

APLIKASI MODEL KINETIKA DALAM PENGEMBANGAN PRODUK BARU

Application of Kinetics Model on New Product Development

Gatot Priyanto*)

*) Fakultas Pertanian dan Pascasarjana Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Aplikasi model kinetika sangat bermanfaat untuk memahami perlakuan proses dan pengembangan produk baru. Ada terdapat tiga kelompok prosedur yaitu identifikasi proses produksi, konstruksi dan model pendekatan, dan prediksi keadaan produk dalam pemberian kondisi pada beberapa parameter lingkungan. Berdasarkan proses reaksi kimia, model kinetik secara khusus dinyatakan dengan konstanta laju perubahan mutu (k) dan orde reaksi (n). Nilai konstanta adalah suatu parameter khusus yang bergantung pada keadaan. Nilai orde secara teoritis tak terbatas, tetapi dapat diberi nilai dari nol sampai tiga dan biasanya dipertimbangkan untuk menjabarkan model kinetik. Penyederhanaan model kinetik dengan menggunakan nomor orde dari nol sampai dua sudah dilakukan karena beberapa faktor yang masih dapat diterima, misalnya komponen reaktan yang tak terbatas atau konsentrasi reaktan yang tak terbatas, hanya satu batasan reaktan, dua batasan reaktan dan proses molekul tunggal. Parameter kinetik digunakan sebagai perbandingan dasar untuk menuntukkan keuntungan dan keunggulan suatu produk baru atau suatu proses yang sudah dikembangkan. Metode statistik diperlukan untuk memastikan kualitas model kinetik dan analisis.

Kata Kunci : Kinetik, produk, pengembangan, orde, nilai konstanta

ABSTRACT

Kinetic analysis is useful method for better understanding the behaviour of new product processing and development. It was consisted of thee major procedures such as identificaton the process or product, construction the appropriate models, and prediction the product behaviour within given condition on any environtmental parameters. Based on chemical reaction processing, the kinetic model are typically expressed by rate constant (k) and order of reaction (n). The rate constant is unique parameter that depended on the conditions. Value of the order is theoretically unlimited, but the valuable number from zero to three is usually considered appropriate for describing the kinetics models. Simplification the kinetics model using order number of zero to two had been done because of some reasonable factors for example unlimited reactant or no barrier of reactan concentration, only one limiited reactan, two limited reactans and mono moleculer process. Kinetics parameters was used as basic comparation to show the advantages and superiority of new product or processing had been developed. Statistical method was needed to insure the quality of kinetic models and analysis.

Keywords: Kinetic, product, development, order, rate constant

PENDAHULUAN

Pengembangan produk baru merupakan upaya memenuhi kebutuhan

konsumen seiring dengan kemajuan peradaban yang menuntut sifat lebih terhadap produk, terutama *accurate* dan lebih nyaman. Kebutuhan energi dan

pangan misalnya, terdapat peluang nyata dalam pengembangan produk baru yang bernilai lebih dibandingkan yang telah ada. Produk baru diharapkan lebih kompetitif dengan karena berbagai keunggulan dalam bidang efisiensi, efektivitas, nilai harga dan ekonomi, tepat komposisi dan performans, kekhasan (*unique*), higienis dan kesehatan, kepraktisan dan kemudahan (*user friendly*), berteknologi (*engineering tough*) dan ramah lingkungan. Pengembangan produk baru dapat berupa modifikasi dari produk yang telah ada dengan input yang sama atau penggunaan input (bahan olah) berbeda dengan output yang sama, maupun penggunaan proses yang lebih efisien yang lebih efektif untuk menghasilkan produk serupa yang ada dengan kualitas yang lebih baik. Baker (1988) mengklasifikasikan produk baru dalam tiga kategori, yaitu (1) produk yang telah ada dikemas kembali, berganti nama dan image baru, (2) produk lama yang diperbaiki versinya termasuk jenis kemasan maupun *brand-name* nya, (3) produk yang baru seutuhnya karena tidak dijumpai sebelumnya oleh konsumen.

