

Pengaruh Dua Siklus *Autoclaving-Cooling* Terhadap Kadar Pati Resisten Tepung Beras dan Bihun yang Dihasilkannya

Effects of Two-Cycle Autoclaving-Cooling on Resistant Starch Content of Rice Flour and the Resulted Rice Noodle

Fahma Yuliwardi^a, Elvira Syamsir^{a,b}, Purwiyatno Hariyadi^{a,b}, dan Sri Widowati^c

^aDepartemen Ilmu dan Teknologi pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

^b*Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology Center (SEAFASST Center)*, Institut Pertanian Bogor, Bogor

^cBalai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No 12A, Bogor
Email : fahma_85@yahoo.com

Diterima : 18 September 2013

Revisi : 5 Desember 2014

Disetujui : 22 Januari 2014

ABSTRAK

Beras merupakan salah satu komoditas pangan terpenting di Indonesia karena merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia. Namun sampai saat ini produktivitas tanaman padi masih rendah dan belum dapat memenuhi kebutuhan secara keseluruhan. Oleh karena itu, perlu upaya nyata untuk meningkatkan hasil panen tanaman padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian unsur hara silika (Si) dalam ukuran nano yang diisolasi dari sekam padi terhadap pertumbuhan, respon morfologi dan fisiologi serta produktivitas tanaman padi sawah. Perlakuan yang diberikan terdiri atas pemberian pupuk SiP 300 kg/ha (S2), pemberian nano silika koloid 10 ppm (S3), 20 ppm (S4), 30 ppm (S5) dan kontrol/tanpa silika (S1). Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa pemberian nano silika koloid 20 ppm dan 30 ppm secara umum memberikan pengaruh yang terbaik pada pertumbuhan, respon morfologi, fisiologi dan produktivitas tanaman padi kecuali pada jumlah stomata.

kata kunci : beras, nano silika koloid, produktivitas

ABSTRACT

Rice is one of the most important staple food commodities in Indonesia. So far, however, the productivity of rice is still low and has not been able to meet the overall domestic needs. Therefore, a real effort to improve the harvest rice crops is urgently needed. This research aims to investigate the influence of silica (Si) nutrient elements, to be applied in nano size isolated from rice husk, on the growth, morphology and physiology responses as well as the productivity of the wet land rice. The treatment consists of the application of fertilizer SiP 300 kg/ha (S2), the colloid nano silica 10 ppm (S3), 20 ppm (S4), 30 ppm (S5) and kontrol/with no silica (S1). The results showed that the application of colloid nano silica 20 ppm and 30 ppm generally resulted in the best growth, morphological, physiological responses and productivity of the rice plant except for the number of stomata.

keywords: rice, colloid nano silica, productivity

I. PENDAHULUAN

Proses penggilingan padi akan menghasilkan produk kelas dua, yaitu beras patah dan

menir. Persentase butir patah maksimum pada beras mutu II adalah 10 persen, sedangkan butir menir maksimum 1 persen (SNI, 2008). Tingkat

produksi padi Indonesia tahun 2012 (ASEM) sebesar 69,05 juta ton (BPS, 2013). Dengan konversi gabah menjadi beras sebesar 62,74 persen, akan dihasilkan beras patah dan menir sebesar 4,77 juta ton.

Hingga saat ini pemanfaatan beras patah dan menir masih terbatas, bahkan di beberapa tempat hanya menjadi limbah atau dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Pengolahan beras patah dan menir menjadi produk pasta seperti bihun (*rice noodle*) dapat menjadi solusi untuk meningkatkan nilai ekonomi beras patah dan menir tersebut.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menghasilkan produk beras dengan kadar pati resisten (RS) yang tinggi. Salah satunya adalah dengan memodifikasi tepung beras secara fisik melalui proses *autoclaving-cooling* secara berulang. Menurut Ranhotra, dkk., (1991) proses lima siklus *autoclaving-cooling* dapat meningkatkan kadar RS gandum dari 0,46 persen menjadi 11,95 persen. Nurhayati (2011) melaporkan bahwa tepung pisang dengan fermentasi spontan yang diberi perlakuan dua siklus *autoclaving-cooling* mengalami peningkatan kadar RS dari 7,24 persen menjadi 28,88 persen.

Proses modifikasi dengan perlakuan panas bisa dilakukan dengan memaparkan pati dengan kadar air terbatas (<35 g/100g) pada suhu di atas 100°C (Stute, 1992). Perlakuan panas ini telah terbukti dapat meningkatkan suhu gelatinisasi, membatasi pembengkakan dan meningkatkan stabilitas pasta pati yang dihasilkan (Hormdok dan Noomhorm, 2007). Menurut Sajilata, dkk., (2006) faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembentukan RS adalah kandungan air pada pati, suhu pemanasan bertekanan, jumlah siklus *autoclaving-cooling*, nisbah amilosa dan amilopektin, panjang rantai amilosa, hidrolisis asam dan *debranching* amilopektin.

Higgins (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa mengkonsumsi RS dapat menurunkan respon glikemik, meningkatkan rasa kenyang dan mengurangi penyimpanan lemak. Hal ini membuat RS menjadi ingredien penyusun diet dalam penurunan berat badan dan terapi diet untuk pengobatan diabetes tipe 2. Panlasigui, dkk., (1992) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pembuatan bihun dengan

metoda ekstrusi dapat menurunkan respon glikemik bila dibandingkan dengan beras giling. Nilai indeks glikemik bihun dari subjek normal adalah 58 mg/dl (sedang) sedangkan nilai indeks glikemik beras giling adalah 91 mg/dl (tinggi).

