

PLL 07

Sintesis, Kinetika Reaksi dan Aplikasi Kitin dari Cangkang Udang: Review

Yesi Afriani, Ahmad Fadli, Subkhan Maulana, Ika Karina

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Panam, Pekanbaru 28293
afriani.yesi@gmail.com

Abstrak

Kitin merupakan biopolimer yang banyak ditemukan pada cangkang eksoskeleton artropoda (kepiting, dan udang), insekta, alga, dinding sel fungi, dan yeast. Sumber bahan baku yang biasa digunakan untuk sintesis kitin adalah cangkang udang dan cangkang kepiting. Kitin berasosiasi dengan mineral dan protein di dalam cangkang maupun dinding sel. Oleh karena itu, untuk mendapatkan kitin perlu dilakukan proses demineralisasi dan deproteinasi. Kedua proses isolasi kitin tersebut bisa dilakukan dengan dua macam metode yaitu metode enzimatik dan metode kimiawi. Enzim protease dan fermentasi asam laktat digunakan di dalam metode enzimatik, sedangkan di dalam metode kimiawi digunakan senyawa asam dan basa. Kitin memiliki sifat antibakterial, non-toksik, biokompatibilitas, dan biodegradabilitas sehingga dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Pemanfaatan kitin banyak diaplikasikan sebagai adsorben ion logam dalam pengolahan air, pengawet, aditif makanan, pewarna, pigmen dalam rekayasa limbah, imobilisasi enzim, dan anti kolesterol. Kitin juga mudah diolah sebagai *gel*, membran, *fiber* dan *film*. Di bidang biomedis kitin dan turunannya dapat digunakan sebagai *drug delivery*, pembalut luka, dan pendiagnosis kanker. Selain itu, kitin juga merupakan bahan baku utama untuk membuat kitosan yang memiliki banyak manfaat di berbagai bidang dan memiliki nilai jual yang tinggi. Hal tersebut tentu memerlukan kualitas kitin yang baik sehingga secara tidak langsung akan berdampak terhadap kitin dan produk turunan yang dihasilkannya. Kinetika reaksi merupakan tinjauan untuk mendapatkan produk yang optimal dengan menggunakan konstanta reaksi yang didapat sebagai acuan untuk kondisi proses. Pada sintesis kitin tinjauan kinetika reaksi tentu akan lebih mengoptimalkan proses serta menghasilkan produk dengan kualitas lebih baik sehingga berdampak positif terhadap produk turunan yang akan dihasilkan. Pada makalah ini kami akan memaparkan penelitian terbaru tentang sintesis kitin dari cangkang udang termasuk tinjauan kinetika reaksi yang terjadi serta aplikasi kitin di berbagai bidang kehidupan.

Katakunci : Biopolimer, cangkang udang, enzimatik, kinetika reaksi, kimiawi, kitin, kitosan.

1.0 PENDAHULUAN

Tingginya kapasitas produksi industri pengolahan udang ebi yang ada di Indonesia menyebabkan bertambahnya limbah cangkang udang ebi yang dapat mencemari lingkungan.

Limbah udang yang potensial ini merupakan bahan yang mudah rusak disebabkan oleh degradasi enzim mikroorganismenya. Hal ini menimbulkan masalah pencemaran lingkungan bagi



industri pengolahan yang membahayakan kesehatan manusia. Limbah ini juga sangat menyita ruang akibat bau yang ditimbulkannya sehingga memerlukan tempat tertutup yang luas untuk menampungnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian guna mengurangi jumlah limbah cangkang udang dan meningkatkan nilai tambahnya. Salah satu upaya yang dilakukan adalah mensintesis kitin yang terdapat pada cangkang udang ebi tersebut dengan cara enzimatik dan kimiawi. Hal tersebut tentunya akan lebih efisien dengan diperolehnya model kinetika sintesis kitin sehingga pemanfaatan limbah udang akan jauh lebih optimal. Teknologi pemanfaatan limbah tersebut menjadi kitin, kitosan dan produk turunannya berupa oligomer kitosan sangat berpotensi untuk aplikasi yang lebih luas dan memiliki *added value* yang lebih baik (Wibowo, 2010).

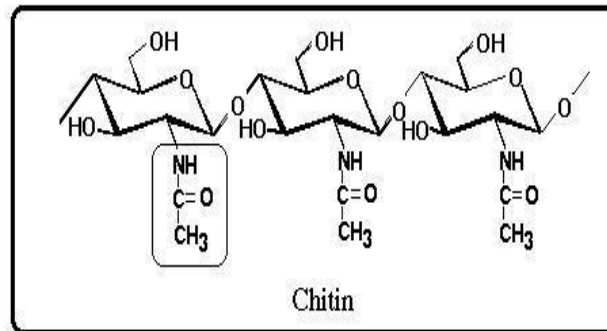
1.1 Limbah Udang

Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2014, produksi udang nasional mencapai 592.000 ton. Potensi produksi udang di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Selama ini produksi udang Indonesia rata-rata meningkat sebesar 13,6% per tahun. Maka diperkirakan produksi udang nasional tahun 2016 mencapai 756.576 ton. Dari proses pembekuan udang untuk ekspor, 60-70% dari berat total udang menjadi limbah (kulit udang) sehingga diperkirakan pada tahun 2016 akan dihasilkan limbah udang sebesar 529.603 ton. Hal ini menjadikan industri pengolahan krustasea menghasilkan sejumlah besar limbah padat berupa cangkang yang sangat potensial sebagai bahan baku kitin (Wibowo, 2010).

