

## Penggunaan enzim protease pada pengolahan lateks pekat DPNR sebagai bahan pembuatan *sphygmomanometer*

*Use of protease on the processing of concentrated latex DPNR as material for sphygmomanometer manufacturing*

SISWANTO<sup>1)</sup>, SUHARYANTO<sup>1)</sup> & Yoharmus SYAMSU<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan, Jl. Taman Kencana No.1 Bogor 16151, Indonesia

<sup>2)</sup>Balai Penelitian Teknologi Karet, Jl. Salak No. 1 Bogor 16151, Indonesia

Diterima tgl 9 Juni 2009/Disetujui tgl 20 Agustus 2009

### **Abstract**

*In order to increase competitiveness in the international market especially in USA, the domestic industrial manufactures of latex dipping products have to meet the FDA requirement for protein standard that is 150 µg protein/g. Use of cheap protease from an effective local sources will support the production of concentrated latex with low protein so that the end product will meet FDA prerequisite of standard protein. Local source of proteases from Bacillus sp. isolated from latex coagula serum (LCS), papain and bromeline were examined their proteolytic activity using casein and casein mixed with LCS (1:1) as substrate. The best protease source will be applied to produce deproteinized natural rubber (DPNR) of concentrated latex, and furthermore used as raw material in producing sphygmomanometer at commercial scale. The objective of this research is to determine the best protease source and condition of optimum activity and its effectiveness for producing DPNR of concentrated latex as raw material for sphygmomanometer production. The result showed that Bacillus sp. K3 is the best isolate for protease producer with protease activity of 0.438 U/mL under room temperature (28-30°C) for three days. Of three sources of protease tested, papain was the most active one when casein was used as substrate. The used of LCS as substrate was not efficient because of the presence of protease inhibitor which could not be removed by*

*heating at 100 °C for five minutes. The proteolytic activity of papain was optimum at room temperature 37°C and pH 7.7-11 i.e achieved 0.6-0.7 U/mL. Sphygmomanometers component produced by concentrated latex non DPNR containing 0,27-0.31% total N and 445-710 µg extractable protein/g, whereas sphygmomanometers component produced by latex DPNR containing 0.18-0.28% total N and 79-103 extractable protein thus pass its protein content prerequisite of FDA (<150 µg /g). Sphygmomanometers component produced by concentrated latex DPNR have physical properties such as tensile strength, modulus 300% and elongation at break better than conventional concentrated latex.*

[Key words: Proteolytic activity, Bacillus sp., deproteination, papain, allergenic protein, concentrated latex]

### **Abstrak**

Untuk meningkatkan daya saing di pasar internasional khususnya Amerika Serikat, barang celup lateks alam produksi dalam negeri harus memenuhi standar protein yang ditetapkan oleh FDA yaitu 150 µg protein/g. Penggunaan enzim protease dari sumber lokal yang murah dan efektif akan membantu dalam pembuatan lateks pekat rendah protein sehingga produk yang

dihasilkan memenuhi standar protein yang disyaratkan FDA. Sumber enzim protease lokal dari isolat *Bacillus* sp. yang diisolasi dari serum bekuan lateks (SBL), papain dan bromelin diuji aktivitas proteolitiknya dengan substrat kasein dan campuran kasein dan SBL (1:1). Sumber enzim protease terbaik digunakan untuk produksi lateks pekat *deproteinized natural rubber* (DPNR) dan selanjutnya lateks tersebut digunakan untuk percobaan produksi komponen *sphygmomanometer* skala komersial. Penelitian bertujuan menetapkan sumber protease terbaik dan kondisi optimum aktivitasnya untuk pembuatan lateks pekat DPNR dan komponen *sphygmomanometer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Bacillus* sp. K3 adalah isolat terbaik dalam menghasilkan enzim protease yaitu mencapai 0,438 U/mL pada inkubasi suhu ruang (28-30°C) selama tiga hari. Dari ketiga sumber protease yang diuji, enzim papain menunjukkan aktivitas terbaik ketika diuji dengan substrat kasein. Penggunaan substrat SBL kurang sesuai untuk produksi protease karena adanya inhibitor protease yang tidak bisa dihilangkan dengan cara pemanasan pada suhu 100°C selama lima menit. Aktivitas enzim papain optimum pada suhu 37°C dan antara pH 7,7-11, yaitu mencapai 0,6-0,7 U/mL. Komponen *sphygmomanometer* konvensional yang dibuat dengan bahan baku lateks pekat non DPNR memiliki kadar N total 0,27-0,31% dan kadar protein terekstrak 445-710 µg/g, sedangkan komponen *sphygmomanometer* yang diproduksi dengan lateks pekat DPNR memiliki kadar N total 0,18-0,28% dan protein terekstrak 79-103 µg/g sehingga memenuhi ambang batas yang ditetapkan oleh FDA yaitu <150 µg/g. Sifat fisika seperti tegangan putus, modulus 300%, dan perpanjangan putus komponen *sphygmomanometer* yang dibuat dari lateks pekat DPNR lebih baik dari pada lateks pekat non DPNR.