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh proses dua siklus *autoclaving-cooling* terhadap kadar pati resisten tepung dan bihun beras yang dihasilkan.

II. METODOLOGI

2.1. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Pascapanen Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor, serta laboratorium Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Institut Pertanian Bogor. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah beras patah dan menir dari tiga jenis bahan baku yaitu Ciherang Igr (pratanak), IR-42 dan Basmati yang berasal dari BB Padi, Sukamandi.

Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap. Tahap pertama merupakan tahap penepungan dari bahan baku beras patah dan menir, dilanjutkan dengan percobaan pembuatan bihun menggunakan ekstruder, tahap kedua adalah proses modifikasi tepung menggunakan metoda dua siklus *autoclaving-cooling*, dan tahap ketiga adalah proses pembuatan bihun menggunakan tepung beras dan modifikasinya.

Tahap pertama penelitian ini adalah melakukan proses penepungan dari bahan baku beras patah dan menir menggunakan metode kering. Beras patah dan menir langsung digiling, kemudian disaring dengan ayakan 100 mesh. Tepung yang tidak lolos saringan digiling ulang dan di saring kembali. Selanjutnya dilakukan proses pembuatan bihun dengan menggunakan formula perbandingan tepung dan air (w/w) adalah 300:190, 300:180, 300:170 dan 300:160. Penentuan perbandingan tepung dan air bertujuan untuk menghasilkan produk bihun yang keluar dari ekstruder dengan bentuk yang baik, yaitu tidak lengket dan tergelatinisasi sempurna yang ditandai dengan tidak terdapat bercak putih pada produk bihun yang dihasilkan.

Tahap kedua adalah proses dua siklus *autoclaving-cooling* terhadap tepung dari ketiga

jenis bahan baku beras. Tujuan dari tahap kedua ini adalah untuk memperoleh tepung dengan kadar pati resisten lebih tinggi. Proses *autoclaving-cooling* yang digunakan merupakan modifikasi dari penelitian Nurhayati (2011). Pada prinsipnya kadar air tepung ditentukan terlebih dahulu, kemudian tepung tersebut dikondisikan hingga kadar airnya menjadi 25 persen. Tepung selanjutnya dikemas dengan plastik HDPE dan dimasukkan ke dalam refrigerator (suhu 5°C, selama 12 jam) agar penyebaran air pada tepung merata. Selanjutnya tepung dipanaskan dengan menggunakan autoklaf (suhu 121°C) selama 15 menit dan didinginkan (suhu 5°C) selama 24 jam. Perlakuan *autoclaving-cooling* dilakukan sebanyak dua siklus. Tepung kemudian dikeringkan menggunakan oven (suhu 60°C) selama 16 jam dan dihaluskan serta diayak dengan ayakan 100 mesh (Gambar 1).

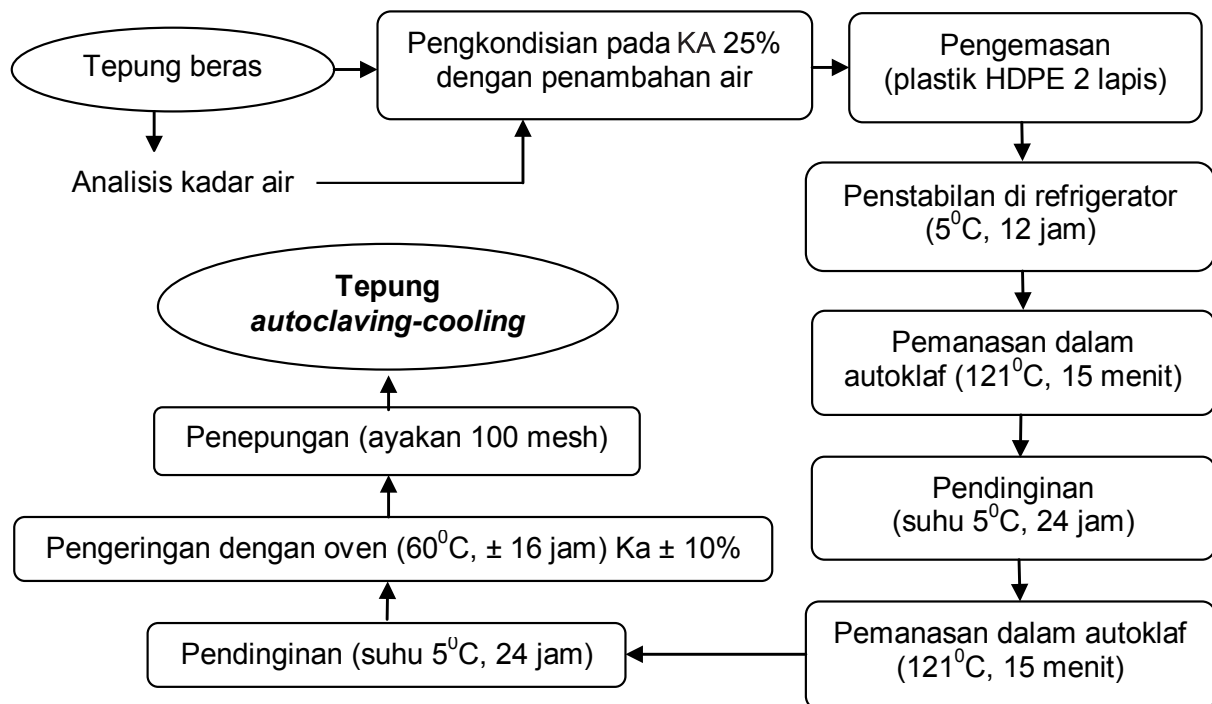
Tahap ketiga adalah proses pembuatan bihun menggunakan tepung beras yang dihasilkan (baik pada tahap pertama maupun pada tahap kedua) sebagaimana terlihat pada Gambar 2. Tahap ketiga ini bertujuan untuk menghasilkan produk bihun dengan RS tinggi.

