

PENGEMBANGAN PRODUK KITOOLIGOSAKARIDA DARI LIMBAH INDUSTRI PERIKANAN UDANG SECARA ENZIMATIS: PROSPEK DAN KENDALA

Ekowati Chasanah^{*)}

ABSTRAK

Sejak diketahui memiliki berbagai kelebihan, seperti kelarutan dalam air dan aktivitas biologis yang lebih baik dari bentuk polimernya, oligosakarida kitosan atau disebut kitooligosakarida menarik perhatian peneliti dan kalangan penggunaannya yaitu industri. Kitooligosakarida memiliki aplikasi yang luas dalam bidang farmasi, pangan, dan pertanian. Produksi kitooligosakarida yang memenuhi tuntutan fungsi biologisnya sangat tergantung pada derajat deasetilasi dan panjang rantainya. Produksi secara enzimatik selain menawarkan produk kitooligosakarida dengan panjang rantai yang spesifik juga bersifat ramah lingkungan dan aman. Salah satu enzim yang dapat diandalkan dan bersifat efisien sebagai penghasil kitooligosakarida adalah enzim kitosanase. Limbah hasil perikanan udang dan krustasea lain merupakan bahan baku produk kitin dan turunannya, termasuk kitooligosakarida serta sumber enzim-enzim pendegradasi kitin. Beberapa hasil riset Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi (BBRP2B) berupa isolat-isolat bakteri penghasil enzim-enzim pendegradasi kitin salah satunya adalah kitosanase, teknik produksi dan informasi karakteristik enzim serta sebagian bioaktivitas kitooligosakarida yang dihasilkan. Hasil penelitian tersebut memberikan gambaran akan peluang memproduksi kitooligosakarida di Indonesia dan pengembangan industri nutrasetikal berbasis kitooligosakarida. Salah satu kendala yang masih dirasa adalah belum adanya legalitas penggunaan kitooligosakarida untuk produk makanan dan keperluan farmasi meskipun produk-produk nutrasetikal berbahan baku kitooligosakarida sudah beredar secara luas. Aplikasi kitooligosakarida dan mikroba penghasil enzim pendegradasi kitin sebagai biokontrol tanaman pertanian termasuk perkebunan, merupakan salah satu terobosan yang bisa dicoba untuk dikembangkan lebih dulu karena tidak memerlukan banyak persyaratan sebagaimana aplikasi untuk produk makanan.

ABSTRACT: *Development of enzymatically produced chitooligosaccharide from shrimp industrial waste: opportunity and challenge. By: Ekowati Chasanah*

Since identified having better properties such as solubility in water and bioactivities compared to its polymer form, chitooligosaccharide has obtained great attention either from researcher and industries. Wide application of chitooligosaccharides, from pharmaceutical, food and agriculture, is very depending on the deacetylation degree and the size of oligosaccharide. Enzymatic production is more dependable in producing specific, safe and environmentally friendly chitooligosaccharide. Chitosanase is one of chitin degrading enzymes group, having important role in production of chitooligosaccharide. Shrimp and crustacean waste which are abundant in Indonesia are important raw material for chitin and its derivative products including chitooligosaccharide and as a source of chitin degrading enzymes including chitosanase. RCMFPPB has a collection of potential chitin degrading microbes for producing functional chitooligosaccharides for food, pharmaceutical and biocontrol applications. There is a big opportunity for Indonesia as chitooligosaccharide producer as we have relatively big amount of raw material from shrimp and crustacea's waste, and local enzyme. One of the problem is the legality of chitooligosaccharide for food and pharmaceutical products has not been available yet. Another non food application such as biocontrol can be developed first since this product does not need strict regulation as for food.

KEYWORDS: *chitooligosaccharide, shrimp waste, enzymatic*

PENDAHULUAN

Kitooligosakarida adalah potongan kitin dan kitosan yang memiliki rantai 20 atau kurang dengan berat molekul lebih besar dari 3900 Dalton (Terbojevich

& Cosani, 1998). Kitin dan kitosan merupakan polimer alami yang bersifat *biodegradable*, dan banyak diaplikasikan dalam berbagai industri seperti pertanian, farmasi, pengolah limbah, pangan, dan lain lain. Kitin dan kitosan memiliki berat molekul pada