1.2 Kitin

Kitin merupakan polisakarida yang polimernya tersusun atas monomernya β -1,4-N-asetilglukosamin. Senyawa ini sangat melimpah di alam dan menempati urutan kedua setelah selulosa. Distribusi kitin sangat luas karena merupakan komponen struktural dari kulit *crustaceae* khususnya kepiting, udang dan lobster. Kitin berbentuk padat, tidak berwarna, tidak larut dalam air, asam encer dan pelarut organik lainnya, namun kitin dapat larut dalam fluoroalkohol dan asam mineral pekat (Herdyastuti, 2009). Selain itu kitin juga mempunyai sifat mudah terdegradasi dan bersifat tidak beracun sehingga banyak dimanfaatkan pada berbagai bidang (Hargono dan Djaeni, 2003).

Menurut Stephen (1995), kitin termasuk polisakarida yang merupakan polimer rantai lurus dengan nama lain *(2-asetamida-2-deoksi- β -(1-4)-D-glukosa)(N-Asetil-D-Glukosamin)*. Kitin memiliki rumus molekul $(C_8H_{13}NO_5)_n$ yang tersusun atas 47% C, 6% H, 7% N, dan 40% O. Struktur kitin menyerupai struktur selulosa dan hanya berbeda pada gugus yang terikat di posisi atom C-2. Gugus pada C-2 selulosa adalah gugus hidroksil, sedangkan pada C-2 kitin adalah gugus N-asetil ($-NHCOCH_3$ *asetamida*). Berikut adalah gambar struktur kimia kitin.



Gambar 1. Struktur kimia kitin (Toharisman, 2007).

Kitin mempunyai massa molekul $1,03.10^6 - 2,5.10^6$ Da. Kitin merupakan senyawa biopolymer berantai panjang dan tidak bercabang. Tiap rantai polimer pada umumnya terdiri dari 2000 hingga 5000 unit monomer N-asetil-D-Glukosamin (2-acetamido-2-deoksi-D-Glukosa) yang terpaat melalui ikatan β (1,4) glukosa (Cheba. 2011).

Herdyastuti (2009) menjelaskan bahwa kitin yang ada di alam akan mudah didegradasi oleh mikroorganisme. Terdapat dua jalur dalam proses degradasi kitin. Pertama, degradasi oleh kitinolitik yang menghidrolisis ikatan β-1,4-glikosida. Kedua, polimer mengalami deasetilasi pertama dan kemudian dihidrolisis oleh kitosanase.

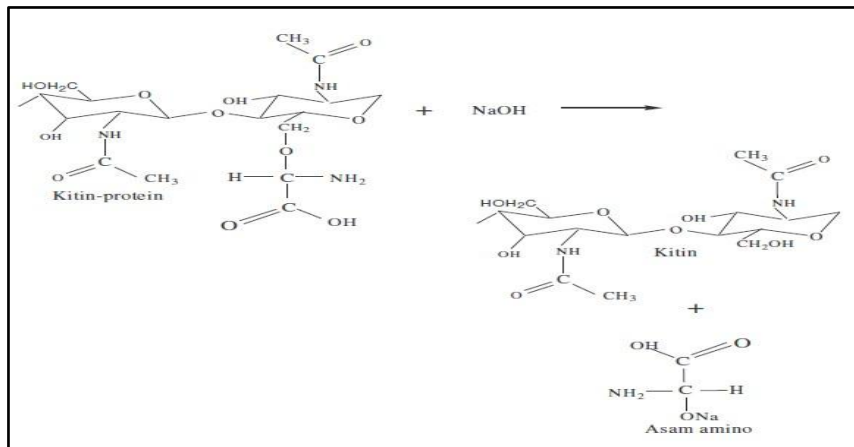
Kitin dalam dapat ditemukan dalam berbagai sumber seperti eksoskeleton arthropoda (kepiting, serangga, dan udang), cangkang moluska (kerang, bekicot, dll), spines of diatoms, hewan invertebrata, dinding sel jamur, mold dan yeast. Klasifikasi kitin dapat dibedakan berdasarkan susunan rantai N-Asetil-Glukosamin, derajat deasetilasi, adanya ikatan silang seperti dengan protein dan glukan. Berdasarkan susunan rantai N-Asetil-Glukosamin kitin dalam tubuh organisme dibedakan atas α-kitin (rantai antiparalel), β-kitin (rantai paralel) dan γ kitin (rantai campuran) (Younes dan Rinaudo, 2015). α-kitin (rantai antiparalel) merupakan jenis kitin yang paling banyak terdapat di alam. α-kitin berasal dari cangkang hewan *crustaceans* (kepiting, udang, lobster dll), cangkang dan skeleton hewan bertubuh lunak, serangga, serta pada dinding sel fungi (jamur, ragi, dll). β-kitin (rantai paralel) paling jarang dijumpai di alam, terdapat pada squid pens, tulang belakang terluar dari euryhaline diatom, dan pembuluh *pogonophore*. Sedangkan γ- kitin (campuran rantai anti paralel dan paralel) terdapat pada kepompong atau ulat serangga (Younes dan Rinaudo, 2015).