Pengembangan produk baru adalah merupakan salah satu tahap kritis dari terbentuknya produk baru yang dimulai dari ide produk baru sampai dengan akhir tahap yang berupa komersialisasi produk. Pada tahap ini produk baru diuji secara vertikal maupun horisontal, sehingga beda nyata keunggulannya dengan produk lama yang telah ada maupun produk kompetitor yang beredar secara komersial. Data dan analisis keputusan kuantitatif diperlukan untuk mengambil keputusan secara manajerial dalam pengembangan produk baru (Render dan Stair, 2000)

Produk baru berbasis pertanian, yang berupa pangan maupun nonpangan seperti biogas, bioenergi dan sejenisnya, diperoleh melalui pengolahan dan pengawetan. Pengolahan hakekatnya merupakan suatu proses konversi dari *input* berbasis pertanian menjadi *output* yang dirancang sesuai kebutuhan konsumen, sedangkan pengawetan merupakan upaya pencegahan konversi sehingga produk tidak terdegradasi

secara nyata pada waktu tertentu. Perubahan yang terjadi akibat konversi menjadi basis analisis performans produk baru, dan dengan pendekatan model kinetika reaksi kimia dapat diperoleh parameter-parameter yang dapat dibandingkan sebagai sarana justifikasi keunggulan produk baru. Lenz dan Lund (1980) mengemukakan latar belakang penentuan model kinetika, khususnya untuk produk pangan, dapat dikategorikan dalam tiga kelompok, yaitu: (1) perbaikan atau peningkatan mutu produk, misalnya dalam kasus mengurangi kehilangan (*loss*) mutu akibat pengolahan, (2) pengembangan produk baru, misalnya untuk melihat peluang secara teknis dan ekonomis dengan pengembangan proses atau metoda kemasan yang dikaitkan dengan pengawetan, dan (3) evaluasi atau pendugaan waktu kedaluwarsa selama penyimpanan produk.

Model kinetika reaksi kimia telah digunakan oleh berbagai peneliti untuk menggambarkan perilaku perubahan mutu produk dalam pengolahan dan pengawetan hasil pertanian berupa pangan maupun non pangan. Saguy (1983) melaporkan berbagai aplikasi model kinetika dalam penyimpanan pangan dan pendugaan waktu kedaluwarsanya, sedangkan Labuza (1980) mengkompilasi data kinetika perubahan mutu pangan yang berasal dari eksperimen kinetika dari beberapa ahli sebelumnya. Salah satu sasaran pokok eksperimen kinetika adalah pengembangan model matematis untuk menggambarkan laju reaksi sebagai fungsi variable eksperimen (Hill dan Grieger-Block, 1980). Pendekatan kinetika didasarkan pada laju proses, yang dapat digunakan secara umum dan dihubungkan dengan faktor lingkungan dan komposisi material (Saguy dan Karel, 1980). Kinetika kimia berkaitan dengan perubahan suatu sifat kimia dalam suatu waktu (Steinfeld, Francisco dan Hase, 1989), namun dalam perkembangan aplikasinya di bidang pangan pendekatan tersebut dengan beberapa asumsi dan kondisi pembatas (*boundary conditions*) juga dijadikan basis untuk menduga

berbagai sifat fisiko kimia maupun fenomena fisik yang terjadi.

Pendekatan analisis dan model kinetika telah dibuktikan banyak manfaat dalam dalam memperoleh data dasar untuk pengembangan produk baru. Nasruddin (2009) menggunakan data kinetika reaksi perengkahan dengan katalis zeolit untuk mengembangkan *fuel* hayati dari minyak jarak. Jokic, Velic, Bilic, Lukinac, Planilic dan Kojic (2009), melaporkan kinetika pengeringan apel dalam kaitannya dengan mutu dan kondisi proses pengeringan. Frantz (2006) melaporkan kinetika klaster nano pada film tipis dan permukaan, sedangkan Ojeda, Tolaba dan Suarez (2000) dan Wirakartakusumah (1981) melaporkan kinetika gelatinisasi pati beras. Perubahan sifat fisiko kimia seperti warna juga menjadi obyek telaah kinetika, sebagaimana dilaporkan Wirakartakusumah, Priyanto dan Schwartz (1995) dan Priyanto, Wirakartakusumah, Rachman dan Sagara (1990). Kajian dan publikasi kinetika perubahan sifat fisiko kimia dan fenomena fisik dalam upaya pengembangan produk baru di bidang pangan meningkat pesat sejak lima puluh tahun terakhir ini. Kajian kinetika memberikan gambaran yang lebih tepat mengenai karakteristik produk baru serta pendugaan perilaku yang lebih tepat dalam penggunaannya oleh konsumen.