Tepung dari ketiga jenis beras dengan dan/atau tanpa perlakuan modifikasi *autoclaving-cooling* selanjutnya diproses menjadi bihun

menggunakan formula standar yang diperoleh dari penelitian tahap pertama. Bahan tambahan yang digunakan dalam produk bihun adalah garam sebanyak dua persen dari berat tepung. Tepung, air dan garam dicampur secara merata, melalui proses pengadukan menggunakan mixer selama dua menit. Setelah itu, tepung dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam ekstruder. Bihun yang dihasilkan kemudian dikeringkan dengan oven (suhu 50°C) hingga kadar air ± 12 persen, kemudian bihun kering yang dihasilkan dikemas dengan menggunakan plastik HDPE dan disimpan sampai waktu pemakaian.

2.2. Analisis Pati Resisten

Kadar pati resisten sampel dianalisis dengan metode spektroskopi yang merujuk pada Goñi, dkk., (1996). Sampel dengan kadar air rendah digiling hingga lolos ayakan 1 mm. Apabila kadar lemak sampel ≥ 5 persen, lemak sampel tersebut harus dihilangkan dengan cara ekstraksi soxhlet menggunakan petroleum eter. Apabila penentuan pati resisten (RS) dalam makanan yang dimakan, perlakuan pengeringan, pendinginan atau penyimpanan sampel harus dihindari karena dapat mempengaruhi kadar RS.



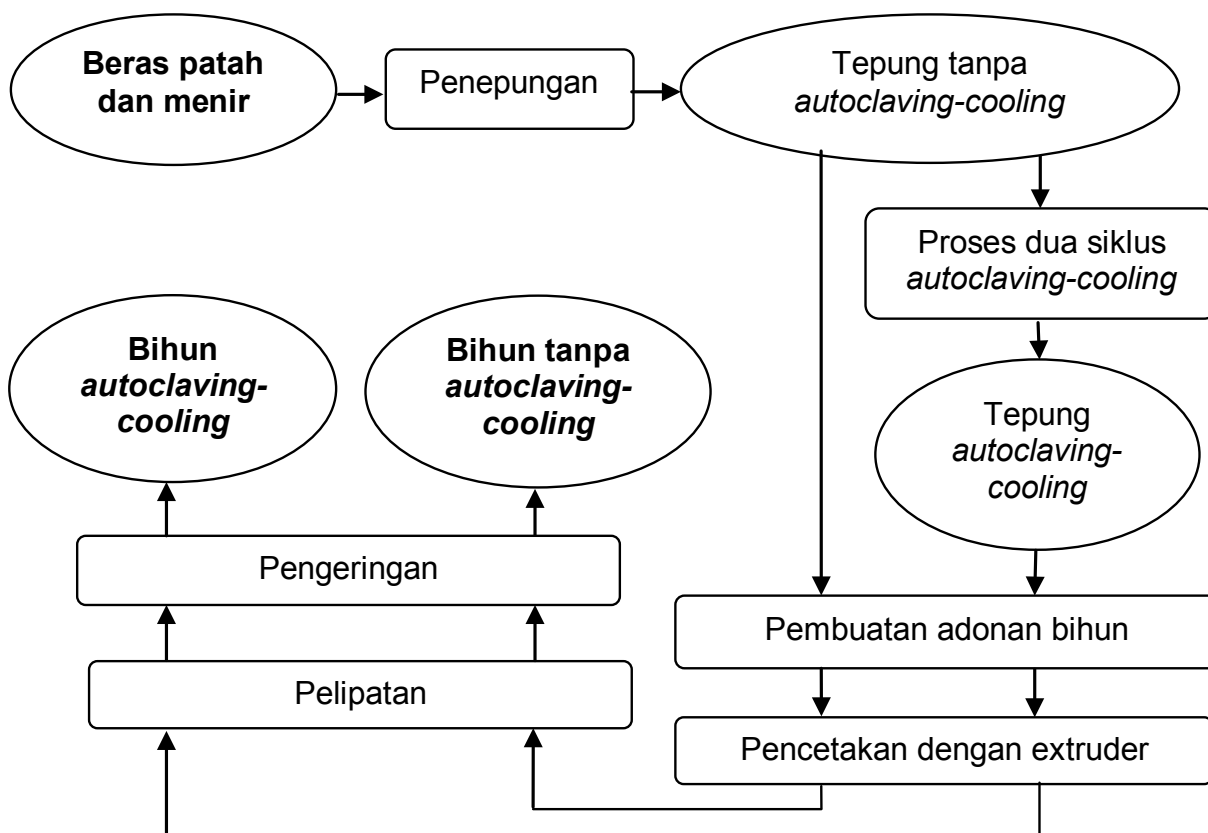
Gambar 1. Diagram Alir Proses Autoclaving-Cooling

Sebanyak 50 mg sampel dimasukkan ke dalam tabung sentrifus 50 ml, lalu tambahkan 5 ml larutan buffer KCl-HCl pH 1,5 dan 0,1 ml pepsin (1 g pepsin/10 ml buffer KCl-HCl). Setelah diaduk dengan vorteks, sampel diinkubasi pada suhu 40°C selama 60 menit pada penangas bergoyang. Sampel kemudian didinginkan pada suhu ruang. Sebanyak 4,5 ml larutan buffer Trismaleate (0,1 M, pH 6,9) dan 0,5 ml larutan α -amilase (40 mg α -amilase per ml buffer Trismaleate) ditambahkan kedalam sampel. Sampel kemudian diaduk dengan vorteks dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 16 jam sambil terus digoyang. Setelah sampel disentrifus (15 menit, 3000 rpm), bagian supernatan dibuang. Kemudian residu yang tertinggal dicuci lagi dengan 10 ml akuades, kemudian disentrifus lagi dan supernatant dibuang.