1.3 Sintesa Kitin

Kitin dapat dihasilkan dari berbagai sumber di alam. Sintesa kitin dengan cara menghilangkan dua komponen besar yaitu protein melalui deproteinasi dan kalsium karbonat dengan cara demineralisasi. Selain itu juga sejumlah kecil pigmen yang dapat dihilangkan dengan dekolonisasi (Younes dan Rinaudo, 2012). Berbagai metode telah dilakukan untuk menghasilkan kitin murni. Metode sintesa kitin terbagi dua yaitu secara enzimatik dan kimiawi. Metode enzimatik menggunakan enzim dari maupun bakteri sedangkan kimiawi dengan cara penambahan senyawa asam dan basa.

Metode Kimiawi

Kitin secara alamiah berasosiasi dengan protein dan mineral. Protein dapat dihilangkan dengan cara merusak ikatan kimia antara kitin dan protein. Beberapa senyawa kimia telah diuji coba dalam deproteinasi diantaranya NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, KOH, K₂C₂O₃, KOH, K₂CO₃, Ca(OH)₂, Na₂SO₃, NaHSO₃, CaHSO₃, Na₃PO₄, dan Na₂S. Senyawa NaOH merupakan senyawa yang paling banyak digunakan dengan rentang konsentrasi 0,125-5 M (Younes dan Rianudo, 2012).



Gambar 2. Reaksi Pemutusan ikatan antara kitin dan Protein

Kemudian mineral yang terkandung dalam kulit udang dapat dihilangkan dengan cara pengasaman menggunakan senyawa HCl (Fernandes-Kim, 2004; Rohyami dan Istiningrum, 2013; Alexander, 2016) EDTA (Austin et al, 1981), CH₃COOH (Brine dan Austine, 1981), H₂SO₄ (Peniston dan Johnson, 1978) dan senyawa asam lainnya seperti HCOOH dan HNO₃ (Younes dan Rianudo, 2012). Crude kitin bereaksi dengan HCl sehingga terjadi pemisahan mineral dari kulit udang. Proses pemisahan mineral ditunjukkan dengan terbentuknya gas CO₂ berwujud gelembung udara pada saat larutan HCl ditambahkan dalam cangkang terdeproteinasi (Hendry, 2008). Tahap demineralisasi secara umum dilakukan dengan larutan HCl atau asam lain seperti H₂SO₄ pada kondisi tertentu. Keefektifan HCl dalam melarutkan kalsium 10% lebih tinggi daripada H₂SO₄. Demineralisasi optimum dapat diperoleh dengan ekstraksi menggunakan HCl 1 N selama 2 jam pada suhu 80°C dengan nisbah padatan-pelarut 1:2 (b/v). Kondisi ini dapat menurunkan kadar abu kitin hingga 99,5%.

Hal yang terpenting dalam tahap penghilangan mineral adalah jumlah asam yang digunakan. Secara stoikiometri, nisbah antara padatan dan pelarut dapat dibuat sama atau dibuat berlebih pelarutnya agar reaksinya berjalan sempurna. Efisiensi demineralisasi dapat diketahui dari kadar abu kitin. Pada proses demineralisasi, asam dapat terjerat dan terdifusi secara lambat dalam kisi-kisikristal atau bersosiasi dengan asam amino bebas dan residu protein, sehingga dapat menimbulkan kerusakan selama pengeringan. Kerusakan ini dapat dicegah dengan pencucian hingga pH netral atau dengan menambahkan larutan basa berkonsentrasi rendah. Reaksi demineralisasi dapat dilihat pada persamaan 2.1.

Mekanisme reaksi penghilangan protein dari kitin dapat dilihat dari Gambar 2.



Proses demineralisasi dan deproteinasi dalam sintesis kitin belum menghasilkan kitin yang sesuai dengan standar komersial. Pigmen karatoneid mengikat kuat disetiap partikel kitin sehingga perlu dilakukan proseslainnya yaitu depigmentasi. Depigmentasi biasanya menggunakan pelarut organik seperti aseton dan etanol. Akan tetapi aseton dan etanol dengan konsentrasi 95% tidak bisa menghilangkan keseluruhan pigmen sehingga karakteristik kitin belum sesuai dengan standar komersil yang ditetapkan. Oleh karena itu perlu ditambahkan agen pemutih seperti Sodium Hypochlorite, Hydrogen Peroxide, dan Ethyl Acetate (Tetteh, 1991). No et al (1989) melaporkan bahwa penggunaan 70% aseton dan 0,315% Sodium Hypochlorite efektif menghilangkan karotenoid dan diterima secara komersil.