METODOLOGI

Aplikasi model kinetika dalam pengembangan produk baru pada dasarnya berbasis data eksperimen dan pendekatan teoritis yang mencerminkan hubungan antar variabel dalam kondisi tertentu. Berkaitan dengan eksperimen tersebut maka beberapa prosedur standar eksperimen dibutuhkan untuk menjamin akurasi data yang diperoleh. Ketidaktepatan desain pengambilan data dapat berakibat ketidaktepatan model yang digunakan. Kegiatan yang dilalui dalam aplikasi kinetika untuk pengembangan produk baru secara umum terdiri dari enam tahap reguler. Tahap-tahap tersebut adalah: penetapan

topik dan perumusan masalah, pengkajian dan perumusan mekanisme perubahan, pendekatan teori dan eksperimen kinetika, manajemen dan pengolahan data kinetika, komparasi dan prediksi parameter kinetika, deskripsi performans perubahan mutu produk baru.

Penetapan topik dan perumusan masalah sebagai awal kegiatan merupakan tahapan untuk mengidentifikasi variabel dan parameter mutu yang digunakan dalam pengembangan produk baru. Variabel dan parameter mutu yang secara nyata diduga berpengaruh perlu dinyatakan secara eksplisit dengan rujukan pendukung. Pengkajian dan perumusan mekanisme perubahan yang terjadi pada hakekatnya dinyatakan secara utuh, kemudian jika memungkinkan dilakukan penyederhanaan berdasarkan pertimbangan batasan yang dibuat (*boundary condition*) dan asumsi (*asumption*) yang digunakan. Termasuk dalam tahap ini adalah melakukan pendekatan teoritis analitis hubungan antar variabel sehingga mekanisme tersebut dimungkinkan terjadi. Mekanisme perubahan, termasuk tahap kejadian, meski disederhanakan tetap perlu dinyatakan jelas sehingga eksperimen kinetika mempunyai dasar perhitungan yang tepat. Sebagai contoh, dalam Nouredini dan Zhu (1997), pada eksperimen kinetika transesterifikasi minyak kedelai dinyatakan perubahan trigliserida dalam tahap-tahapnya maupun reaksi keseluruhan (*overall reaction*) sehingga jelas rumusan basis penghitungan laju reaksinya.

Eksperimen kinetika merupakan tahap di mana dilakukan pengamatan dan pengukuran parameter mutu dalam berbagai waktu yang ditentukan berdasarkan kondisi proses maupun materi yang telah dirancang. Desain eksperimen acak lengkap faktorial minimal dengan lima taraf waktu pengamatan dan tiga kali ulangan dibutuhkan untuk memperoleh hasil yang memadai jika pengukuran dan tingkat ketelitian alat yang digunakan termasuk dalam kategori *medium precision*. Produk

yang telah ada umumnya diposisikan sebagai faktor referensi atau kontrol perlakuan terhadap produk baru yang dikembangkan dengan berbagai taraf perlakuan. Taraf waktu eksperimen kinetika kurang dari lima dapat dipertimbangkan jika model kinetika telah dinyatakan dengan tepat (*fit*) berdasarkan kajian pustaka maupun eksperimen sebelumnya. Prosedur yang lebih ringkas dan sederhana dapat diperoleh jika telah ada sebelumnya eksperimen sejenis yang memungkinkan suatu pendekatan untuk mengaplikasikan secara langsung model kinetika berdasarkan keselarasan teori yang melatarbelakanginya. Literatur *critical review* sangat penting dan membantu peneliti untuk memilih model kinetika yang relevan, terutama untuk proses-proses umum yang terjadi dalam reaksi kimia maupun perubahan-perubahan mutu yang dapat dikaji dengan pendekatan reaksi kimia.