[Kata kunci: Aktivitas proteolitik, *Bacillus* sp., deproteinasi, papain, protein alergis, lateks pekat]

## Pendahuluan

Penggunaan lateks alam sebagai bahan baku alat bantu kedokteran seperti sarung tangan medis, kateter, selang infus, kondom dan *sphygmomanometer*, sering menghadapi masalah karena diketahui mengandung protein alergen yang menyebabkan reaksi alergi bagi sebagian pemakainya. Reaksi alergi oleh protein lateks ini bukan disebabkan oleh bahan kimia seperti tiuram, karbamat, atau merkaptobenzotiazol, yang ditambahkan sebagai akselerator vulkanisasi lateks (Yagami *et al.*, 1995). Kandungan protein terekstrak pada sarung tangan produk nasional yang diproduksi menggunakan lateks pekat konvensional berkisar antara 1500–3000 µg/g karet dan kandungan nitrosamin 50–100 ppb. Sejumlah perawat dan karyawan rumah sakit di Jakarta diketahui peka terhadap protein alergen dari sarung tangan lateks (Sundaru *et al.*, 2002). Sedangkan FDA (*Food and Drug Administration*) sejak September 1989 telah memberlakukan labeling rendah protein alergen (*hypo allergenic protein*) dengan batas maksimum kandungan protein 150 µg/ g karet. Aturan labeling tersebut menyebabkan banyak perusahaan barang jadi lateks nasional tidak bisa memenuhi standar internasional FDA. Kondisi ini akan mengakibatkan Indonesia hanya akan menjadi negara pemasok bahan baku lateks bagi negara lain seperti Singapura, Korea, Jepang, dan Amerika. Untuk mengantisipasi persaingan bisnis industri barang jadi lateks pada era globalisasi APEC tahun 2020, produsen nasional dituntut agar meningkatkan mutu teknis produk untuk menjamin kesehatan dan keamanan yang setinggi-tingginya bagi pengguna. Beberapa teknik untuk menurunkan kadar protein lateks telah dilaporkan, walaupun tidak semuanya

efektif, antara lain dengan sentrifugasi berulang, penambahan klor dan tanin serta pemberian alkali lemah (Subramaniam, 1992; Truscott, 1992; US Patent 5910567, 1997). Klorinasi kurang disukai karena dapat menurunkan tegangan putus, sedangkan penambahan tanin (bahan kimia pengikat protein) dapat menyebabkan lateks berwarna gelap (Siswanto, 1992). Alternatif lainnya adalah dengan teknik radiasi (Geertsma *et al.*, 1996) atau dengan penambahan enzim protease dalam lateks pekat untuk menguraikan sebagian besar protein yang terkandung di dalamnya (Siswanto *et al.*, 2003). Walaupun teknik radiasi sangat efektif untuk deproteinasi, aplikasi komersial masih meghadapi kendala untuk investasi reaktor dan keamanan operasional. Aplikasi protease skala industri perlu dikaji untuk meningkatkan daya saing barang jadi lateks di pasar domestik dan internasional. Salah satu produk barang jadi dari lateks pekat adalah komponen *sphygmoma-nometer* atau tensimeter yaitu bagian selang dan penampung tekanan udara. Penelitian bertujuan menetapkan sumber protease terbaik dari sumber lokal yaitu *Bacillus* sp. asal serum lateks, papain dan bromelin, kondisi optimum aktivitas dan efektivitasnya untuk pembuatan lateks pekat DPNR dan komponen *sphygmo-manometer*.