^{*)} Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan; Email: ekowati_ch@yahoo.com

kisaran 100 kDa–1000 kDa. Secara alami kitin ada di kulit udang, krustasea, dan serangga lain dalam bentuk matriks dengan protein, mineral, dan materi lain. Kitin juga secara alami ada di zooplankton yang keberadaannya di laut sangat tinggi. Sekitar 3% bobot kering zooplankton adalah berupa kitin (Bâmstedt, 1980 dalam Einbu, 2007)

Kitin diekstrak dari limbah dengan cara dekalsifikasi menggunakan larutan HCl, deproteinasi dengan larutan NaOH dan dekolorisasi dengan 0,5% larutan KMnO₄ dan asam oksalat. Sedangkan kitosan merupakan deasetilasi dari polimer kitin yang diperlakukan dengan larutan NaOH pekat (sekitar 50% b/v) dan dipanaskan pada suhu tinggi selama beberapa jam. Secara alami, kitosan ditemukan di alam pada dinding sel kapang (fungi) yang tergolong dalam kelas *Zygomycetes*, *Chlorella* sp., dan pada insekta (Muzzarelli, 1977; Jeauiaux, 1978; Plassard, 1997).

Kitin merupakan polimer yang tidak larut air dan asam lemah, sedang kitosan adalah kitin dalam bentuk terdeasetilasi sebagian (lebih dari 50%) maupun yang 100% bebas asetil, memiliki sifat lebih baik dari kitin dalam kelarutan dan sifat fungsionalnya. Kitosan larut dalam asam lemah, dan memiliki aplikasi yang lebih luas dibanding kitin karena memiliki gugus aktif yang lebih banyak. Meskipun demikian, dengan sifatnya yang hanya larut dalam asam lemah, maka aplikasi kitosan juga memiliki keterbatasan dalam industri. Modifikasi kitosan secara kimia dengan menambah gugus hidroksil (suka air) secara kimia sehingga menjadi karboksilmetil kitosan yang bersifat larut air, menjadi salah satu strategi dalam memanfaatkan kitosan secara lebih luas (Fawzya *et al.*, 2008).

Strategi memotong kitosan menjadi potongan yang lebih pendek yang disebut kitosan oligomer atau kitooligosakarida merupakan salah satu strategi untuk mendapatkan kitosan larut air. Keuntungan lain adalah bahwa dalam bentuk potongan dengan panjang tertentu, kitosan memiliki aktivitas biologis yang lebih baik dibanding dalam bentuk polimernya. Semakin tinggi derajat deasetilasinya (semakin sedikit gugus asetil amino) maka semakin bagus aktivitas biologisnya karena gugus aktif yang dimiliki bertambah yaitu gugus positif.

Kitooligosakarida dapat diproduksi secara enzimatik, kimiawi maupun iradiasi. Produksi secara kimiawi dan iradiasi bersifat acak dan tidak terkontrol dengan mayoritas hasilnya adalah glukosamin, bentuk monomer kitosan (Won-Seok *et al.*, 2002; Liu *et al.*, 2007). Sebaliknya, penggunaan agen biologi seperti enzim bersifat spesifik dan terkontrol sesuai dengan spesifisitas masing-masing enzim yang digunakan.

Dari segi keamanan, penggunaan enzim dapat lebih diandalkan dan bersifat lebih ramah lingkungan. Namun karena biaya produksi dengan enzim sangat mahal sehingga harga kitooligosakarida tidak dapat bersaing dengan harga produk sejenis lainnya. Karena itu eksplorasi enzim lokal sangat diperlukan untuk menekan biaya produksi.