Eksperimen kinetika minimal menghasilkan data hasil pengukuran parameter mutu dalam berbagai waktu pengamatan pada kondisi bahan dan proses tertentu. Data kinetika yang pada umumnya relatif banyak perlu dikelola dengan sistem penataan data yang tepat sehingga mudah diakses (dan digunakan). Data diolah untuk memperoleh dan menjelaskan hubungan antar variabel. Prosedur sederhana digunakan lebih dahulu untuk menggambarkan hubungan dan ketergantungan variabel, yaitu dengan analisis model kinetika pada orde ke-nol, satu dan dua. Validasi model dalam eksperimen dengan pendekatan analisis varians adalah dengan pengujian *lack of fit* (ketidakcocokan model) terhadap galat murni dalam *analysis of variance* hasil eksperimen (Box, Hunter dan Hunter, 1978), dan koefisien determinasi (r^2) serta pendekatan beda kuadrat terkecil (Ganjiloo, Rahmani, Bakar, Osman dan Bimaks, 2009). Statistika termasuk bagian penting dalam perencanaan dan pengolahan data kinetika (van Boekel, 1996), meskipun menurut Dolan, yang dan Trampel (2007) informasi selang kepercayaan (*confidence interval*) parameter kinetika dan variabel tergantung model nonlinier

sering tidak disertakan dalam pelaporan model kinetika.

Parameter kinetika dianalisis dan dihitung berdasarkan model yang telah valid. Miles (1993) mengelompokkan parameter kinetika dalam dua jenis golongan, yaitu kelompok satu yang berupa parameter terhitung langsung dari data kinetika, dan kelompok dua yang terhitung kemudian untuk menggambarkan pengaruh kondisi bahan dan proses. Komparasi parameter kinetika ini menjadi landasan untuk menguji keunggulan komparatif produk baru, sedangkan prediksinya digunakan untuk penyempurnaan atau perbaikan produk baru sehingga nyata keunggulannya. Parameter kinetika menjadi salah satu *icon* dalam deskripsi performans perubahan mutu produk baru, terutama berkaitan dengan stabilitas produk dalam berbagai kondisi proses dan bahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk baru secara teoritis diproduksi melalui proses pengolahan, dan kemudian disimpan dengan memanfaatkan sistem pengawetan jika belum digunakan konsumen. Jika produk baru dicirikan oleh parameter mutu M , di mana nilai M makin besar produk makin unggul, maka sewaktu proses pengolahan diharapkan terjadi peningkatan (akumulasi) M sehingga lebih tinggi dari semula ($M_t > M_0$). Sebaliknya, pada penyimpanan dengan pengawetan nilai M berubah dengan kecenderungan menurun atau makin lama nilai M makin rendah ($M_t < M_0$). Perubahan nilai M setiap perubahan waktu t , berdasarkan model dasar kinetika secara teoritis dapat dinyatakan dengan persamaan

$$\pm dM(dt)^{-1} = k (M^n) \quad (1)$$

di mana k = konstanta laju perubahan mutu, dan n = orde reaksi

Model kinetika dengan berbagai orde reaksi berdasarkan persamaan (1) tersebut telah dipublikasikan berbagai penulis termasuk Steinfeld, Francisco dan

Hase (1989) dan van Boekel (1996) Bentuk terintegrasi persamaan (1) tersebut berupa transformasi dalam bentuk linier sebelumnya telah dilaporkan oleh Saguy dan Karel (1980), masing-masing untuk $n = 0, 1$ dan 2 berturut-turut dinyatakan dalam persamaan (2), (3) dan (4) berikut:

$$M = M_0 + k(t) \quad (2)$$

$$\ln M = \ln M_0 + k(t) \quad (3)$$

$$M^{-1} = M_0^{-1} + k(t) \quad (4)$$

Variabel dalam eksperimen kinetika berdasarkan persamaan di atas adalah M sebagai variabel tergantung, dan t sebagai variabel bebas. Nilai k dihitung dengan metode sederhana sebagai slope (kemiringan) menggunakan plot grafik linier penunjuk variabel tergantung M sebagai fungsi dari variabel bebas t . Eksperimen kinetika dilakukan dengan mengukur besaran M pada berbagai waktu (t), sehingga diperoleh data-data M pada nilai t tertentu pada kondisi proses dan bahan tertentu. Kondisi proses utama antara lain berupa: suhu, tekanan, kelembaban, pH, salinitas, kadar katalis dan sebagainya.