Kedalam residu sampel di atas ditambahkan 3 ml akuades dan 1,5 ml larutan KOH 4M, lalu diaduk dengan menggunakan vorteks dan biarkan selama 30 menit pada suhu ruang dengan getaran konstan. Secara berturut-turut ke dalam sampel tersebut ditambahkan 2,75 ml HCl 2 M dan 1,5 ml buffer sodium asetat (0,4

M, pH 4,75) dan 40 μ l enzim amiloglukosidase. Sampel kemudian diaduk menggunakan vorteks hingga rata dan biarkan selama 45 menit dalam penangas air pada suhu 60°C dengan getaran konstan. Sampel disentrifus (15 menit, 3000 rpm), kemudian bagian supernatan diambil dan dimasukkan kedalam labu takar 50 ml. Bagian residu dicuci dengan 10 ml akuades, lalu disentrifus kembali. Bagian supernatan kemudian dicampurkan dengan yang diperoleh sebelumnya, kemudian ditambahkan akuades hingga tanda tera. Sebanyak 0,5 ml akuades (blanko) dan 0,5 ml larutan sampel masing-masing dimasukkan kedalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 1 ml larutan *glucose assay kit* (sigma GAGO-20). Sampel dan blanko masing-masing diaduk menggunakan vorteks dan biarkan selama 30 menit dalam penangas air pada suhu 37°C. Kemudian baca absorbansi sampel menggunakan spektrofotometer (Kruss UV-6500) pada panjang gelombang 500 nm terhadap blanko.

Langkah selanjutnya adalah mempersiapkan kurva standar dari larutan glukosa (10 - 60 ppm). Dimana, masing-masing larutan standar



Gambar 2. Diagram Alir Proses Pembuatan Bihun

glukosa dan blanko dipipet sebanyak 0,5 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 1 ml larutan *glucose assay kit*, lalu aduk menggunakan vorteks dan biarkan selama 30 menit dalam penangas air pada suhu 37°C. Kemudian baca absorbansi masing-masing standar pada panjang gelombang 500 nm terhadap blanko. Absorbansi harus dibaca antara 5 dan 45 menit setelah inkubasi. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan kurva standar untuk menghitung konsentrasi glukosa dari sampel. Kadar pati resisten sampel dihitung dengan mengalikan kadar glukosa dalam sampel dengan faktor 0,9.

2.3. Rancangan Percobaan

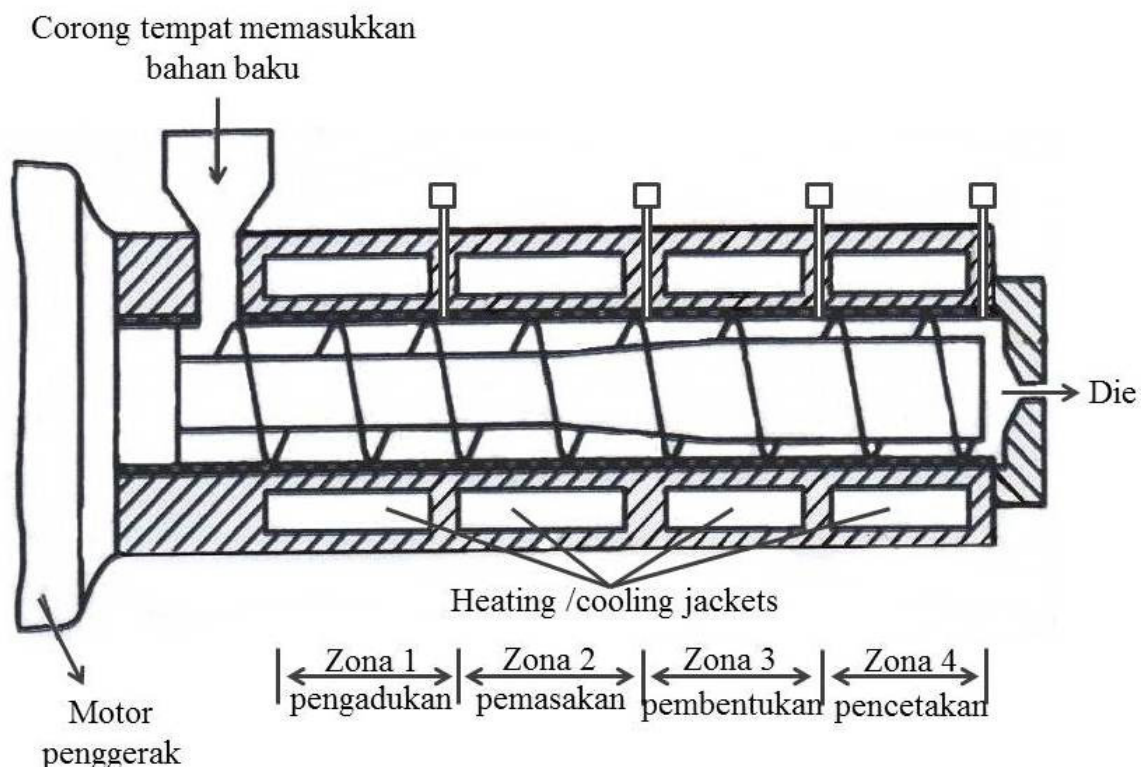
Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Faktorial dengan dua faktor dan dua ulangan. Faktor A adalah jenis bahan baku dengan 3 taraf (Ciherang Igr, IR-42, dan Basmati) dan faktor