APLIKASI KITOOLOGOSAKARIDA

Laporan hasil riset tentang aplikasi kitooligosakarida untuk bidang kesehatan dan pangan telah banyak dipublikasikan. Panjang rantai dan derajat deasetilasi merupakan faktor yang sangat penting pada aktivitas biologis kitooligosakarida. Efek antimikroba akan meningkat seiring dengan peningkatan derajat deasetilasi (DD) tetapi menurun seiring dengan panjangnya rantai. Derajat deasetilasi yang efisien sebagai antimikroba adalah lebih tinggi dari 80%, khusus untuk bakteri diperlukan derajat deasetilasi lebih dari 97% (Dag *et al.*, 2007). Kitooligosakarida dengan panjang rantai 4 (tetramer) memiliki aktivitas antibakteri terkuat dibanding polimer kitosan dan kitooligosakarida dengan panjang lebih dari 4 (Guo-Jane *et al.*, 2000; Sagoo *et al.*, 2002; Chung *et al.*, 2004; Chasanah *et al.*, 2008), sedangkan kitooligosakarida yang memiliki rantai panjang seperti hexamer, heptamer, dan oktamer dilaporkan memiliki aktivitas *immunostimulant*, mereduksi kolesterol plasma dan mencegah penyakit hati pada penderita kecanduan alkohol (Hennen, 1996). Kitooligosakarida juga dilaporkan berpotensi untuk digunakan sebagai antidiabetes (Hyeon-Woo *et al.*, 2003; Liu *et al.*, 2007) karena kitooligosakarida dapat meningkatkan toleransi glukosa, sekresi insulin dan menurunkan trigliserida. Pemberian kitooligosakarida 100 mg/L pada sel primer pankreas yang dikulturkan mampu meningkatkan sekresi insulin secara kontinyu dari hari ke-6 sampai ke-14 (Liu *et al.*, 2007).

Dalam bidang peternakan, kitooligosakarida ketika diberikan sebagai bagian dari pakan ayam broiler, dilaporkan memiliki kemampuan untuk meningkatkan performansi kualitas daging ayam broiler dengan meningkatkan sel darah merah dan lipoprotein densitas tinggi dalam darah serta menginduksi penurunan kadar lemak (Zhou *et al.*, 2009).

Kitooligosakarida yang memiliki rantai 2-8 unit monomer dilaporkan memiliki aktivitas antikapang beberapa *pathogen* tanaman seperti *Fusarium oxyporum*, *Phomopsis fukushi*, *Alternaria alternata* (Hirano & Nagao, 1989). Hasil penelitian Wiczeniewska-Wrona *et al.* (2007) menunjukkan bahwa kitooligosakarida mampu menghambat secara total pertumbuhan virus *Lucerne mosaic* (AIMV) dan dalam

Tabel 1. Aktivitas biologis kitooligosakarida yang diproduksi menggunakan isolat bakteri yang diisolasi dari Indonesia

No	Isolat	Asal isolat	Aktivitas kitooligosakarida	Sumber
1	<i>Acinetobacter</i> sp. KPU 218	Limbah udang (kulit)	Aktivitas penghambatan terhadap sel HeLa lemah	Chasanah <i>et al.</i> , 2009
2	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> KPU 2123	Limbah udang (kepala udang)	Menghambat <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; Positif menghambat sel Hela Menghambat beberapa kapang patogen kelapa sawit	Fawzya <i>et al.</i> , 2009a; Fawzya <i>et al.</i> , 2009b Widiastuti & Chasanah, 2010
3	<i>Aeromonas media</i> KLU 11.16	Limbah udang (kulit udang)	Antibakteri (<i>Pseudomonas aeruginosa</i>); anti kapang perusak produk perikanan	Chasanah <i>et al.</i> , 2010
4	<i>Bacillus licheniformis</i> MB-2	Sumber air panas Manado	Antibakteri (<i>S.typhymurium</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i>), antikanker (HeLa, A549), immunostimulant	Chasanah <i>et al.</i> (2006; 2008); Wahyuni <i>et al.</i> , 2007)

skala yang lebih rendah menghambat *Tobacco mosaic virus* (TMV) yang resisten. Lebih lanjut dilaporkan bahwa kitooligosakarida pada konsentrasi 0,5% juga menghambat bakteri tanaman *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* dan *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

Hasil riset BBRP2B mengenai potensi kitooligosakarida menggunakan isolat dari lingkungan lokal Indonesia (enzim lokal) dapat dilihat pada Tabel 1.

Kerjasama BBRP2B dengan Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia menghasilkan beberapa isolat yang berpotensi sebagai biokontrol kapang patogen terhadap tanaman perkebunan. Pengujian antagonis 14 isolat kitinolitik koleksi BBRP2B terhadap *Ganoderma* sp., kapang patogen tanaman kelapa sawit, memperlihatkan bahwa 3 isolat berpotensi untuk dikembangkan sebagai biokontrol tanaman tersebut. Ketiga isolat yang berpotensi tersebut berasal dari limbah udang (KPU 2123), dari terasi (T5a1) dan dari spons laut (5a) (Gambar 1). Pengujian lebih lanjut akan dilakukan untuk mengetahui aplikasi isolat ini.