### **Bahan dan Metode**

Penelitian dilakukan di Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia (BPBPI). Isolat *Bacillus* sp. merupakan koleksi BPBPI hasil isolasi dari limbah lateks pekat dan diseleksi pada medium susu skim serta medium kombinasi susu skim dan serum bekuan lateks (SBL). Isolat bakteri dipelihara dalam agar miring Luria-Bertani (LB). Enzim papain dan bromelin diperoleh dari produsen lokal. Lateks kebun klon

campuran untuk produksi lateks pekat konvensional dan DPNR diperoleh dari Kebun Percobaan BPBPI Ciomas, Bogor. Penelitian meliputi beberapa kegiatan yaitu, seleksi bakteri *Bacillus* sp. penghasil enzim protease, seleksi sumber protease dari bakteri, papain dan bromelin, penetapan aktivitas protease, pengujian inhibitor protease, produksi lateks DPNR menggunakan enzim protease, produksi komponen karet *sphygmomanometer* dari lateks DPNR.

### *Penyiapan inokulum*

Sumber inokulum disiapkan dari medium LB + kasein 5,0%. Sebanyak 100 mL medium tersebut diinokulasi dengan 50 µL inokulum suspensi kultur *Bacillus* sp., kultur kemudian digoyang di atas *shaker* dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruang (28-30°C) selama 24 jam. Pada akhir inkubasi, biakan disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama lima menit pada suhu 4°C. Endapan yang mengandung bakteri dipisahkan dari supernatannya dan endapan ini dilarutkan dalam 10 mL medium cair yang sama dan mengandung gliserol 10%. Biakan ini siap dipakai sewaktu-waktu untuk sumber inokulum.

### *Seleksi bakteri penghasil enzim*

Seleksi dilakukan pada tiga isolat yaitu *Bacillus* sp. K1, K2 dan X3. Seleksi dilakukan untuk menentukan bakteri potensial atau terpilih untuk digunakan pada tahap selanjutnya. Medium fermentasi yang digunakan adalah medium LB yang mengandung kasein 0,5% dengan pH 7,5. Medium fermentasi (100 mL) diinokulasi dengan 50 µL inokulum sel bakteri dan diinkubasikan dalam inkubator bergoyang pada kecepatan 150 rpm pada suhu ruang

(28-30°C). Kultur dipanen pada 48, 72, 96 dan 120 jam dengan cara disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama lima menit. Kultur filtrat yang mengandung larutan enzim kasar dipisahkan dan diperiksa aktivitas proteolitiknya.

#### *Seleksi sumber penghasil protease*

Aktivitas proteolitik *Bacillus* sp. dari kultur filtrat isolat bakteri terpilih pada inkubasi optimum dibandingkan aktivitasnya dengan papain dan bromelin. Papain dan bromelin komersial dibuat berupa larutan enzim 0,05% (b/v). Pengujian aktivitas proteolitik dari ketiga sumber enzim tersebut dilakukan dengan dua jenis substrat yaitu kasein dan campuran kasein dan SBL (1:1). Kedua jenis substrat untuk pengujian tersebut diatur kadar proteinnya sebesar 6646 µg/mL. Kondisi optimum inkubasi yaitu pada suhu 37°C dengan pH 7,7 selama 30 menit. Aktivitas proteolitik ditetapkan berdasarkan metode Bergmeyer & Grassl (1981).

#### *Pengujian inhibitor protease*

Sumber enzim proteolitik dengan aktivitas tertinggi digunakan untuk uji penghilangan inhibitor protease dan optimasi pH dan suhu. Untuk menginaktivkan inhibitor protease, substrat SBL/kasein: 0/100, 25/75, 50/50, 75 dan 100/0, persen (v/v) dipanaskan pada air mendidih ( $\pm 100^\circ\text{C}$ ) selama lima menit, setelah dingin substrat tersebut kemudian digunakan untuk pengujian aktivitas protease. Optimasi aktivitas proteolitik dilakukan pada pH 7,7 dan 11,5 dan suhu inkubasi pada suhu ruang (28-30), 37, 45, 55, 60, dan 70°C selama 30 menit.