dilakukan dengan menggunakan program SAS versi 9.1.3. Jika perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap peubah yang diukur maka akan dilanjutkan dengan uji Duncan (DMRT, *Duncan's Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan tersebut (Steel dan Torrie, 1993).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penetapan Proses Pembuatan Bihun dengan Ekstruder

Tahap ini merupakan percobaan pembuatan bihun dengan ekstruder. Ekstruder yang digunakan dalam proses pembuatan bihun ini adalah ekstruder ulir tunggal (Gambar 3). Chiruvella, dkk., (1996) menyatakan bahwa ekstruder ulir tunggal memiliki empat daerah dengan fungsi yang berbeda dalam tabung ulir ekstruder yaitu daerah pengadukan adonan (zona 1), daerah pemasakan adonan (zona 2), daerah pembentukan (zona 3) dimana adonan mulai didinginkan (70 - 95°C) dan adonan yang



Gambar 3. Bagian-bagian Tabung Ekstruder Ulir Tunggal pada Pembuatan Bihun

B adalah perlakuan modifikasi terhadap tepung dengan 2 taraf (tanpa modifikasi dan dengan modifikasi dua siklus *autoclaving-cooling*).

2.4. Analisis Statistik

Analisis ragam (ANOVA) terhadap data,

bersifat lentur mulai mengembang, daerah pencetakan (zona 4) dengan lubang cetakan atau *outlet die* yang memiliki daerah yang cukup terbuka agar ekspansi / pengembangan tidak terjadi. Berdasarkan keterangan tersebut maka kondisi zona pada ekstruder diatur dengan

Tabel 1. Berbagai Formula Standar untuk Pembuatan Bihun dengan Menggunakan Ekstruder dan Karakteristik Bihun yang dihasilkan

Formulasi	Perbandingan tepung dan air (w/w)	Karakteristik bihun
Formula 1	300 : 190	Untaian bihun lengket
Formula 2	300 : 180	Untaian bihun agak lengket
Formula 3	300 : 170	Untaian bihun cukup bagus, tidak lengket dan tergelatinisasi secara keseluruhan
Formula 4	300 : 160	Bentuk untaian bihun tidak seragam, ada bagian-bagian yang belum tergelatinisasi

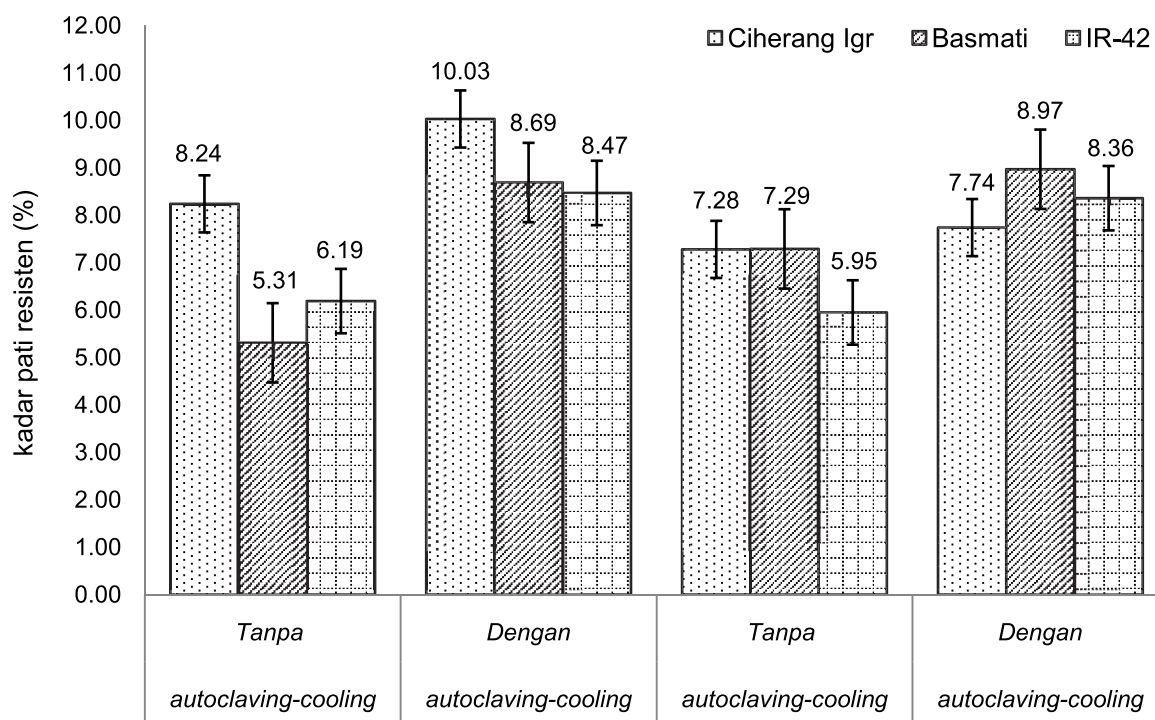
ketetapan suhu pada zona 1, 2 dan 3 yaitu 92°C sebagai suhu gelatinisasi, sedangkan pada zona 4 suhunya 74°C dengan tujuan agar bihun yang dihasilkan tidak lengket. Kecepatan ulir yang digunakan adalah 94 rpm.