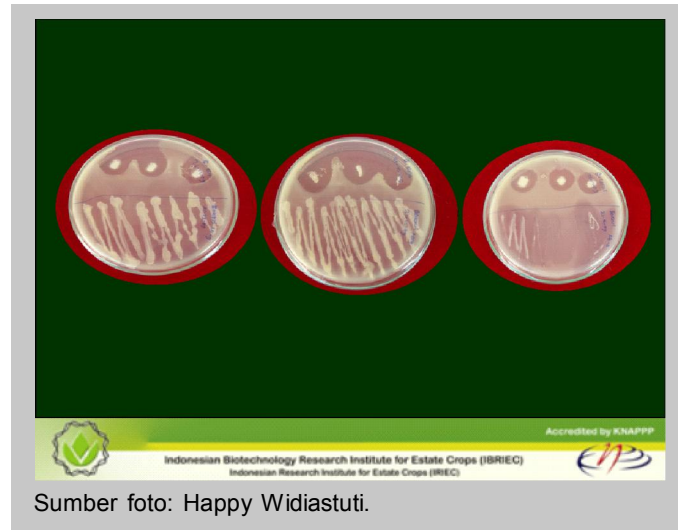
Hasil-hasil riset di atas menunjukkan bahwa kitooligosakarida sangat berpotensi untuk dikembangkan karena memiliki potensi aplikasi yang sangat baik pada berbagai industri. Pada tingkat uji coba terbatas, potensi kitooligosakarida dalam

meningkatkan kualitas dan keamanan bahan pangan telah banyak diakui kehandalannya.

ENZIM KITINOLITIK DARI ISOLAT BAKTERI KOLEKSI BBRP2B

Laut merupakan sumber terbesar bagi kitin dan mikroba pengurai kitin. Kehadiran mikroba penghasil enzim pendegradasi kitin sangat berperan untuk proses daur ulang ketika kulit krustasea yang mengandung kitin dibuang pada saat proses *moulting* yang berjumlah relatif sangat besar di laut. Keberadaan mikroba pendegradasi kitin di laut didapatkan dari air dan sedimen, juga dari beberapa biota laut seperti spons laut. Berbagai limbah industri perikanan berupa kulit seperti kulit udang pun secara alami sangat berpotensi sebagai sumber mikroba penghasil enzim pendegradasi kitin (Chasanah *et al.*, 2009). Tabel 2 memperlihatkan isolat-isolat penghasil enzim kitinolitik yang berasal dari limbah udang, produk perikanan tradisional terasi, dan biota laut spons.

Secara alami, kitosanase dapat ditemukan pada beberapa organisme termasuk *Actinomyces*, fungi, tanaman, dan bakteri. Di dalam tanaman, enzim kitosanase dapat digunakan sebagai alat pertahanan terhadap fungi patogen, sedang pada mikroorganisme, enzim ini berfungsi sangat penting dalam keseimbangan alam, atau sistem daur ulang seperti yang disampaikan di bab terdahulu.



Gambar 1. Uji antagonis isolat bakteri koleksi BBRP2B dengan *Ganoderma* sp., kapang patogen penyebab penyakit pada kelapa sawit berturut turut dari kiri kekanan: isolat KPU 2123 dari limbah udang, T5a1 dari terasi, dan 5a dari spons laut.

Tabel 2. Waktu produksi optimal enzim pendegradasi kitin dari beberapa isolat lokal

No.	Sumber isolat	Kode	Kondisi optimal enzim		Waktu produksi (hari)	Sumber pustaka
			Temp. (°C)	pH		
1	Spons laut	KBJ 12SB	30	7	5	Pratitis, 2006
2	Spons laut	TPP 11 SA	30	7	7	Pratitis, 2006
3	Spons laut	TLP 14 LA	30	7	6	Pratitis, 2006
4	Spons laut	3	37	7	1	Uria <i>et al.</i> , 2005
5	Spons laut	18-1	37	7	1	Uria <i>et al.</i> , 2005
6	Spons laut	T1	37	7	1	Uria <i>et al.</i> , 2005
7	Spons laut	15a	37	7	2	Uria <i>et al.</i> , 2005
8	Spons laut	34b	37	7	1	Uria <i>et al.</i> , 2005
9	Terasi	JB4	37	n.a	2	Zilda <i>et al.</i> , 2006
10	Terasi	T5a1	37	n.a	1	Noviendri <i>et al.</i> , 2006
11	Limbah udang	KPU 218	25	5	30 jam	Chasanah <i>et al.</i> , 2009
12	Limbah udang	KLU 115	n.a	n.a	2	Chasanah <i>et al.</i> , 2009
13	Limbah udang	KLU 1116	n.a	n.a	2	Chasanah <i>et al.</i> , 2009
14	Limbah udang	KPU 2124	30	n.a	1	Chasanah <i>et al.</i> , 2009
15	Limbah udang	KPU 2123	n.a	n.a	1	Chasanah <i>et al.</i> , 2009
16	Limbah udang	KLU 1121	n.a	n.a	1	Chasanah <i>et al.</i> , 2009
17	Limbah udang	KLU 116	n.a	n.a	1	Chasanah <i>et al.</i> , 2009