#### *Produksi lateks DPNR*

Produksi lateks pekat DPNR dilakukan dengan bahan baku lateks kebun segar (40 L) dengan penambahan enzim papain 0,05% dalam larutan bufer karbonat pH 9,5. Lateks kebun ditambah gas amoniak sebagai pengawet hingga pH 9,5 kemudian ditambah 2 L larutan surfaktan 10% dan diaduk merata. Lateks diinkubasi pada suhu (37°C) selama 24 jam dalam bioreaktor kapasitas 50 L, selanjutnya lateks disentrifugasi dengan mesin sentrifus kontinu dengan kecepatan 6.000 x g untuk mendapatkan lateks pekat dengan kadar karet kering (kkk)  $\pm 60\%$ . Protein lateks yang terhidrolisis diharapkan terbuang dalam serum skim lateks dengan kkk 3–6% ketika lateks disentrifugasi. Lateks pekat DPNR dan lateks skim selanjutnya ditimbang dan diuji kandungan protein dan N total. Kualitas lateks pekat DPNR diperiksa menurut ASTM (2005) D1076-95.

#### *Produksi komponen karet sphygmomanometer*

*Sphygmomanometer* diproduksi dalam dua *batch* produksi di pabrik PT. Sugih Instrumendo Abadi, Padalarang, Jawa Barat. Bahan baku berupa lateks pekat DPNR dan lateks pekat konvensional menggunakan campuran formula kompon sesuai dengan yang biasa dipakai di pabrik tersebut. Formula kompon terdiri dari air, bahan pemvulkanisasi, akselerator, aktivator, pengawet, pemantap, pewarna dan bahan tambahan lainnya. Tahapan proses produksi *sphygmomanometer* skala pabrik tersebut meliputi pengeringan cetakan, pencelupan cetakan ke dalam larutan penggumpal, penirisan cetakan, pencelupan cetakan ke

dalam kompon lateks, pencelupan cetakan ke dalam larutan penggumpal kedua, pencelupan ulang ke dalam kompon lateks, pengeringan, perendaman, pengelupasan *sphygmomanometer* dari cetakan, pencucian *sphygmomanometer*, pengeringan dan penyempurnaan dan pembungkusan. Percobaan dilakukan dalam dua *batch* produksi @ 200 kg kompon lateks pekat DPNR dan non DPNR. Kadar protein terlarut diukur dengan metode Lowry, sedangkan kadar N total mengikuti cara Aik-Hwee *et al.* (1993).

Sifat-sifat fisik *sphygmomanometer* meliputi tegangan putus (*tensile strength*), modulus 300% dan perpanjangan putus (*elongation at break*) produk diperiksa menurut ASTM (2005) D 412-97. Sifat visual yang diamati antara lain bau, warna dan kelengketan.

### **Hasil dan Pembahasan**

#### *Seleksi isolat Bacillus sp.*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga isolat *Bacillus* sp. yang diuji aktif menghasilkan protease (Tabel 1). Keberadaan enzim protease dinyatakan dengan tingginya aktivitas proteolitik. Aktivitas proteolitik *Bacillus* sp. mulai terlihat pada inkubasi selama 48 jam dan mencapai optimum setelah diinkubasikan selama 72 jam. Hasil isolasi sebelumnya juga diperoleh sejumlah isolat bakteri dalam koagulum lateks yang aktif menghasilkan enzim proteolitik (Siswanto, 1999), namun aktivitasnya lebih rendah. Isolat paling aktif adalah *Bacillus* sp. K3 yaitu 0,438 U/mL pada inkubasi selama 72 jam. Isolat *Bacillus* sp. tersebut diisolasi dari lingkungan limbah lateks pekat sehingga diharapkan cukup adaptif untuk deproteinasi lateks pekat. Pada pengujian dengan bioreaktor skala 2 L, isolat

K3 tetap menunjukkan aktivitas proteolitik yang tinggi pada inkubasi selama 96 jam, yaitu 0,213 U/mL. Isolat K3 selanjutnya dibandingkan aktivitas proteolitiknya dengan enzim papain dan bromelin komersial.