Bahan baku yang digunakan untuk percobaan pembuatan bihun dengan ekstruder ini adalah tepung beras patah dan menir dengan ukuran lolos ayakan 100 mesh. Pada tahap ini dicobakan empat formula standar, dan hasil pengamatan mengenai karakteristik bihun yang dihasilkan dari masing-masing formula dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan pada pengamatan tersebut, formula standar dengan hasil terbaik adalah formula yang menggunakan perbandingan tepung dan air 300:170 (w/w).

Selanjutnya, formula dengan perbandingan tepung dan air 300:170 (w/w) ini akan digunakan untuk penelitian selanjutnya.

3.2. Pati Resisten Tepung

Kadar pati resisten (RS) ketiga bahan baku tepung beras yang digunakan berbeda-beda. Kadar RS tepung beras Ciherang Igr, Basmati dan IR-42 berturut-turut adalah 8,24 persen; 5,31 persen dan 6,19 persen (Gambar 4A). Kadar RS tepung beras Basmati dan IR-42 tidak berbeda jauh dengan kadar RS dari beras yang dilaporkan oleh Gofii, dkk., (1996) yaitu sebesar 6,6 persen. Kadar RS dari tepung beras Ciherang Igr secara signifikan lebih besar dari kadar RS tepung beras Basmati dan IR-42. Hal ini disebabkan oleh adanya perlakuan pratanak



Gambar 4. Kadar Pati Resisten Bahan Dengan dan Tanpa Proses Dua Siklus *Autoclaving-Cooling* Sebelum Proses Ekstrusi (4A tepung) dan Setelah Proses Ekstrusi (4B bihun).

yang dilakukan pada gabahnya. Beras Ciherang tanpa perlakuan pratanak mempunyai kadar RS sangat rendah; yaitu 1,78 persen (Widowati, 2007).

Menurut Derycke, dkk., (2005) proses pratanak pada gabah dilakukan dengan cara perendaman dalam air berlebih dengan kadar air akhir 25 - 35 persen. Gabah dalam air perendaman kemudian ditiriskan dan dikukus pada suhu 100 - 1300C kemudian didinginkan dan dikeringkan. Selama proses perendaman, granula pati menyerap air dan mengalami pembengkakan dan pada tahap pengukusan terjadi gelatinisasi pada granula pati (Derycke, dkk., 2005). Karena kadar air dalam granula pati selama proses pemanasan terbatas, maka amilosa yang terlepas berada di bagian tengah sedangkan amilopektin banyak terdapat di lapisan luar granula pati (Lamberts, dkk., 2009). Selama tahap pendinginan dan pengeringan, pati (amilosa/amilopektin) dalam gabah yang tergelatinisasi mengalami rekristalisasi (retrogradasi) (Derycke, dkk., 2005). Pelepasan amilosa selama pengukusan dapat membentuk jaringan kontinu dan amilosa yang berada ditengah granula tersebut dapat membentuk struktur kristalin setelah proses pengeringan (Hug-Iten, dkk., 2003 dalam Lamberts, dkk., 2009). Mekanisme ini diduga menjelaskan tingginya kadar pati resisten dari tepung Ciherang Igr dibandingkan tepung Basmati dan IR-42.

Analisis statistik menunjukkan bahwa jenis bahan baku dan adanya modifikasi dua siklus *autoclaving-cooling* berpengaruh nyata terhadap kadar RS tepung, namun interaksinya tidak berpengaruh nyata (Gambar 4A). Perlakuan dua siklus *autoclaving-cooling* secara signifikan meningkatkan kadar RS tepung. Hasil ini sesuai dengan penelitian Sajilata, dkk., (2006) yang menyatakan bahwa proses pemanasan menggunakan autoklaf dapat meningkatkan kadar RS dari pati gandum. Hal yang sama juga diamati oleh Ranhotra, dkk., (1991) yang melaporkan bahwa proses lima siklus *autoclaving-cooling* dapat meningkatkan kadar RS gandum dari 0,46 persen menjadi 11,95 persen.

Struktur alami granula berbentuk semikristalin. Perlakuan pemanasan dengan kadar air terbatas pada dua siklus *autoclaving-*

cooling dapat memperbaiki susunan pada fraksi kristal granula sehingga stabilitas granula meningkat, termasuk resistansi pati terhadap aktivitas α -amilase. Peningkatan stabilitas granula yang dihasilkan melalui proses pemanasan ini memungkinkan terjadinya peningkatan kadar RS (Thompson, 2007). Selanjutnya, pada tahap pendinginan terjadi proses retrogradasi, dimana molekul pati akan mengalami reasosiasi dan dapat membentuk struktur padat yang distabilkan oleh ikatan hidrogen yang membentuk pati resisten (Haralampu, 2000).