Keterangan: n.a: belum dianalisis (Sumber : Fawzya & Wibowo, 2009).

PRODUKSI KITOOLIGOSAKARIDA

Kitooligosakarida dapat diproduksi melalui 2 cara yaitu secara non biologis dan biologis. Secara non biologis, kitooligosakarida dibuat dengan cara hidrolisis kitin dan kitosan dengan bahan kimia seperti NaOH dan asam klorida pekat maupun dengan iradiasi (Won-Seok *et al.*, 2002). Secara umum kitooligosakarida yang diproses dengan cara ini tidak dapat digunakan sebagai sumber bahan bioaktif karena dikhawatirkan adanya kontaminasi senyawa kimia yang bersifat toksik. Penggunaan bahan kimia pada produksi kitooligosakarida selain dikhawatirkan menghasilkan senyawa toksik dan resiko bahaya yang lebih tinggi terhadap konsumen dan lingkungan (polusi) yang tidak dikehendaki, ternyata juga menghasilkan rendemen yang lebih rendah. Hal ini karena sebagian besar hasil hidrolisis secara kimia adalah bentuk monomer glukosamin dan atau N asetil glukosamin (Liu *et al.*, 2007). Kitooligosakarida yang diproses secara enzimatik memiliki harga yang jauh lebih tinggi dibanding yang diproses secara non enzimatik (Einbu, 2007).

Produksi kitooligosakarida secara biologi dengan menggunakan enzim lebih dipilih karena menghasilkan produk yang lebih aman, tidak menimbulkan masalah lingkungan, dan bersifat lebih spesifik dengan rendemen kitooligosakarida yang tinggi. Karakteristik kitooligosakarida yang dihasilkan seperti panjang rantai, distribusi derajat deasetilasi dan lain-lain sangat dipengaruhi oleh jenis enzim dan waktu hidrolisis apabila digunakan enzim kasar. Produksi kitooligosakarida sangat tergantung pada aktivitas dan lingkungan optimum bekerjanya enzim. Salah satu contoh produksi kitooligosakarida ketika digunakan enzim kasar isolat KLU 11.16 dan KPU 21.23 sebesar 8 U/g kitosan dengan waktu reaksi 3 jam (untuk KPU 21.23) dan 2 jam (KLU 11.16) menghasilkan oligomer berukuran 2-6. Analisis dilakukan dengan kromatografi pelat tipis (TLC) menggunakan standar oligomer ukuran 1-6 unit glukosamin. Campuran oligomer tersebut memperlihatkan potensinya sebagai senyawa antipapang *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger* yang diisolasi dari produk perikanan (Chasanah *et al.*, 2010).

Kitooligosakarida juga dapat dibuat dengan cara melakukan iradiasi polimer kitosan dengan menggunakan sinar Co-60 gamma. Penggunaan dosis tinggi (lebih dari 100 kGy) akan menyebabkan warna coklat pada produk. Penurunan viskositas kitosan akan terdeteksi secara nyata ketika digunakan dosis sampai dengan 10 kGy. Pada penggunaan dosis 100 kGy, hasil kitooligomer yang didapatkan berupa campuran dimer, trimer, dan tetramer dengan komposisi berturut-turut sebesar 3,6; 3,0 dan 1,8% (Won-Seok *et al.*, 2002).