#### *Seleksi sumber protease dan pemilihan substrat*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas proteolitik papain dan bromelin sekitar 1,1 U/mL, sedangkan aktivitas proteolitik dari *Bacillus* sp. K3 lebih rendah yaitu 0,6 U/mL ketika diuji dengan substrat kasein (Gambar 1). Aktivitas proteolitik isolat K3 setara dengan isolat *Bacillus* sp. terbaik yang dilaporkan oleh Syaquiah-Fitri *et al.* (2005) yaitu sebesar 0,6 U/mL. Aktivitas proteolitik *Bacillus* sp., papain dan bromelin menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada substrat kasein (100%) dibandingkan dengan substrat campuran kasein dan SBL. Dengan substrat campuran tersebut, aktivitas proteolitik menurun hingga 38,3% pada papain, 39,3% pada bromelin dan 30,84% pada *Bacillus* sp. K3. Penurunan aktivitas tersebut mungkin disebabkan oleh adanya protease inhibitor dalam SBL atau perbedaan struktur protein dan komposisi asam amino. Inhibitor protease merupakan salah satu protein penyusun lateks dengan berat molekul tertentu. Secara umum protein dapat terdegradasi dengan pemanasan. Namun, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa inhibitor protease tetap stabil dengan pemanasan sampai 100°C selama lima menit dan makin banyak kandungan SBL sebagai substrat makin kecil aktivitas proteolitiknya (Gambar 2). Oleh karena sulitnya menghilangkan inhibitor protease tersebut, maka SBL kurang sesuai untuk produksi enzim protease

Tabel 1. Aktivitas protease *Bacillus* sp. yang ditumbuhkan pada medium LB mengandung kasein 0,5% dengan pH 7,5 dan suhu ruang (28-30°C).

Table 1. Proteolytic activity of *Bacillus* sp. culturing in LB media containing 0.5% casein at pH 7.5 and room temperature (28-30°C).

Isolat ( <i>Isolate</i> ) <i>Bacillus</i> sp.	Aktivitas proteolitik (U/mL) pada inkubasi selama (jam) <i>Proteolytic activity (U/mL) during incubation at (hour)</i>			
	48	72	96	120
K1	0,017	0,050	0,048	0,066
K3	0,058	0,438	0,040	0,046
X3	0,231	0,264	0,071	0,159

Berdasarkan aktivitas proteolitiknya, ketersediaan di pasar dan pertimbangan harga, enzim papain dipilih untuk percobaan pembuatan lateks pekat DPNR.

#### *Optimasi aktivitas papain dengan variasi suhu dan pH*

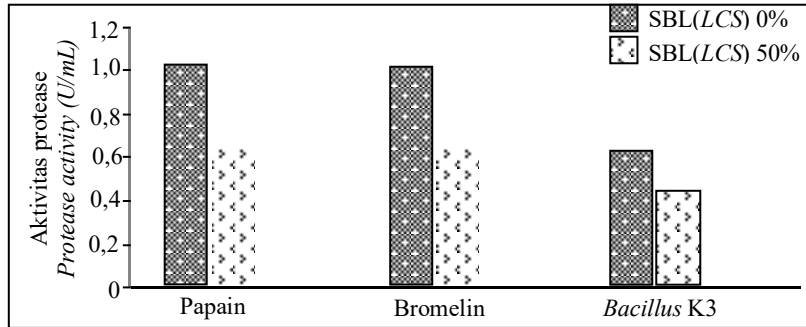
Aktivitas optimum papain dicapai pada suhu 37°C, yaitu pada kisaran 0,65-0,75 U/mL dan antara perlakuan pH 7,7 dan 11,5 hanya sedikit mengalami penurunan aktivitas (Gambar 3). Hal tersebut menunjukkan bahwa papain termasuk protease alkalin. Penurunan aktivitas proteolitik pada suhu di atas 45°C kemungkinan disebabkan papain mengalami denaturasi dengan cepat sehingga dapat merubah struktur pelipatan molekul dan pemutusan ikatan peptida. Oleh karena itu untuk percobaan pembuatan DPNR suhu inkubasi diatur 37°C dan pH sesuai dengan pH lateks kebun yang telah ditambah pengawet amonia yaitu pH 11.

#### *Kadar protein sphygmomanometer*

Hasil percobaan menunjukkan bahwa kadar protein *sphygmomanometer* menurun tajam dari 709,7 µg/g pada *sphygmomanometer* dari lateks pekat konvensional