Kondisi bahan antara lain berupa komposisi (kadar air, gula, protein, lemak, karbohidrat, senyawa aktif dll.), sifat fisik (porositas, volume spesifik, dll) dan sebagainya. Kondisi proses dan bahan berpengaruh pada besarnya k dan dapat

bersifat *unique* atau khas untuk setiap bahan pada kondisi proses tertentu. Menurut Saguy dan Karel (1980), pengaruh kondisi proses terhadap parameter kinetika dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika maupun model matematis seperti bentuk linier, eksponensial maupun hiperbola. Sebagai contoh, pendekatan model Arrhenius sering digunakan untuk menggambarkan hubungan k dengan suhu proses atau pun suhu penyimpanan yang dalam bentuk disederhanakan dinyatakan sebagai berikut :

$$\ln k = \ln k_0 - E_a (R)^{-1} (T)^{-1} \quad (5)$$

di mana E_a = energi aktivasi, R = tetapan gas, dan T = suhu mutlak (Kelvin).

Hasil eksperimen kinetika pengembangan produk baru dianalisis dan diolah sedemikian rupa sehingga dapat terekap dalam satu tabel yang mudah dimengerti untuk interpretasi hasil pengembangan produk. Tabel 1 berikut dengan data hipotetik dimaksudkan untuk memberikan ilustrasi penggunaan model kinetika dalam proses pengembangan produk baru, sedangkan Tabel 2 untuk produk baru selama penyimpanan melalui model dan parameter kinetika dibandingkan dengan produk sejenis yang telah ada.

Tabel 1. Kinetika perubahan mutu produk baru 'G' dalam proses dengan katalis Z (angka hipotetik, dimodifikasi dan dikembangkan dari Priyanto, 1997)

Suhu Proses	Model kinetika (orde ke nol)	k^{**} ($\times 10^{-4}$)	Validasi		Model pengaruh suhu terhadap k
			r^2	Lof [*]	
87 °C	$M = 0,126 + 5,13 \times 10^{-4}(t)$	5,13	0,93	0,27 ^{ns}	$k = k_0 \cdot \exp\{-E_a R^{-1} T^{-1}\}$ $r^2 = 0,91$ $k_0 = 32,10$ $E_a R^{-1} = 14,01 \times 10^3$ $E_a = 27,82 \text{ Kcal.Mol}^{-1}$
90 °C	$M = 0,123 + 9,57 \times 10^{-4}(t)$	9,57	0,93	0,56 ^{ns}	
93 °C	$M = 0,123 + 1,07 \times 10^{-3}(t)$	10,70	0,94	4,10 ^{ns}	
96 °C	$M = 0,121 + 1,44 \times 10^{-3}(t)$	14,40	0,93	2,80 ^{ns}	

^{*}) lof = lack of fit, ketidakcocokan model, bertanda^{ns} berarti berbeda tidak nyata.

^{**}) konstanta laju perubahan mutu (unit mutu per satuan waktu).

Tabel 2. Kinetika perubahan mutu produk baru 'S' selama penyimpanan dengan kemasan baru 'AF' (angka hipotetik, dimodifikasi dari Priyanto, 1997)

Kondisi Simpan	Model kinetika (orde ke dua)	k^{**} ($\times 10^{-4}$)	Validasi		Model pengaruh suhu terhadap k
			r^2	Lof *	
15 °C	$M^1 = 0,124 + 5,21 \times 10^{-4}(t)$	5,21	0,79	0,008 ^{ns}	$k = k_0 \cdot \exp.\{-E_a R^{-1}T^{-1}\}$ $r^2 = 0,96$ $k_0 = 6,70$ $E_a = 8,18 \text{ Kcal.Mol}^{-1}$ Rerata $Q_{10} = 1,66$
20 °C	$M^1 = 0,122 + 5,83 \times 10^{-4}(t)$	5,83	0,71	0,013 ^{ns}	
25 °C	$M^1 = 0,125 + 8,26 \times 10^{-4}(t)$	8,26	0,90	0,012 ^{ns}	
30 °C	$M^1 = 0,123 + 1,02 \times 10^{-3}(t)$	10,20	0,94	0,039 ^{ns}	

*) lof = *lack of fit*, ketidakcocokan model, bertanda ^{ns} berarti berbeda tidak nyata.