PELUANG DAN KENDALA PRODUKSI KITOOLIGOMER UNTUK INDUSTRI

Potensi Bahan Baku

Data produksi udang baik dari perikanan tangkap maupun hasil budidaya dalam kurun waktu 2006–2008 tercatat sejumlah 554.774–646.512 ton, dan dari jumlah tersebut, jumlah yang diekspor sebesar 169.328–170.583 ton. Produksi rajungan antara tahun 2006–2007 tercatat sebesar 26.686–30.421 ton (Anonim, 2009). Udang pada umumnya diekspor dalam bentuk beku tanpa kepala dan kulit, begitu juga rajungan diekspor dalam bentuk kaleng daging rajungan rebus (Nasution *et al.*, 2004). Karena itu, dari jumlah ekspor tersebut, potensi limbah berupa kulit dan kepala udang diperkirakan sebesar 67.731–68.233 ton, dan dari industri rajungan memiliki potensi limbah 20.015–22.815 ton. Dari limbah tersebut, maka potensi kitin yang dapat diekstrak cukup besar yaitu sekitar 21.936–22.762 ton apabila kita mengacu pada Cho *et al.* (1998) bahwa pada cangkang atau kulit krustasea terdapat kitin sebesar 20-30%.

Peluang Pengembangan

Peluang untuk mengembangkan produk bernilai tambah dari limbah ini sangat besar, di antaranya menjadi kitosan dan produk turunan kitosan seperti kitooligosakarida yang memiliki nilai tambah sangat besar. Melihat peluang ini, Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan telah melakukan identifikasi wilayah atau identifikasi lokasi pendirian pabrik kitin/ kitosan pada tahun 2006 (Anon., 2006). Beberapa pabrik kitin kitosan skala UKM telah didirikan di beberapa daerah, namun eksistensi pabrik tersebut tidak berlangsung lama. Kendala yang dihadapi di antaranya adalah harga yang kalah bersaing dengan kitosan luar negeri dan proses yang menggunakan air dalam jumlah besar (komunikasi pribadi). Sampai dengan saat ini ada 2 pabrik kitin/ kitosan yang masih aktif yaitu PT. Biotech Surindo dan CV. Kimindo Surya Utama. Produk yang dihasilkan oleh PT. Biotech Surindo di antaranya adalah kitosan yang memiliki BM rendah antara 40.000–60.000 sebagai pengawet makanan (Chito Fresh), sedangkan CV Kimindo menghasilkan produk pupuk organik cair (Chito-Farm).

Kitooligosakarida yang diproses secara enzimatik, murni dan terkarakterisasi dengan baik berharga 10.000 USD/kg, sementara yang diproduksi secara non enzimatik di pasar berharga 50–100 USD/kg, hampir sama dengan harga kitosan yaitu 40–100 USD/kg (Einbu *et al.*, 2007). Produksi kitooligosakarida dapat terkarakterisasi dengan baik jika dilakukan dengan menggunakan enzim kitosanase yang dapat

memecah secara spesifik. Karena karakteristik enzim sangat dipengaruhi oleh banyak hal, di antaranya oleh mikroba sumber enzim serta lingkungan tempat hidup mikroba yang mendukung fungsi enzim tersebut, maka isolasi dan penapisan enzim tersebut tetap diperlukan untuk mendapatkan enzim lokal dengan karakteristik pemecahan yang sesuai dengan target. Ketersediaan enzim yang diisolasi sendiri dari lingkungan lokal Indonesia (enzim lokal) sangat diperlukan untuk menghemat biaya produksi. Berbagai produk yang berbahan dasar kitosan dan kitooligosakarida telah dipasarkan secara luas di Indonesia dan di luar negeri, di antaranya berupa kapsul sebagai produk pelangsing dan produk kesehatan lainnya.

Kendala

Salah satu permasalahan dalam komersialisasi kitosan dan produk turunannya serta aplikasinya dalam berbagai produk adalah isu legalitas. Sebagai pengawet produk pangan, kitosan telah diijinkan dan digunakan di Jepang dan negara Asia lain. Sedangkan di negara-negara barat produk ini hanya diijinkan sebagai bahan pembantu pengolahan dan tidak bisa digunakan secara langsung sebagai pengawet. Di Indonesia sendiri, penggunaan kitosan dalam produk makanan telah diatur dengan dikeluarkannya Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI No HK.00.05.52.6581. Dalam aturan tersebut kitosan dapat digunakan sebagai bahan baku dalam produk pangan tetapi tidak digolongkan sebagai pengawet dalam produk pangan. Dalam ijin tersebut, kitosan tidak berfungsi sebagai zat fungsional dan tidak dapat diklaim sebagai klaim gizi dan klaim kesehatan. Dari aturan ini jelas bahwa produk turunan kitosan berupa kitooligosakarida belum diijinkan untuk digunakan dan diklaim sesuai aktivitas biologis atau belum masuk dalam lingkup perijinan.