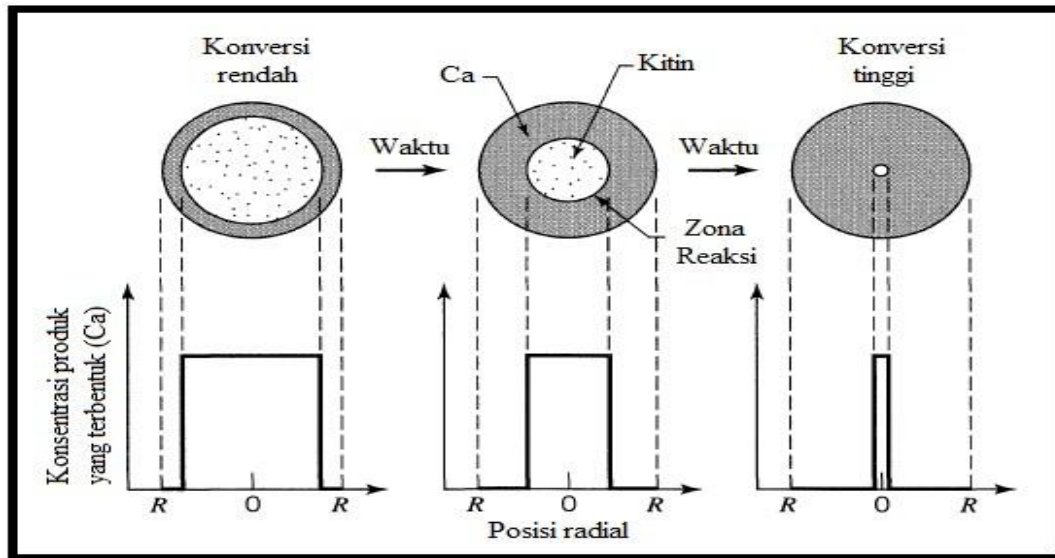
Metode Enzimatis

Secara umum sintesa kitin melibatkan reaksi asam dan basa lemah dengan cangkang krustasea. Kemudian pengembangan metode dilakukan guna mendukung konsep “Ramah lingkungan”. Metode ini melibatkan mikroorganisme seperti bakteri dan enzim. Deproteinasi enzimatis dapat berlangsung karena terjadinya proteolisis yaitu pemecahan protein yang dilakukan oleh enzim protease (Rao, 2006). Enzim protease diantaranya alcalase, pepsin, papain, pankreas, devolvase dan tripsin mampu menghilangkan protein dari cangkang *crustaceae* dan meminimalkan reaksi depolimerasi dan deasetilasi selama ekstraksi kitin (Younes dan Rianudo (2012). Synowiecki dan Alkhateeb (2003) menghilangkan protein dari krustasea secara enzimatis menggunakan serin endopeptidase dari *Bacillus licheniformis*. Younes, et al (2012) juga melaporkan sintesa kitin dengan metode enzimatis menggunakan enzim protease dari *Bacillus mojavensis* A21, *Bacillus subtilis* A26, *B. licheniformis* NH1, *B. licheniformis* MP1, *Vibrio metschnikovii* J1 and *Aspergillus clavatus* ES1. Hasil deproteinasi terbaik diperoleh dengan menggunakan protease dari *B. Majovenis*.

Pemanfaatan bakteri asam laktat telah banyak dilakukan dalam menghilangkan mineral yang berasosiasi dengan kitin, diantaranya *Lactobacillus paracasei* subsp. Tolerans KCTC-3074 (Jung et al, 2005), *Lactobacillus acidophilus* FNCC-116 (Junianto, et al, 2013), *Lactobacillus plantarum* Strains 541 (Rao dan Stevens, 2006). Selain itu mikroorganisme jenis lainnya seperti *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus helveticus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Lactobacillus paracasei*, *Lecanicillium fungicola* dan *Penicillium chryso genum*. Mikroorganisme bertanggung jawab dalam proses pengendapan garam organik diantaranya kalsium laktat yang dapat dihilangkan melalui media dengan pencucian (khorrami, et al, 2012).

Reaksi kimia pada permukaan padatan (*Chemical reaction controls*)

Seperti yang sudah dibahas sebelumnya bahwa hasil penelitian Ameh, Isa dan Rabiudidapatkan model kinetika reaksi lebih mendekati tipe CRC. Pada tahap ini terjadi reaksi kimia pada permukaan kitin sebagai *unreacted core*. Karena reaksi tidak dipengaruhi oleh keberadaan lapisan abu, laju reaksi tetap berjalan selama masih adanya kitin sebagai *unreacted core*. Kecepatan difusi melalui lapisan film berlangsung cepat, sehingga $C_{Al} = C_{As} = C_{Ac}$, seperti yang terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 3. Model kinetika *Shrinking Core* demineralisasi kitin (Levenspiel, 1999) (telah diolah kembali).

Karena progres reaksi tidak dipengaruhi oleh adanya lapisan abu, maka jumlah padatan B yang bereaksi berbanding lurus dengan luas padatan B yang belum bereaksi. Gambar 2.8 berikut mengilustrasikan gradien konsentrasi pada kitin.

