan dan kerenyahan. Formula yang menghasilkan tekstur paling keras yaitu formula 4 namun memiliki nilai kerenyahan yang relatif rendah. Menurut Tripalo *et al.*²⁶, kelembaban bahan, kecepatan ulir, dan temperatur mempengaruhi kekerasan produk ekstrusi. Kelembaban memiliki efek paling signifikan terhadap kekerasan produk. Semakin tinggi penambahan air pada formula, nilai kekerasan produk sereal semakin tinggi. Berdasarkan data hasil pengukuran tekstur dapat terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi bekatul pada formula, produk ekstrusi memiliki tekstur yang keras. Tekstur keras ini disebabkan oleh adanya peningkatan kadar protein, lemak, dan serat dari bahan baku adanya penurunan jumlah pati yang terdapat dalam bahan baku²⁷ yang menggunakan bahan baku bekatul dan menir.

Indeks Penyerapan Air

Indeks penyerapan air (IPA) adalah kemampuan suatu bahan untuk menyerap air dalam jumlah tertentu²⁸. IPA dapat digunakan sebagai indikator fungsional derajat pemasakan produk ekstrusi. Semakin meningkat jumlah pati yang tergelatinisasi pada proses ekstrusi (suhu dan tekanan) tinggi akan menyebabkan semakin banyak pati yang mengalami dekstrinisasi. Pati yang terdeksrinisasi inilah yang berperan dalam penyerapan air.

Empat formula terpilih mempunyai IPA yang hampir sama yaitu sekitar 4,6. Perbedaan nyata hanya terjadi pada perlakuan formula 1 dan perlakuan formula 2, (Tabel 2). Parameter ini penting untuk melihat seberapa tahan sereal sarapan mempertahankan kerenyahan. Selain itu juga akan berpengaruh pada pemilihan kemasan.

Indeks Kelarutan Air

Indeks kelarutan air (IKA) menunjukkan banyaknya bahan yang dapat larut dalam air dalam jumlah tertentu. Colona *et al.*²⁹ melaporkan bahwa setelah pati mengalami gelatinisasi maka akan terjadi degradasi amilosa dan amilopektin menghasilkan molekul yang lebih kecil. Degradasi tersebut disebabkan pada saat ekstrusi bahan berada dalam keadaan suhu dan tekanan tinggi. Molekul

yang relatif kecil inilah yang lebih mudah larut dalam air.

Pengukuran IKA pada produk sereal menunjukkan jumlah pati yang mengalami gelatinisasi sehingga dapat menggambarkan tingkat pemasakan produk ekstrusi. Oleh karena itu, semakin tinggi derajat gelatinisasi maka indeks kelarutan airnya semakin meningkat. Hasil pengamatan IKA memperlihatkan bahwa keempat formula mempunyai nilai yang berbeda nyata. (Tabel 2)

Indeks kelarutan air produk berkisar antara 0,0139 g/ml hingga 0,0287 g/ml. Menurut Rzedzicki *et al.*³⁰, nilai IKA dipengaruhi oleh parameter proses, seperti kelembaban bahan dan temperatur ekstrusi. Peningkatan kelembaban bahan menyebabkan penurunan nilai IKA. Peningkatan kelembaban bahan mentah menghasilkan viskositas yang lebih rendah pada massa cairan dalam pemasakan ekstrusi yang kemudian menurunkan intensitas tekanan dalam proses sehingga menurunkan pula derajat dekstrinasi polimer pati yang pada akhirnya mempengaruhi nilai IKA.

Uji Ketahanan Dalam Susu

Uji ketahanan dalam susu biasa dilakukan untuk produk sereal sarapan. Makanan ini umumnya dimakan dingin, dimakan bersama susu, air atau yoghurt, atau dimakan langsung. Uji ketahanan dalam susu dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh produk ekstrusi untuk mempertahankan kerenyahan di dalam susu. Menurut Baik *et al.*³¹, karakteristik fisik yang diinginkan dari produk sereal sarapan mengembang (*puffed cereal*) adalah tekstur yang renyah dan daya tahan kerenyahan di dalam susu yang cukup baik.

Dari hasil pengujian seperti tercantum pada Tabel 8, produk sereal yang dihasilkan lebih tahan dibandingkan dengan sereal komersial yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa keempat formula sereal yang dihasilkan relatif lebih tahan terhadap susu dibandingkan sereal komersial. Waktu ketahanan dalam susu produk sereal sarapan adalah 22 menit 39 detik. Produk sereal ekstrusi yang memiliki waktu ketahanan dalam susu yang mendekati atau lebih lama dibandingkan dengan waktu ketahanan dalam susu produk sereal sarapan komersial berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk sereal sarapan³².