Meskipun beberapa riset yang mendukung keamanan aplikasi kitooligosakarida telah banyak dilakukan, antara lain kemampuan kitooligosakarida untuk mengikat materi lain selain lemak seperti mikronutrisi dan mikroelemen serta efeknya terhadap komposisi flora usus, tetapi secara umum penelitian tentang efek kitooligosakarida terhadap kesehatan manusia perlu lebih banyak dilakukan. Hal ini diperlukan untuk mendukung keamanan konsumsi kitooligosakarida apabila akan dikembangkan sebagai bahan baku produk konsumsi seperti pangan dan nutrasetikal.

PENUTUP

Limbah perikanan udang yang cukup tinggi, memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai produk oligomer kitosan di Indonesia. Dengan beberapa

kelebihannya, luasnya aplikasi dan nilai jual yang jauh lebih tinggi dari bentuk polimernya yaitu kitosan, maka produk ini sangat berpeluang untuk dikembangkan. Hal-hal yang perlu disiapkan segera untuk pengembangan produk berbasis kitooligosakarida ini adalah legalitas aturan penggunaannya untuk produk pangan dan farmasi. Peluang pengembangan produk kitooligosakarida dan aplikasi enzim-enzim pendegradasi kitin untuk produk non pangan seperti produk biokontrol patogen tanaman ekonomis tinggi perlu segera diuji lebih lanjut sehingga dapat membuka peluang pengembangan produk bernilai tambah dari limbah perikanan udang dan krustasea lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. *Laporan Ditjen Pemasaran dan Pengolahan Hasil Perikanan 2009*. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Anonim. 2009. *Statistik Ekspor Hasil Perikanan*. Ditjen Pemasaran dan Pengolahan Hasil Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan 2009.
- Chasanah, E., Fawzya, N., Wibowo, S., Patantis, G., dan Ariyanti, S.D. 2010. *Laporan Intern Kemajuan Penelitian*. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Chasanah, E., Ilmi, M., dan Mangunwardoyo, W. 2009. Isolasi bakteri kitinolitik dari limbah pengolahan udang. *Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 4 (1).
- Chasanah, E., Meidina, and Suhartono, M.T. 2008. Antibacterial potency of chitosan oligomer produced by *Bacillus licheniformis* MB-2 chitosanase. *Indonesian Fisheries Research Journal*. 14 (2): 91–95.
- Chasanah, E., Hariyadi, P., Witarto, A.B., Hwang, J.K., and Suhartono, M.T. 2006. Biochemical characteristic of chitosanase from the Indonesian *B. licheniformis* MB-2. *Journal of Molecular Biotechnology*. 33 (2): 93–102.
- Cho, Y.I., No, H.K., and Meyers, S.P. 1998. Physicochemical characteristics and functional properties of various commercial chitin and chitosan products. *J. Agric Food Chem*. 46: 3839–3843.
- Chung, Y.C., Su, Y.P., Chen, C.C., Jia, G., Wang, H.I., Wu, J.C.G., and Lin, J.G. 2004. Relationship between antibacterial activity of chitosan and surface characteristics of cell wall. *Acta Pharmacol Sin* 25: 932–936.
- Dag, Y.W., Zhou, P., Yu, J., Pan, X., Wang, P., Lan, W., and Tao, S. 2007. Antimicrobial effect of chitooligosaccharides produced by chitosanase from *Pseudomonas* CUY8. *Asia Pac. J. Clin. Nutr*; 16 (Suppl 1): 174–177.
- Einbu, A., 2007. *Characterisation of Chitin and a Study of its Acid-Catalysed Hydrolysis*. PhD Thesis, Department of Biotechnology. Faculty of Natural Science and Technology. Norwegian University of Science and Technology. Trondheim. 75 pp.
- Fawzya, Y.N., Noviaty, R., Sutrio, dan Wibowo, S. 2008. Pengaruh deasetilasi dan alkalinasi terhadap