Dengan demikian, laju reaksi pembentukan CaCl_2

$$\frac{dN}{dt} = k' A (C_s - C) \quad (1)$$

dimana k' adalah konstanta laju reaksi orde pertama pada permukaan kitin.

dinyatakan dalam bentuk penyusutan radius, seperti yang diberikan pada persamaan (6), di dapat

$$\frac{dR}{dt} = -\frac{k' R^2}{2r_0} (C_s - C) \quad (2)$$

Integralkan persamaan (2.23), menjadi:

$$\int \frac{dR}{R^2} = -\frac{k' (C_s - C)}{2r_0} \int dt \quad (3)$$

waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konversi sempurna, ketika $R=0$, diperoleh,

$$t = \frac{2r_0}{k' (C_s - C)} \quad (4)$$

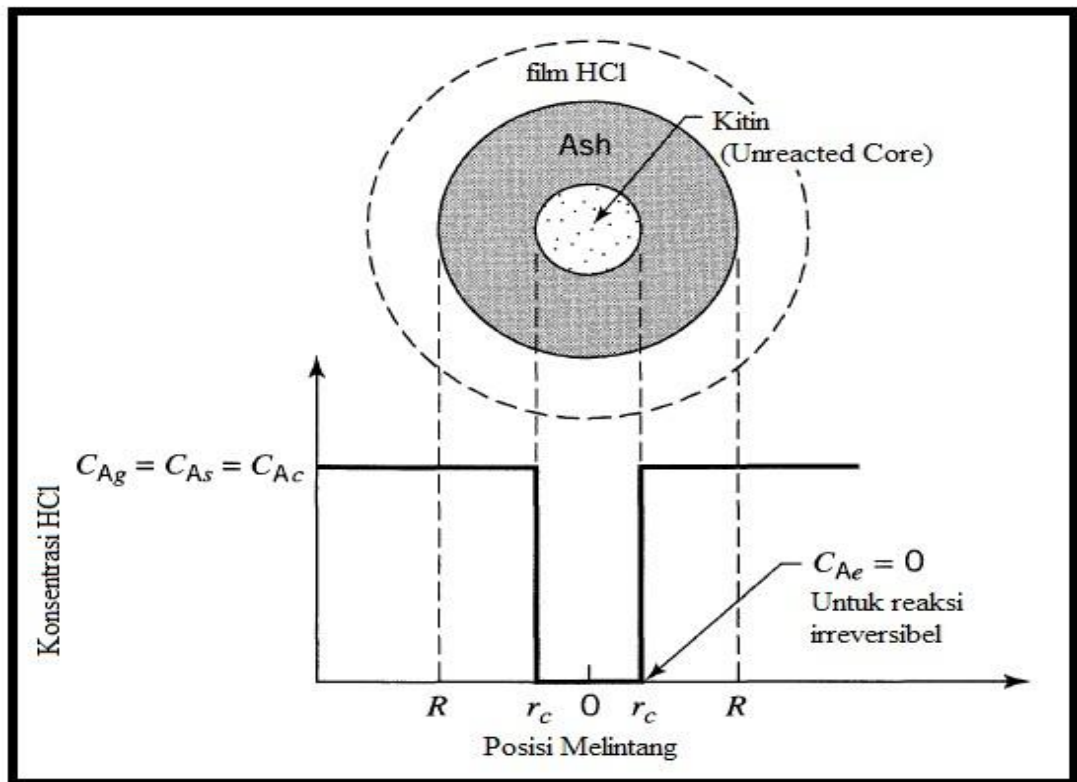
Rasio antara waktu pada kitin dengan radius tertentu dengan waktu pada konversi sempurna, didapatkan hubungan persamaan

.....(4)

Dari keseluruhan peristiwa yang terjadi selama demineralisasi kitin yang diwakilkan oleh persamaan (2.24), variabel yang mempengaruhi penelitian ini adalah waktu reaksi. Persamaan yang diperoleh dapat diselesaikan secara analitis dengan mencari nilai konversi reaktan (X_B) secara perhitungan dan eksperimen yang dilakukan. Kemudian akan diplotkan grafik yang di dalamnya akan terdapat model 1,2 dan 3 (perhitungan) serta model 1,2, dan 3 (percobaan). Model yang memiliki nilai SSE (*Sum of Square for Error*) terkecil merupakan model yang dipilih untuk mendeskripsikan peristiwa yang terjadi. Untuk mencari langkah yang menentukan pada reaksi demineralisasi kitin maka dilakukan percobaan dengan variabel suhu dan waktu.

Berdasarkan hal tersebut maka sejumlah penelitian mengenai kinetika reaksi demineralisasi telah dilakukan serta hasil yang diperoleh dicocokkan dengan model kinetika reaksi *shrinking core model*. Hal ini bertujuan agar data kinetika yang didapat sesuai dengan prinsip *good engineering model* sehingga memudahkan penentuan jenis model kinetika yang tepat untuk menghasilkan kitin dengan kualitas yang lebih baik.

Pada penelitian sebelumnya Ameh *et al.*, (2013), melakukan penelitian dengan menggunakan sampel kulit udang. Proses demineralisasi kitin dilakukan dengan variabel waktu 20, 40, 60, 80 dan 100 menit dilakukan



Gambar 4. Reaksi kimia yang terjadi antara HCl dengan kitin
(Levenspiel, 1999) (telah diolah kembali)

pengerjaan secara bertahap dalam larutan HCl 1,25 N dengan rasio massa kitin dengan larutan 1:1 (b/v) pada suhu kamar. Hasil penelitian yang diperoleh bahwa data kinetika reaksi demineralisasi sesuai dengan model CRC (*Chemical Reaction Control*) dan kadar kalsium pada kitin setelah 100 menit berkurang dari 66,269% hingga mencapai 5,447%.