Perbedaan kenaikan kadar RS pada tepung setelah *autoclaving-cooling* disebabkan karena perbedaan kandungan amilosa bahan baku. Menurut Tharanathan dan Mahadevamma, (2003) kadar amilosa berbanding lurus terhadap kadar RS. Semakin tinggi kadar amilosa maka RS yang terbentuk juga semakin tinggi. Menurut Akhyar (2009) kadar amilosa dari beras Ciherang Igr dan IR-42 berturut-turut adalah 21,82 persen dan 26,32 persen. Sedangkan kadar amilosa beras Basmati adalah 30,90 persen (Azhakanandam, dkk., 2000). Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar amilosa tepung, maka kenaikan kadar RS tepung setelah proses dua siklus *autoclaving-cooling* juga semakin tinggi.

3.3. Pati Resisten Bihun

Tepung mengalami beberapa kondisi selama proses pembuatan bihun menggunakan ekstruder yaitu peningkatan kadar air pada saat pengkondisian, gelatinisasi pati selama proses ekstrusi dan retrogradasi pati pada saat pendinginan dan pengeringan bihun. Proses gelatinisasi dan retrogradasi yang terjadi berpotensi untuk meningkatkan kadar RS bihun.

Penggunaan tepung dengan dan/atau tanpa proses modifikasi dua siklus *autoclaving-cooling* dalam proses ekstrusi pembuatan bihun memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap kadar RS bihun. Proses pembuatan bihun dapat menurunkan, meningkatkan atau mempertahankan kadar RS. Menurut Cham dan Suwannaporn, (2010) perlakuan hidrotermal (pemanasan) terhadap tepung beras dapat menekan pembengkakan dan menghambat gelatinisasi pada granula, sehingga granula pati menjadi lebih kaku dan stabil selama

proses pemanasan. Perlakuan panas tersebut dapat meningkatkan wilayah kristalinitas dan cenderung melakukan re-asosiasi untuk membentuk endapan atau gel ketika proses pengeringan (retrogradasi). Hal ini menjelaskan mengapa kadar RS pada tepung *autoclaving-cooling* cenderung tetap atau sedikit meningkat setelah pemasakan ekstrusi.

Menurunnya kadar RS tepung tanpa *autoclaving-cooling* setelah proses ekstrusi disebabkan oleh struktur granula alami yang tidak stabil, sehingga sebagian besar dari granula pati mengalami gelatinisasi dalam ekstruder. Menurut Sajilata, dkk., (2006) pati diekstrusi menghasilkan pola difraksi V, yang menunjukkan pembentukan kristal V (kompleks amilosa-lemak). Pembentukan kompleks amilosa-lemak ini dapat menurunkan kadar RS. Selain itu Faraj, dkk., (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa selama proses ekstrusi kristal-kristal pembentuk struktur RS3 hancur dalam tepung alami, dengan kadar amilosa yang rendah mengakibatkan tidak ada penyeimbang baru atau kristalin tambahan yang terbentuk antara rantai amilosa yang mengakibatkan turunnya kadar RS3 setelah proses ekstrusi. Mekanisme ini menjelaskan turunnya kadar RS dari tepung Ciherang dengan dan/tanpa *autoclaving-cooling* setelah pemasakan ekstrusi, karena kadar amilosa awal dari tepung sudah rendah.

Tepung modifikasi dua siklus *autoclaving-cooling* menghasilkan bihun dengan kadar RS yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan bihun yang terbuat dari tepung nativenya ($p < 0,05$) seperti tampak pada Gambar 4B. Peningkatan kadar RS selama proses modifikasi menyebabkan kadar RS bihun yang dibuat dari tepung *autoclaving-cooling* menjadi lebih tinggi dari bihun yang dibuat dari tepung non modifikasi.

IV. KESIMPULAN

Perbandingan tepung beras dan air 300:170 (w/w) dalam proses pembuatan bihun merupakan formula standar dengan hasil terbaik. Untaian bihun yang dihasilkan cukup bagus, tidak lengket dan tergelatinisasi sempurna.

Kadar pati resisten tepung Ciherang Igr secara signifikan lebih besar dari kadar pati resisten tepung beras Basmati dan IR-42, hal ini disebabkan oleh perlakuan pratanak

terhadap gabahnya. Perlakuan modifikasi dua siklus *autoclaving-cooling* secara signifikan meningkatkan kadar pati resisten tepung beras Ciherang Igr, Basmati dan IR-42. Semakin tinggi kadar amilosa dari bahan baku, maka kadar pati resisten dari tepung setelah *autoclaving-cooling* juga semakin tinggi.

Perbedaan kadar pati resisten di dalam tepung *native* dan tepung modifikasi menyebabkan kadar pati resisten di dalam bihun dengan bahan baku tepung modifikasi dua siklus *autoclaving-cooling* secara signifikan lebih tinggi dibandingkan bihun dari tepung *native*. Penurunan kadar RS teramati pada bihun yang terbuat dari tepung beras Ciherang Igr (pratanak), dengan atau tanpa modifikasi dua siklus *autoclaving-cooling*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang dilaksanakan sebagian dibiayai oleh program *Research Grant* tahun 2012 yang diperoleh tim Badan Litbang Pascapanen Pertanian Bogor yang diketuai oleh Prof. Dr. Sri Widowati, MApp.SC.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhyar. 2009. Pengaruh Proses Pratanak Terhadap Mutu Gizi dan Indeks Glikemik Berbagai Varietas Beras Indonesia [tesis]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Azhakanandam K., Brian J.P., Lowe KC, Cocking E.C., Tongdang T., Jurnal K., Frances, H.J.B., Harding, S.E. dan Davey, M.R. 2000. Qualitative Assessment of Aromatic Indica Rice (*Oryza sativa* L.): Protein, Lipid and Starch in Grain from Somatic Embryo and Seed-Derived Plants. *Journal of Plant Physiology*. Vol. 156 (5-6) : 783-789.
- Badan Pusat Statistik. 2013. Statistik Indonesia. Jakarta : BPS.
- Standar Nasional Indonesia. 2008. Persyaratan Mutu Beras. SNI 6128-2008. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Cham, S. dan Suwannaporn, P. 2010. Effect of Hydrothermal Treatment of Rice Flour on Various Rice Noodles Quality. *Journal of Cereal Science*. Vol. 51 (3) : 284-291.
- Chiruvella, R.V., Jaluria, Y., Karwe, M.V. 1996. Numerical Simulation of the Extrusion Process for Food Materials in a Single-screw Extruder. *Journal of Food Engineering*. Vol. 30 (3-4) : 449-467.