- karakteristik karboksimetil kitosan. *Jurnal Perikanan: Journal of Fisheries Sciences* X (1): 64–75.
- Fawzaya, Y.N. and Wibowo, S. 2009a. Exploration of Indonesia marine chitinolytic enzymes and their application. *Indonesian Marine and Fisheries Product Processing and Biotechnology*, Jakarta.
- Fawzaya, Y.N., Pratitis, A., dan Chasanah, E. 2009b. Karakterisasi enzim kitosanase dari isolat bakteri KPU 2123 dan aplikasinya untuk produksi oligomer kitosan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 4 (1): 69–78.
- Guo-Jane, T., Yuon, W.Z., and Huey, S.W. 2000. Antibacterial activity of chitooligosaccharide mixture prepared by cellulosa digestion of shrimp chitosan and its application to milk preservation. *J. Food Protection* 63 (6): 747–752.
- Hennen, W.J. 1996. *Chitosan*. Woodland Publishing Inc. P.O. Box 160. Pleasant Grove, UT 84062. 31 pp
- Hirano, S. and Nagao, N. 1989. Effects of chitosan, pectic acid, lysozyme and chitinase on the growth of several phytopathogens. *Agric. Biol. Chem* 53: 3065–3066
- Hyeon-Woo, L., Yoon-S Prun, P., Jong-Whan, C., Sang-Yeop, Y., and Woon-Seob, S. 2003. Antidiabetic effects of chitosan oligosaccharides in neonatal Streptozotocin-induced noninsulin-dependent diabetes mellitus in Rats. *Biol. Pharm. Bull.* 26 (8) 1100–1103.
- Jeauiaux, C. 1978. Distribution and quantitative importance of chitin in animals. *Proceedings of the first international conference on chitin/chitosan*. p. 5–10.
- Liu B., Wan-Shun Liu, Bao-Qin Han, Yu-Ying Sun. 2007. Anti diabetic effects of chitooligosaccharides on pancreatic islet cells in streptozotocin-induced diabetic rats. *World J. Gastroenterol* February 7; 13 (5): 725–731.
- Muzzarelli, R.A.A. 1977. *Chitin*. Pergamon Press. Oxford, Uk. 309 pp.
- Nasution, Z., Tazwir, dan Zilda, D.S. 2004. Potensi, pemanfaatan dan nilai ekonomi limbah udang dan rajungan di Propinsi Lampung. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia*. Edisi Pasca Panen dan Sosial Ekonomi. 10 (7): 2–5.
- Plassard, C. 1997. Assay of fungal chitin and estimation of mycelial biomass. In *Chitin Handbook*. Edited by R.A.A. Muzzarelli and M.G. Peter. European Chitin Society, Lyon.
- Sagoo, S., Board, R., and Roller, S. 2002. Chitosan inhibits growth of spoilage microorganisms in chilled pork products. *Food Microbiol.* 19: 175–182.
- Terbojevich, M. and Cosani, A. 1997. Molecular weight determination of chitin and chitosan. In *Chitin Handbook*. Edited by Mozzarelli, R.A.A. and martin G. Peter. European Chitin Society.
- Wahyuni, S., Witarto, A.B., Syah, D, Zakaria, F.R., and Suhartono, M.T. 2007. Activity of chitooligomers produced by enzymatic hydrolysis upon proliferation of lymphocyte and A549 (lung carcinoma) cancer cell line. *International Seminar and Workshop: marine Biodiversity and their potential for developing biopharmaceutical Industry in Indonesia*. Jakarta, May 17-18th 2006. Research Center for Product Processing and Biotechnology.
- Widiastuti, H. and Chasanah, E. 2010. *Screening of Antagonistic of Chitinolytic Bacteria Towards Ganoderma* sp. Presented at International Oil Palm Conference (IOPC), June 3, Jogyakarta.
- Wicniewska-Wrona, M., Niekraszewicz, A., Ciechańska, D., Pospieszny1, H., and Orlikowski, L.B. 2007. Biological properties of chitosan degradation products. *Polish Chitin Society, Monograph XII, 2007*.
- Won-Seok, C., Kil-Jin, A., Dong-Wook L., Myung-Woo, B., and Hyun-Jin, P. 2002. Preparation of chitosan oligomers by irradiation. *Polymer degradation and stability* 78 (3): 533–538.
- Zhou, T.X., Chen, Y.J., Yoo, J. S., Huang, Y., Lee, J.H., Jang, H.D., Shin, S.O., Kim, H.J., Cho, J.H., and Kim, I.H. 2009. Effects of chitooligosaccharide supplementation on performance, blood characteristics, relative organ weight, and meat quality in broiler chickens. *Poult Sci* 88: 593–600.