Isa *et al.*, (2014), melakukan penelitian dengan menggunakan kitin dari limbah cangkang udang untuk pengujian kinetika reaksi demineralisasi terhadap variasi konsentrasi larutan Asam Sitrat (0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 M), waktu demineralisasi (5, 10, 15 dan 20 menit) pada suhu kamar. Dari hasil penelitian diperoleh data kinetika demineralisasi kitin sesuai dengan model ALDC (*Ash Layer Diffusion Control*) dan konversi kalsium sebesar 83% pada larutan asam sitrat 0,5 M.

Prediksi kedepannya kemungkinan besar akan dilakukan penelitian mengenai kinetika reaksi demineralisasi dengan variasi ukuran partikel, rasio molar, kecepatan pengadukan serta variasi asam yang digunakan.

Hal ini bertujuan agar pada proses demineralisasi tidak hanya skala laboratorium namun juga skala industri bisa dilakukan dengan lebih murah dan efisien serta tidak merusak produk kitin dan turunannya yang dihasilkan

Tabel 1. Perbandingan Kondisi dalam Produksi Kitin berdasarkan Literatur

Sumber	Deproteinasi			Demineralisasi			Referensi
	NaOH	Suhu °C	Durasi	HCl	Suhu °C	Durasi	
Udang	4%	28	20 jam	4,3,2 %	28	16 jam	Hossain dan Iqbal (2014)
	1 M	30	30 menit	1 M	30	24 jam	Percot, et al (2003)
Kutu beras Kepiting	3N	90	60	1 N	90	60	Komariah (2009)
	1 M	60	120 menit	1 M	30	60	Apsari dan Fitriasti (2010)
Mussel	0,62	30	16 jam	0,68	30	6	Abdulkarim, et al (2013)
Carp Fish	0,5%	30	30 menit	1	30	24 jam	Zaku et al (2011)
Ulat	1-3%	50-90	120	0,5-2,5	30	120	Budiutami et al (2012)
Hongkong Beetle	1 M	30	menit 30 menit	N 1 M	30	menit 30 menit	Liu, et al (2012)

Karakteristik Kitin

Karakteristik dari kitin yaitu bewarna putih, tidak larut dalam pelarut encer polar dan nonpolar, memiliki sifat *biocompatibility*, *biodegradability*, *antibacterial*, *nontoxicity*, dan mempunyai bioaktivasi serta daya absorpsi yang ditentukan oleh sifat fisika dan kimianya (Zvezdova, dkk, 2011). Kitin dapat larut dalam asam pekat seperti asam sulfat, asam nitrat, asam fosfat, dan asam formiat anhidrat. Kitin yang larut dalam asam pekat dapat terdegradasi menjadi monomernya dan memutuskan gugus asetil (Austin, 1981). Kelarutan kitin tergantung pada derajat kristalisasi, laju pelarutan, laju degradasi kitin, viskositas pelarut dan viskositas kitin (Tetteh, 1991). Austin (1975), menyatakan bahwa campuran senyawa kloro-alkohol dengan larutan asam mineral efektif sebagai pelarut kitin dalam berbagai bentuk.

Menurut Cheba (2011), kitin mempunyai massa molekul $1,03.10^6 - 2,5.10^6$ Da. Kitin merupakan senyawa biopolymer berantai panjang dan tidak bercabang. Tiap rantai polimer pada umumnya terdiri dari 2000 hingga 5000 unit monomer N-asetil-D-Glukosamin (2-acetamido-2-deoksi-D-Glukosa) yang terpaut melalui ikatan β (1,4) glukosa.

Manfaat Kitin

Kitin digunakan untuk menghasilkan produk turunan kitin seperti kitosan, *chito-oligosaccharides* dan *glucosamine*. Sifat kitin yang penting untuk aplikasinya yaitu kemampuan untuk mengikat air dan minyak karena terdapat struktur hidrofobik dan hidrofilik. Pemanfaatan dari sifat kitin tersebut menyebabkan kitin dapat digunakan sebagai surfaktan, atau pengemulsi makanan dan kosmetik. Kitin memiliki sifat *antibacterial*, *antifungal* dan *antiviral* sehingga dimanfaatkan untuk aplikasi biomedis, seperti penyembuh luka, *dietary*, pengontrol kolesterol darah, benang bedah, operasi katarak, dan *periodontal disease treatment*. Selain itu, kitin juga digunakan sebagai *feed additives*, material berpori, absorben logam berat dan senyawa radioaktif dalam pengolahan air (Khor, 2001). Kitin dan turunannya dapat diaplikasikan di berbagai bidang seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.



Gambar 5. Aplikasi kitin diberbagai bidang

Tabel 2. Produk Turunan Kitin dan Aplikasinya

Produk turunan Kitin	Contoh senyawa	Aplikasi
N-acyl kitosan	Formil, asetil, propionil, butiril, hexanoyl, octanoyl, dekanoyl, dodecanoyl, tetradecanoyl, lauroil, myristoyl, palmitoil, stearoyl, benzoil, monochloroacetyl, dichloroacetyl, trifluoroasetil, karbamoyl, suksinil, acetoxybenzoyl	Tekstil, membran sel dan bantuan medis
N-karboxyalkil (aril) kitosan	N-Carboxybenzyl, glisin-glukan (N-carboxy- metil kitosan), glukan alanin, fenilalanin, glukan, tirosin glukan, serin glukan, glutamat, glukan asam, metionin glukan, glukan leusin	Media untuk kromatografi dan logam koleksi ion
o-karboxyalkil kitosan	o-karboksimetil, silang o-karboksimetil	saringan molekul, pembangun viskositas, dan kolektif ion logam
Metal ion chelates	Palladium, tembaga, perak, yodium	Katalis, fotografi, produk kesehatan, dan insektisida
Kitosan semi sintesis	Kopolimer kitosan dengan metil metakrilat, polyurea-urethane, poli (amideester), acrylamide-anhidrida maleat	Tekstil
Polisakarida kompleks	glukan Chitosan dari berbagai organisme Alkil kitin, kitin benzyl Hidroksi butil kitin, cyanoethyl chitosan Hidroksi etil glikol chitosan	flokulasi dan ion logam chelation Intermediate, serin protease pemurnian