Tabel 3. Hasil uji organoleptik pada formula terpilih

Table 3. Organoleptic results on the selected formula

	Formula 1/ <i>Formulation 1</i>	Formula 2/ <i>Formulation 2</i>	Formula 3/ <i>Formulation 3</i>	Formula 4/ <i>Formulation 4</i>
Rasa/ <i>Taste</i>	4,17ab	4,03ab	4,50b	3,97a
Kerenyahan/ <i>Cripness</i>	5,17b	3,60a	5,03b	4,00a
Warna/ <i>Colour</i>	3,83a	5,33c	4,43b	4,13ab
Uji Ranging/ <i>Overall</i>	2,23	2,80	1,90	3,07

Pengujian Sifat Organoleptik Produk

Pengujian organoleptik dengan uji kesukaan dilakukan terhadap parameter rasa, kerenyahan, warna dan *overall*. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa formula 3 yaitu bekatul 20%, penambahan air 8% lebih disukai panelis pada parameter rasa, aroma dan kerenyahan. Sedangkan untuk parameter warna memperoleh skor lebih rendah dibandingkan dengan formula 2 akan tetapi masih pada taraf disukai oleh panelis yaitu dengan skor 4,43.

Dari uraian di atas dapat dikatakan bahwa formula 3 merupakan formula terbaik dari sisi uji hedonik. Parameter warna tidak akan berpengaruh banyak karena desain produk nantinya dikemas dalam aluminium foil. Selain itu penampilan warna juga dapat dengan mudah diperbaiki dengan pelapisan (*coating*) pasca proses ekstrusi.

Hasil uji ranking kesukaan menempatkan formula 3 menjadi formula yang paling disukai panelis seperti terlihat pada pada Tabel 3. Dimana formula 3 mendapatkan nilai terendah (1.90) dan berbeda nyata dibandingkan dengan ketiga formula lainnya ($p < 0.05$). Hasil ini konsisten dengan hasil uji hedonik yang dilakukan sebelumnya yang menempatkan formula 3 sebagai formula yang paling disukai.

Analisis Proksimat

Hasil analisis proksimat dapat dilihat pada Tabel 4. Dari formula yang dihasilkan dapat dilihat bahwa keempat seral yang dihasilkan mempunyai kadar air yang relatif rendah yaitu sekitar 3%. Protein relatif tinggi sekitar 10% sedangkan lemak kurang lebih 4% kecuali formula 1 yang kadar lemaknya paling rendah yaitu 2,25%.

Tabel 4. Hasil analisis proksimat formula terpilih

Table 4. Proximate analysis results of selected formula

Sampel / Sample	Hasil Analisis Proksimat (%) / Proximate analysis (%)				
	Air/ Water	Protein/ Protein	Lemak/ Fat	Karbohidrat/ Carbohydrate	Abu/ Ash
Formula 1/ Formulation 1	3,30	9,70	4,47	79,73	2,79
Formula 2/ Formulation 2	3,67	10,52	4,41	77,99	3,40
Formula 3/ Formulation 3	2,89	10,73	4,51	78,74	3,12
Formula 4/ Formulation 4	3,33	10,26	2,25	81,05	3,11

KESIMPULAN

Suhu ekstruder berpengaruh terhadap penampakan dan keseragaman produk ekstrusi yang dihasilkan. Suhu lebih besar atau sama dengan 150°C, terlalu tinggi untuk proses ekstrusi dengan formula yang ditentukan. Penambahan SRB sampai 20% masih menunjukkan produk ekstrusi dengan penampakan dan kekompakan yang baik. Kadar air formula sangat berpengaruh terhadap hasil ekstrusi yang dihasilkan.

Formula terbaik sereal bekatul berdasarkan analisis sifat fisik dan sensori adalah perbandingan *grits* jagung dengan bekatul 80:20, penambahan air 8% dan kondisi suhu T3 ekstruder 135 °C. Komposisi formula terbaik adalah kadar air 3.67%, kadar protein 10,52%, kadar lemak 4,41%, kadar karbohidrat 77.99% dan kadar abu 3.40%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Program Kerjasama Penelitian Perguruan Tinggi (KKP3T), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian sesuai dengan surat perjanjian pelaksanaan kegiatan Nomor : 981/lb.620/i.1/4/2010 tanggal : 6 April 2010

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik. Produksi padi nasional tahun 2009. Jakarta; 2010.
2. Damardjati DS, Santosa BA, Munarso J. Laporan Akhir. Studi kelayakan dan rekomendasi teknologi pabrik pengolahan bekatul. Laporan Akhir. Subang; Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi. 1990.
3. Barnes P, Galliard T. Rancidity in Cereal Products. Lipid Technol. 1991; 3 : 23-28.
4. Astika ND. Stabilisasi tepung bekatul melalui metode pengukusan dan pengeringan rak serta pendugaan umur simpannya [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor; 2009.
5. Lakkakula NR, Lima M, Walker T. Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. Bioresource Technology. 2003; 92 : 157-161.
6. Tao J, Rao RM, Liuzzo JA. Thermal efficiencies of conventional and microwave heat stabilization of rice Bran. Louisiana Agric. 1993; 36 (3) : 15.
7. Azizah N, Widowati S, Misgiyarta, Nurlaela. Produksi protease dari *Bacillus circulans* 9b3 dan aplikasinya pada bekatul. Dalam Moeljopawiro S, Purwadaria T, Herman M, Rukyani A, Sutrisno, Kasim H (Eds.). Prosiding Ekspose Hasil Penelitian Biotekno-logi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. 1999; hlm. 396-403.