- Derycke, V., Vandeputte, G.E., Vermeylen, R., De Man, W., Goderis, B., Koch, M.H.J, dan Delcour, J.A. 2005. Starch Gelatinization and Amylose-Lipid Interactions During Rice Parboiling Investigated by Temperature Resolved Wide Angle X-ray Scattering and Differential Scanning Calorimetry. *Journal of Cereal Science*. Vol. 42 (3) : 334–343.
- Faraj, A., Vasanthan, T., Hoover, R. 2004. The Effect of Extrusion Cooking on Resistant Starch Formation in Waxy and Regular Barley Flours. *Journal of Food Research International*. Vol. 37 (5) : 517–525.
- Gofi, L., García-Díaz, L., Mañas, E., Saura-Calixto, F. 1996. Analysis of Resistant Starch : A Method for Food and Food Products. *Journal of Food Chemistry*. Vol. 56 (4) : 445-449.
- Haralampu, S.G. 2000. Resistant Starch-A Review of the Physical Properties and Biological Impact of RS3. *Journal of Carbohydrate Polymer*. Vol. 41 (3) : 285-292.
- Higgins, J.A. 2004. Resistant Starch : Metabolic Effects and Potential Health Benefits. *Journal AOAC International*. Vol. 87 (3) : 761-768.
- Hormdok, R. dan Noomhorm, A. 2007. Hydrothermal Treatments of Rice Starch for Improvement of Rice Noodle Quality. *Journal of Food Science and Technology*. Vol. 40 (10) : 1723-1731.
- Lamberts, L., Gomand, S.V., Derycke, V. dan Delcour, J.A. 2009. Presence of Amylose Crystallites in Parboiled Rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 57 (8) : 3210-3216.
- Nurhayati. 2011. *Peningkatan sifat prebiotik tepung pisang dengan indeks glikemik rendah melalui fermentasi dan siklus pemanasan bertekanan-pendinginan* [disertasi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Panlasigui, L.N., Thompson, L.U., Juliano, B.O, Perez, C.M., Jenkins, D.J.A, and Yiu, S.H. 1992. Extruded Rice Noodles : Starch Digestibility and Glycemic Response of Healthy and Diabetic Subjects with Different Habitual Diets. *Journal of Nutrition Research*. Vol. 12 (10) : 1195-1204.
- Ranhotra, G.S., GelrothK J.A., Astroth, K., Eisenbraun G.J. 1991. Effect of Resistant Starch on Intestinal Responses in Rats. *Journal of Cereal Chemistry*. Vol. 68 (2) : 130–132.
- Sajilata, M.G, Singhal, R.S., Kulkarni, P.R. 2006. Resistant Starch: a Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 5 (1) : 1-17
- Steel, R.G.D. dan Torrie, J.H. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik* (B. Sumantri, Penerjemah). Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Stute, R. 1992. Hydrothermal modification of starches : The Difference Between Annealing and Heat-Moisture Treatment. *Journal of Starch*. Vol. 44 (6) : 205–214.
- Tharanathan, R.N. dan Mahadevamma, S., 2003. Grain Legumes-a Boon to Human Nutrition. *Trends in Food Science and Technology*. Vol 14 (12) : 507-518.
- Thompson, D.B. 2007. Resistant Starch. *Didalam Biliaderis CG dan Izydorczyk MS* (Ed). *Functional Food Carbohydrates*. New York (USA) : CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC.
- Widowati, S. 2007. *Pemanfaatan Ekstrak Teh Hijau (Camelia sinensis O.Kuntza) dalam Pengembangan Beras Fungsional untuk Penderita Diabetes Melitus* [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

BIODATA PENULIS :

Fahma Yuliwardi dilahirkan di Padang 4 Maret 1985, Pendidikan S1 Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Andalas tahun 2009 dan S2 Ilmu Pangan di Institut Pertanian Bogor, tahun 2014.

Purwiyatno Hariyadi dilahirkan di Pati 9 Maret 1962, pendidikan S1 Teknologi Pangan dan Gizi di IPB tahun 1994, S2 Ilmu Pangan di University of Wisconsin, Madison, USA tahun 1990, dan S3 Ilmu Pangan di University of Wisconsin, Madison, USA tahun 1995.

Elvira Syamsir dilahirkan di Padang 9 Agustus 1969. Pendidikan S1 Ilmu dan Teknologi Pangan di IPB tahun 1993, S2 Ilmu Pangan IPB tahun 2001, dan S3 Ilmu Pangan tahun 2012.

Sri Widowati dilahirkan di Magelang 16 November 1959. Pendidikan S1 Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Gadjah Mada tahun 1983, S2 Ilmu dan Teknologi Pangan di University of New South Wales, Sidney-Australia tahun 1990, dan S3 Ilmu Pangan di IPB tahun 2007.