Kitin untuk masa depan

Kitin sebagai polisakarida merupakan polimer pembentuk film yang *biodegradable*, juga memiliki sifat antibakteri dan antijamur. Kitin yang telah diubah dalam bentuk larutan, lebih memungkinkan untuk didapatkan sifat-sifat khususnya dan untuk kedepannya bisa dimanfaatkan sebagai *fiber*, film dan spons. Film yang diproduksi dari kitin merupakan jenis film yang terbuat dari polimer alami, *biodegradable* serta *renewable*. Selain itu, film ini juga memiliki sifat antibakteri dan antijamur yang memiliki daya pakai lebih lama. Karakteristik kitin yang semi-kaku menjadikan kitin sebagai bahan alami yang melimpah untuk digunakan sebagai *fiber*. Penelitian dan produksi kitin kedepannya diprediksi akan merambah ke bidang nanoteknologi, hal ini telah ditunjukkan oleh semakin banyaknya penelitian yang mengembangkan produk kitin dalam skala nano.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristek Dikti melalui Skim Penelitian Strategis Nasional 2016.

Daftar Pustaka

- Abdulkarim, A., Isa, M.T., Abdulsalam, S., Muhammad, A.J., Ameh, A.O., 2013. "Civil and environment research". 3. (2)
- Ameh, A.O., M.T. Isa, T.J. Adeleye dan K.K. Adama. 2013. "Kinetics of demineralization of shrimp exoskeleton in chitin and chitosan synthesis". *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies* 4(3): 32-37.
- Austin. 1975. Solvents for and Purification of Chitin. US.Patent. No. 3, 892,731
- Austin, P.R., Brine, C.J., Castle, J.E., Zikakis, J.P. Chitin :New Facets of research. Science. 1981. 212, 749-753
- Alexander, O. (2016). Konversi Kitin Menjadi Kitosan dari Limbah Industri Ebi.Universitas Riau. Pekanbaru
- Brine, C.J., Austin, P.R. 1981."Chitin variability with species and method of preparation". *Comp. Biochem. Physiol.* 69B, 283-286
- Budiutami, A., Sari, N.K., dan Priyamto, S. 2012. Optimasi proses ekstraksi kitin menjadi kitosan dari limbah kulit ulat hongkong. 1(1) : 46-53
- Cheba, B.A. (2011)."Chitin and chitosan:marine biopolymers with unique properties and versatile application".*Global Journal of Biotechnology & Biochemistry*.6:149-153.
- Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. 2015. 2015, Produksi Udang Ditargetkan Meningkat 32%. <http://jurnalmaritim.com/2015/06/2015-produksi-udang-ditargetkan-meningkat-32/> 06 September 2016 (13.52).
- Fernandez-Kim, S.-O., 2004, Physicochemical and Functional Properties of Crawfish Chitosan as Affected by Different Processing Protocols. *Tesis*. Department of Food Science.Seoul National University. Seoul.
- Hargono dan Djaeni, M. 2003.Pemanfaatan Khitosan dari Kulit Udang sebagai Pelarut Lemak.*Prosiding Teknik Kimia Indonesia*.Yogyakarta.
- Herdyastuti, N., T.J. Raharjo, Mudasir dan S. Matjeh. 2009. "Chitinase and chitinolytic microorganism; isolation characterization and potential". *Indonesian Journal of Chemistry*. 2009. 9(1): 37-47.
- Herwanto. 2005. Demieralisasi Kulit Udang Secara Fermentasi Menggunakan Isolat *Lactobacillus acidophilus* FN-CC 116 untuk Produksi Kitin. Skripsi. Fateta. IPB. Bogor. Hossain, M.S. dan Iqbal, A. 2014. Production and characterization of chitosan from shrimp waste. *J. Banglasdeh*. 12 (!): 153-160
- Isa, M.T., A. O. Ameh, Danlami dan D. Abutu. 2014. "Kinetic modelling of the demineralization of shrimp exoskeleton using citric acid". *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies* (25): 99-108.
- Junianto, Wahyuntari, B., dan Setyahadi, S. 2013. "Selection of method for microbial extraction of chitin from shrimp shells". *Microbiology Indonesia*. Vo. 7. No. 2: 75-83
- Jung, W.J, J.H.Kuk, K.Y. Kim, dan R.D. Park. 2005. "Demineralization of red crab shell waste by lactic acid fermnetation appl". *Microbial Biotechol*. 67: 851-854.