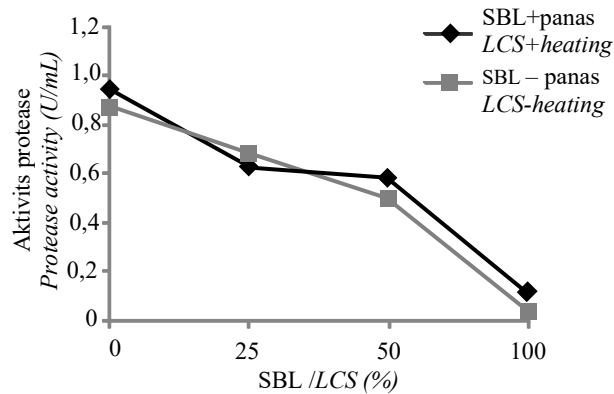
menjadi 102,6 µg/g pada *sphygmomanometer* lateks DPNR atau terjadi penurunan sebanyak 85,5%, sedangkan penurunan N total dari 0,31% pada *sphygmomanometer* lateks pekat konvensional menjadi 0,28% pada *sphygmomanometer* lateks pekat DPNR atau terjadi penurunan sebanyak 9,7% (Tabel 2). Percobaan batch ke-2 dilakukan dengan penambahan papain yang sama pada lateks kebun yang berbeda, kadar protein menurun dari 445,12 µg/g pada lateks pekat konvensional menjadi 79,04 µg/g pada lateks DPNR atau terjadi penurunan sebanyak 82,2%, sedangkan penurunan N total dari 0,27% pada lateks pekat konvensional menjadi 0,18% pada lateks pekat DPNR atau terjadi penurunan sebanyak 33,3%. *Sphygmomanometer* dari lateks pekat DPNR yang diperoleh dari percobaan ini telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh FDA yaitu maksimum kadar protein terlarut adalah 150 µg/g. Penurunan kadar protein dan N total tersebut dapat difahami karena protein dalam lateks pekat DPNR terurai oleh aktivitas enzim proteolitik dan hasil pemecahannya terbuang bersama-sama dengan serum ketika lateks disentrifugasi.

Penggunaan enzim protease pada pengolahan lateks pekat DPNR.....



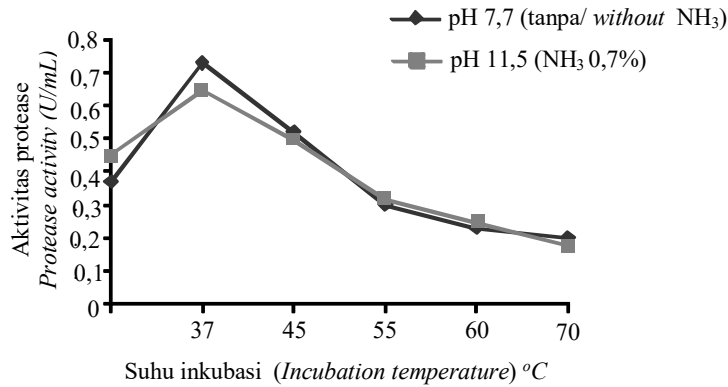
Gambar 1. Aktivitas proteolitik papain dan bromelin (0,05%, b/v) serta kultur filtrat *Bacillus* sp. K3 yang diuji dengan substrat kasein dan campuran kasein dan SBL 1:1 pada suhu 37°C selama 30 menit.

Figure 1. Proteolytic activity of papain and bromeline (0.05%, w/v) and filtrate culture of *Bacillus* sp. K3 with casein substrate and casein and SBL mixed 1:1 on temperature 37°C for 30 minutes.



Gambar 2. Pengaruh pemanasan suhu 100°C selama lima menit pada substrat SBL untuk inaktivasi protease inhibitor terhadap aktivitas proteolitik papain.

Figure 2. Influence of heating at 100°C for five minutes in LCS substrate for inactivation of proteolytic inhibitor against papain proteolytic activity.



Gambar 3. Optimasi suhu dan pH aktivitas proteolitik papain.

Figure 3. Temperature and pH optimization of papain proteolytic activity.

Tabel 2. Kadar protein terekstrak dan N total komponen *sphygmomanometer* dari lateks pekat konvensional dan DPNR .

Table 2. Extractable protein content and total N of *sphygmomanometer* component from conventional latex concentrate and DPNR.