8. Rosmimik, Widowati S, Siregar E, Damardjati DS. Skrining mikroba proteolitik dalam inaktivasi lipase pada bekatul. Dalam Moeljopawiro S, Machmud M, Gunarto L, Mariska I, Kasim H (Eds.). Prosiding Temu Ilmiah Bioteknologi Pertanian. 1998; hlm. 43-48.
9. Nugroho EY. Penentuan kondisi optimum untuk mempertahankan mutu bekatul melalui penghambatan aktivitas lipase oleh protease komersial. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB; Bogor. 2002.
10. Riaz MN. Selecting the right extruder. In : Guy R, Extrusion cooking. Cambridge; Woodhead Publishing Ltd., 2001: 29-50.
11. Ubaidillah F. Optimasi proses stabilisasi bekatul menggunakan ekstruder ulir ganda tanpa die. [Tesis]. Fateta IPB; Bogor. 2010.
12. Muchtadi TR, Purwiyatno, Basuki A. Teknologi pemasakan ekstrusi. LSI Institut Pertanian Bogor; Bogor. 1988.
13. Wooton M, Weeden D, Munk N. A rapid method for the estimation of starch gelatinization in processed food. J. Food Tech. 1971; 612-615.
14. Linko PP, Colonna P, Mercier P. HTST Extrusion cooking. Dalam : Pomeranz Y (ed.). Advance in cereal science and technology. St. Paul, Minnesota; The Avi AACC Inc., 1981.
15. Anderson RA, Conway HF, Pfeifer VF, Griffin EL. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. J. Cereal Science. 1969; 14 : 4-12.
16. AOAC. Official methods of analysis (16th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. 1999.
17. Budijanto S, Sukarno, Kosbiantoro B. Inaktivasi enzim lipase untuk stabilisasi bekatul (maksimum FFA 5%) 4 varietas padi sebagai bahan ingredient pangan fungsional yang dapat disimpan 6 Bulan. Laporan Penelitian KKP3T. LPPM-IPB: Bogor. 2010.
18. Goffman FD, Bergman C. Phenolics in rice: Genetic variation, chemical characterization and antiradical efficiency. St. Paul, MN : Am. Assoc. Cereal Chem, 2002.
19. Ramezanzadeh FM, Rao RM, Windhauser M, Prinyawiwatkul W, Tulley R, Marshall WE. Prevention of hydrolytic Rrancidity in rice bran during storage. J. Agric. Food Chem. 1999; 47 : 3050-3052.
20. Champagne ET, Hron RJ, Abraham G. Utilizing ethanol to produce stabilized brown rice product. JAOCS. 1992; 69 (3) : 205 -208.
21. Owusu AJ, Van De Vootz, Stanley ER. Textural and microstructural changes in corn starch as a functional of extrusion variables. J Can Inst Food Sci Thecnol. 1984; 17 : 65-70.
22. Holm J, Lundquist I, Bjorck I, Eliasson AC, Asp NG. Degree of starch gelatinization, digestion rate of starch in vitro, and metabolic response in rats. American J Clinical Nutri. 1988; 47 : 1010-1016.
23. El-Khalek A, Kalmar I, Van WS, Werquin G, Janssens GP. Effect of starch gelatinisation on nutrient digestibility and plasma metabolites in pigeons. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2009; 93 (3) : 359-365.
24. Shukla. Factors affecting extrusion and product quality. Di dalam Snack food breakfast cereal extrusion training program. July 11-13 1995. IUC for Food and Nutrition, IPB: Bogor. 1995.
25. Apriani RN. Mempelajari pengaruh ukuran partikel dan kadar air tepung jagung serta kecepatan ulir ekstruder terhadap karakteristik snack ekstrusi. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB: Bogor. 2009.
26. Tripalo B, Zek JD, Ci B, Semenski D, Drvar N, Ukrainczyk M. Effect of twin-screw extrusion parameters on mechanical hardness of direct-expanded extrudates. J. S^{ad}han^a. 2006; 31(5) : 527-536.
27. Wulandari Z. Analisa sifat fisiko kimia dan finansial produk ekstrusi hasil samping penggilingan padi (menir dan bekatul). [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB: Bogor. 1997.
28. Harianto. Proses pengawetan bekatul secara ekstrusi. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB: Bogor. 1996.
29. Colonna P, Doublier JL, Melcion JP, De Monredon, Mercier C. Extrusion cooking and drum drying of wheat starch. Physical and Macromolecular Modifications. J. Cereal Chemistry. 1984; 61 (6) : 538-543.
30. Rzedzicki Z, Sobota A, Zarzycki P. Influence of pea hulls on the twin screw extrusion-cooking process of cereal mixtures and the physical properties of the extrudate. Int Agrophysics. 2004; 18 : 73-81.
31. Baik BK, Powers J, Nguyen LT. Extrusion of regular and waxy barley flours for production of expanded cereal. J. Cereal Chemistry. 2004; 81 (1) : 94-99.
32. Apsari KW. Pengaruh substitusi pati sagu terhadap sifat fisiko kimia produk ekstrusi berbasis jagung. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB: Bogor. 2006.