***) konstanta laju perubahan mutu (unit mutu per satuan waktu).

Jika diketahui dari eksperimen sebelumnya bahwa produk sejenis 'G' yang telah ada diproses tanpa katalis pada suhu paling tinggi (96 °C) di bawah titik didih air perubahan mutunya juga mengikuti model kinetika orde ke nol (data hipotetik) dengan persamaan: $M = 0,125 + 1,03 \times 10^{-4}(t)$, $r^2 = 0,92$ dan untuk suhu di bawahnya mempunyai nilai k lebih rendah lagi sehingga terhitung besarnya nilai $E_a = 83 \text{ Kcal.Mol}^{-1}$, maka dengan membandingkan terhadap data di Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa produk baru 'G' lebih cepat proses pengolahannya. Proses produk baru 'G' lebih efektif, pada suhu yang relatif rendah pun (87 °C) minimal lima kali lebih cepat daripada produk sejenis yang sudah ada walaupun produk lama itu diproses pada suhu paling tinggi (96 °C). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan katalis 'Z' pada produk baru 'G' berhasil mempersingkat waktu proses. Penggunaan katalis mempermudah berlangsungnya reaksi, antara lain dengan menurunkan energi aktivasi. Hal ini ditunjukkan dari perhitungan lanjut nilai E_a bahwa untuk produk baru 'G' sebesar $27,82 \text{ Kcal.Mol}^{-1}$, sedangkan produk lama (yang sudah ada) mempunyai nilai $E_a = 83 \text{ Kcal.Mol}^{-1}$. Berdasarkan uraian tersebut di atas dapat dikemukakan bahwa model kinetika beserta parameter kinetika yang diperoleh bermanfaat untuk melakukan penilaian apakah produk baru lebih kompetitif dari segi teknis dibandingkan dengan produk yang telah ada. Penghematan waktu proses dari aspek teknis kemudian berdampak pada

aspek ekonomi ditinjau dari segi biaya produksi per *shift*, penggunaan daya dan tenaga kerja, serta produktivitas industri.

Perubahan mutu produk sebagaimana digambarkan dengan model kinetika dalam Tabel 2 menunjukkan bahwa mutu produk baru 'S' selama penyimpanan menurun dengan laju perubahan sebesar k (unit mutu per satuan waktu). Jika diketahui produk sejenis yang telah ada (produk lama, tidak dikemas dengan kemasan 'AF') pada suhu penyimpanan 15 °C berubah mutunya sesuai model kinetika $M^1 = 0,126 + 9,50 \times 10^{-4}(t)$, mempunyai nilai $k = 9,50 \times 10^{-4}$ dengan $Q_{10} = 3,5$ dan $E_a = 2,45 \text{ Kcal.Mol}^{-1}$ maka dapat dinyatakan bahwa produk baru 'S' (dengan kemasan baru 'AF') perubahan mutunya relatif lebih lambat. Produk baru dengan kemasan 'AF' lebih awet atau tahan lama, dan juga relatif tahan dengan perubahan suhu penyimpanan. Produk yang relatif lebih awet dan tidak sensitif dengan perubahan suhu dibutuhkan dan dihargai lebih oleh konsumen. Jadi berdasarkan model dan data kinetika tersebut dapat ditunjukkan keunggulan produk baru selama penyimpanan. Bahkan, jika dilengkapi deskripsi kriteria batas mutu yang dapat diterima konsumen, dengan model dan data kinetika tersebut dapat ditetapkan waktu kedaluwarsanya. Dengan model kinetika dimungkinkan penetapan batas waktu kedaluwarsa sebelum produk tersebut beredar di pasar disertai tatacara /petunjuk penyimpanannya.