Lateks pekat Concentrated latex	Percobaan 1 Experiment I		Percobaan 2 Experiment II	
	N total (%)	Protein (µg/g)	N total (%)	Protein (µg/g)
Konvensional /Conventional	0,31	709,70	0,27	445,12
DPNR	0,28	102,60	0,18	79,04
Penurunan/Decrease (%)	9,70	85,50	33,30	82,20
Standar labeling FDA FDA standard labeling		150,00		150,00

#### Pengujian sifat-sifat *sphygmomanometer*

Berdasarkan pengujian tegangan putus, modulus 300% dan perpanjangan putus, *sphygmomanometer* yang dibuat dari DPNR menunjukkan hasil yang lebih baik dari pada *sphygmomanometer* asal lateks pekat konvensional (Tabel 3). Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh terurainya

protein menjadi polipeptida, peptida dan asam-asam amino bebas bersulfur yang dapat berfungsi sebagai antioksidan (Nair, 2006). Namun, terurainya protein dari BM tinggi menjadi BM yang lebih rendah menyebabkan produk yang dihasilkan sedikit lengket (*sticky*). Hal yang sama juga dilaporkan oleh Marga-Utama *et al.* (2001) pada produk sarung tangan rendah protein



Penggunaan enzim protease pada pengolahan lateks pekat DPNR.....

Tabel 3. Pengujian sifat fisik dan visual komponen *sphygmomanometer* dari lateks pekat konvensional dan DPNR

Table 3. *Physically and visually test for sphygmomanometer component from latex concentrate and DPNR*

Pengujian <i>Testing</i>	<i>Komponen sphygmomanometer dibuat dari bahan baku Sphygmomanometer component that made from raw material</i>	
	Lateks pekat konvensional <i>Conventional latex concentrate</i>	Lateks pekat DPNR <i>DPNR latex concentrate</i>
Pengujian sifat fisika <i>Physical properties:</i>		
Tegangan putus/ <i>Tensile strength</i> MPa	23,70	27,70
Modulus 300%, MPa	1,10	1,20
Perpanjangan putus <i>Elongation at break, %</i>	950	1010
Pengujian visual/ <i>Visual properties:</i>		
Bau, warna dan kelengketan <i>Smell, colour, stickiness</i>	bau normal, warna pekat merata. Tidak lengket <i>normal smell, dark colour and homogenous disperse, normal stickiness</i>	bau normal, warna pekat merata, sedikit lengket <i>normal smell, dark colour and homogenous disperse, slight sticky</i>

yang dihasilkan dari lateks pra vulkanisasi dengan radiasi sinar gamma. Tegangan putus dan perpanjangan putus *sphygmomanometer* asal lateks pekat DPNR yang diperoleh dalam penelitian ini juga lebih tinggi dibandingkan dengan yang dilaporkan Marga-Utama *et al.* (2005) menggunakan lateks pekat pra vulkanisasi dengan iradiasi. Untuk menghilangkan kelengketan tersebut, formula kompon yang digunakan oleh pabrik perlu dikembangkan dengan menambahkan bahan *antisticking* dan pemberian bedak (*talk*). Pabrik barang celup lateks di Indonesia selama ini menggunakan enzim protease impor yang harganya relatif mahal untuk membuat lateks pekat DPNR. Enzim protease impor tersebut dapat digantikan dengan enzim papain lokal dengan kualitas hasil akhir yang lebih baik dan dengan harga yang lebih murah. Kajian

teknologi ekonomi proses produksi lateks DPNR dan *sphygmomanometer* perlu dilakukan sebelum teknologi tersebut diaplikasikan.

### Kesimpulan

- Isolat *Bacillus* sp. terbaik dalam menghasilkan enzim protease adalah isolat K3 yaitu mencapai 0,264 U/mL pada inkubasi suhu ruang (28-30°C) selama tiga hari. Selanjutnya dari ketiga sumber protease yang diuji (enzim dari *Bacillus* sp. K3, papain dan bromelin), enzim papain menunjukkan aktivitas terbaik pada substrat kasein. Penggunaan substrat SBL kurang sesuai untuk produksi protease karena adanya inhibitor protease yang tidak bisa dihilangkan dengan cara pemanasan.

- Aktivitas proteolitik papain, optimum pada suhu 37°C dan antara pH 7,7-11, yaitu mencapai 0,6-0,7 U/mL. Percobaan pendahuluan skala pabrik menunjukkan bahwa papain dapat diaplikasikan untuk pembuatan lateks DPNR. Lateks DPNR yang dihasilkan dapat diolah menjadi komponen *sphygmomanometer* dengan kadar protein terekstrak yang memenuhi standar FDA yaitu < 150 µg protein/g dan sifat-sifat fisika yang lebih baik dibandingkan lateks pekat konvensional, namun produk sedikit lengket.
- Analisis tekno ekonomi perlu dilakukan sebelum teknologi ini diimplementasikan pada skala komersial. Percobaan pada skala produksi masih perlu dilakukan guna mengkaji reproduksibilitas dan konsistensi kinerja.

#### Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direksi PT. Sugih Instrumendo Abadi, Padalarang, Jawa Barat atas bantuan fasilitas produksi *sphygmomanometer*. Penelitian ini terlaksana atas pendanaan dari Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif Pusat (PAATP), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, dengan nomor kontrak PL420.0304.486/P2TP2, tahun 2003.

#### Daftar Pustaka

- Aik-Hwee E, S Kawahara & Y Tanaka (1993). Determination of low nitrogen content of purified natural rubber. *J Nat Rubb Res Inst Malaya* 8(2),109-113
- ASTM (2005) Standar specification for rubber concentrated ammonia preserved, creamed and centrifuged natural latex. ASTM D 1076-95.
- ASTM (2005). Standard test method for rubber properties in tension. ASTM D412-97.
- Bergmeyer J & M Grassl (1981). *Enzymatic Analysis*. Weinheim, Verlag Chemia.
- FDA (1989). *Medical Gloves Guidance Manual, Internet Website*, <http://www.fda.gov/cdrh>
- Geertsma RE, TJH Orzecnowski, M Jonker, JM Dorpema & JAAM van Aster (1996). Biological evaluation of RVNRL. In: *Proc. Ind. Symp. On RVNRL*. Kuala Lumpur, Malaysia. p. 93.
- Marga-Utama, S Yanti, Marsongko, T Puspitasari, D Iramani, K Makuuchi, F Yoshii, Siswanto (2001). Production of surgical gloves from low extractable protein RVNRL. In: *Proc of the Takasaki Symp. on Radiation Processing of Natural Polymers*. Japan, JAERI. p. 166-176.
- Marga-Utama, M Suhartini, Herwinarni, Siswanto, H Sundaru, HM Malik, Prayitno, HM Mukhlis & S Ruslim (2005). Pilot scale production of irradiated natural rubber latex and its dipping product. *Atom Indonesia* 31(2), 61-78.
- Nair RC, S Gopakumar & MR Gopinathan Nair (2006). Synthesis and characterization of block copolymers based on natural rubber and polypropylene oxide. *J Appl Polymer Sci* 103 (2), 955 – 962
- Siswanto (1999). Characterization of protease from *Bacillus* sp. isolated from natural rubber coagulum. *Menara Perkebunan* 67 (2),26-36.
- Siswanto, Suharyanto & Y Syamsu (2003). *Teknologi Terobosan Pemecahan Masalah Protein Alergen pada Lateks Alam*. [http://www.ipard.com/ penelitian/ protein Alergen.asp](http://www.ipard.com/penelitian/proteinAlergen.asp)
- Siswanto, O (1992). Tantangan industri lateks pekat dan barang jadi lateks di masa mendatang. *Warta Perkaratan* 12(2),21-31.

*Penggunaan enzim protease pada pengolahan lateks pekat DPNR.....*

- Subramaniam A (1992). Reduction of extractable protein content in latex product. *In: Proc Intl Latex Conf Sensitivity to latex in Medical Device*, Baltimore, Maryland, p 51.
- Sundaru, HB Huda & TH Karjadi (2002). Allergic diseases and skin prick test among hospital personnel in Jakarta 2002. *In: Asia Pacific Congress of Allergy and Immunology*. Seoul, South Korea, 12p.
- Syauqiah-Fitri SG, NR Mubarik & TS Prawasti (2005). Produksi dan karakterisasi protease ekstraselular *Bacillus* sp galur BKY-10 yang diisolasi dari saluran pencernaan *Epinephelus tauvina*. *J Mikrobiol Ind* 10(1), 9-13.
- Truscott W (1992). Manufacturing methods sought to eliminate or reduce sensitivity to natural rubber products. *In: Proc Intl Latex Conf Sensitivity to Latex in Medical Device*, Baltimore, Maryland, p. 54.
- United States Patent 5910567 (1997). Process for preparing deproteinized natural rubber latex molding and deproteinizing agent for natural rubber latex. <http://www.Patent storm.us/patents /5910567.html>
- Yagami T, M Sato & A Nakamura (1995). Plant defense-related protein eluting from latex gloves and ammoniated latex: potensial latex alergen. *J Nat Rubb Res* 10(2), 100-107.