- Khorrami, M., Najafpour, G.D., Younesi, H., dan Amini, G.H. 2011. Growth kinetics and demineralization of Shrimp Shell Using *Lactobacillus plantarum* PTCC 1058 on Various Carbon Sources. *Iranica Journal of Energy and Environment* 2 (4): 320-325
- Kumar, M.N.R. 2000. A review of chitin and chitosan application. reactive and functional polymers. 46:1-27
- Levenspiel, O. 1972. *Chemical reaction engineering*. 2nd ed. John Willey and Sons Inc. Singapore.
- Liu, S., Sun, J., Yu, L., Zhang, C., Bi, J., Zhu, F., Qu, M., Jiang, C. Dan Yang, Q. 2012. Extraction and characterization of chitin from the beetle *Holotrichia parallela* Motschulsky. *Molecules* 17 : 4604-4611.
- No, H.K., Meyers, S.P. dan Lee, K.S. 1989. "Isolation and characterization of chitin from crawfish shell waste". *J. Agric. And Food Chem.*, 37(3):575
- Peniston, Q.P., Johnson, E.L. 1978. Process for Demineralization of Crustacea Shells. U.S. Patent No. 4,066,735,3
- Percot, A., Viton C., dan Domard, A. 2013. "Characterization of shrimp shell deproteinization". *Biomacromolecules*. 4 :1380-1385
- Rabiu, U., A. O Ameh dan M.T. Isa. 2014. "Kinetics of demineralization of shrimp shell using lactic acid". *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies* (24): 13-22.
- Rao, M. S. Dan W.F. Stevens. 2006. "Fermentation of shrimp biowaste under different salt concentrations with Amyolytic and Non-Amyolytic *Lactobacillus* Strains for chitin production". *Food Technol. Biotechnol* 44 (!): 83-87
- Ravichandran, S., G. Rameshkumar, A.R. Prince. 2009. "Biochemical composition of shell and flesh of the indian white shrimp *Penaeus Indicus* (H.Milne Edwards 1837)". *Journal of Scientific Research* 4(3):191-194.
- Rødde, R.H., A. Einbu, K. M. Vårum. 2008. "A seasonal study of the chemical composition and chitin quality of shrimp shells obtained from northern shrimp (*Pandalus borealis*)". *Carbohydrate Polymers* (71): 388-39
- Rokhati, N. 2006. "Pengaruh derajat deasetilasi khitosan dari kulit udang terhadap aplikasinya sebagai pengawet makanan". *Jurnal Reaktor*. Vol. 10 (2) : 54-58
- Saito, Y. Putaux J-L, Okano T, Gaill F, Chanzy H. 1997. Structural aspects of the swelling of β -chitin in HCl and its conversion into α -chitin. *Macromolecules*. 30: 3867-73
- Stephen, A.M. 1995. *Food Polysaccharides and their Applications*. Rondebosch: Department of Chemistry. University of Cape Town. Cape Town.
- Suptijah, P. 2004. Tingkatan Kualitas Chitosan Hasil Modifikasi Proses Produksi. *Buletin THP* (8).
- Synowiecki, J. dan N.A. Al-Khateeb. (2003). Production, properties and some new applications of chitin and its derivatives. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 43: 145-171.
- Tetteh, A.Y. 1991. Optimization Studies on Chitin Extraction from Crustacean Solid Waste. *Thesis*. Department of Food Science and Agricultural Chemistry. McGill University. Montreal

- Toharisman, A. 2007. *Peluang Pemanfaatan Enzim Kitinase Di Industri Gula*. P3GI.
- Uno, K., Y. Higashioto, T. Chaweepack, L. Ruangpan. 2012. "Effect of chitin extraction processes on residual antimicrobials in shrimp shells". *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (12): 89-84.
- Vincendon M. 1994. Solution of chitin in phosphoric acid. In: Karniki SZ, editor. Chitin world. Bremerhaven. Germany: Wiertchaftsvelag NW: 91-7
- Wibowo, S. 2008. Penelitian Pemanfaatan Limbah Perikanan Udang Untuk Produksi Turunan Kitosan Untuk Produksi Turunan Kitosan Dan Aplikasinya Untuk Mendukung Industri Pangan. Program Insentrif Riset Terapan. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kelautan Dan Perikanan. Jakarta.
- Yagi, S., dan Kunii, D. 1955. *5th Symposium (International) on Combustion*, Reinhold. New York. 231; *Chemical Engineering (Japan)*.
- Younes, I dan Rianudo, M. 2015. "Chitin and chitosan preparation from marine sources.structure, properties and applications". *Journal Marine Drugs*. 13 : 1133-1174.
- Younes, I., Ghorbel-Bellaaj, O., Nasri, R., Chaabouni, M., Rianudo, M., Nasri, M. Chitin and chitosan preparation from shrimp shells using optimized enzymatic deproteinization. *Process Biochem*. 2011. 47, 2032-2039
- Zaku, S.G., Aguzue, S.A. E. Dan Thomas S.A. 2011. "Extraction and characterization of chitin; a fuctional biopolymer obtained from scales of common carp fish (Cyprinus carpio l.): A lesser known source". *Afr. J. Food Sci*. 5 (8): 478-483
- Zvezdova, D., Velyana V. Dan Lyubomir. 2011. "Non–isothermal kinetics of degradation of chitin and chitosan". University Of Ruse. Bulgaria