Informasi yang diperoleh dari data kinetika sangat bermanfaat tidak hanya dalam mempelajari perilaku perubahan mutu sewaktu diproses maupun disimpan, tetapi juga dapat digunakan untuk identifikasi awal kelompok reaksi yang terjadi berdasarkan nilai E_a atau desain proses termalnya berdasarkan D dan z . Saguy dan Karel (1980) telah mengkompilasi nilai E_a menurut tipe reaksinya, sedangkan Cousin dan Rodriguez (1987) melaporkan berbagai nilai D dan z untuk beberapa grup indeks mutu bahan pangan yang akan dikembangkan. Pemanfaatan data kinetika dalam pengembangan produk baru dengan perbandingan dan interpretasi parameter kinetikanya adalah merupakan awal deskripsi keunggulan produk baru.

Penggunaan yang lebih komprehensif, yaitu pada kasus proses pengolahan untuk mengembangkan produk baru yang belum diketahui kondisi optimumnya karena berbagai mutu harus dipertimbangkan, maka model kinetika dan modifikasi atau analognya sangat berguna sebagai jalan untuk mengoptimalkan proses. Priyanto (1997) melaporkan metode optimasi proses aseptik dengan empat parameter mutu (indeks kecoklatan, kehilangan asam askorbat, inaktivasi enzim pektinesterase dan inaktivasi *L.plantarum*) dengan memanfaatkan data kinetika yang diperoleh. Model kinetika dan analognya merupakan persamaan pokok yang dibutuhkan dalam penyusunan faktor pembatas untuk program linier tersebut, terutama untuk memperoleh informasi tentang parameter kinetika kelompok satu dan kelompok dua yang relevan dari tiap parameter mutu. Optimasi proses dan penyimpanan produk merupakan bagian penting dari aplikasi kinetika, dan dalam kasus multi variabel maka penggunaan sistem komputasi sangat membantu (Saguy, 1983).

Perhitungan dan analisis parameter kinetika merupakan faktor kritis dalam aplikasi model kinetika untuk pengembangan produk baru. Prosedur paling sederhana dengan pendekatan grafik satu tahap untuk memperoleh

parameter kinetika umumnya dikompensasi dan disempurnakan dengan yang lebih komprehensif pada kondisi *unsteady-state* atau kondisi lainnya yang bertentangan dengan asumsi penyederhanaan model tersebut. Penggunaan teknik regresi nonlinier dalam pendugaan parameter kinetika telah dibuktikan lebih baik dan lebih tepat oleh Dolan, Yang dan Trampel (2007).

PENUTUP

Aplikasi model kinetika dalam pengembangan produk baru bermanfaat untuk menduga waktu proses, dan masa simpan. Prediksi mutu dan performans produk baru menjadi lebih akurat dengan memanfaatkan model kinetika. Informasi yang dapat diberikan dengan model kinetika yang utama adalah parameter kinetika, antara lain berupa konstanta laju perubahan mutu, dan energi aktivasi atau parameter yang sejenis. Keunggulan produk baru dapat diketahui dengan membandingkan parameter tersebut secara komprehensif terhadap produk yang sudah ada. Parameter kinetika juga bermanfaat untuk optimasi proses, setelah diselaraskan dengan metode optimasi maupun parameter lainnya. Aplikasi model kinetika dalam pengembangan produk baru dapat ditingkatkan kredibilitasnya dengan penggunaan metoda statistika yang lebih tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, R.C., P.W. Hann dan K.R. Robbins. 1988. *Fundamentals of New Product Development*. Elsevier, New York-Tokyo.
- Box, G.E.P., W.G. Hunter dan J.S. Hunter. 1978. *Statistics for Experimenters, An Introduction to Design, data Analysis and Model Building*. John Wiley and Sons. New York.
- Cousin, M.A. dan J.H. Rodriguez. 1987. *Microbiology of aseptic processing and packaging*. Dalam P.E. Nelson, J.V. Chambers dan J.H. Rodriguez (ed): *Principle of Aseptic*

- Processing and Packaging. The Food Processor. Washington D.C.
- Dolan, K.D., L. Yang dan C.P. Trampel. 2006. Nonlinier regression technique to estimate kinetic parameters and confidence intervals in unsteady-state conduction-heated foods. *J.of Food Eng.* 80: 581
- Frantz, J. 2004. Kinetics of Nano Clusters on Surfaces and in Thin Film. Academic Dissertation. University of Helsinki, Helsinki.
- Ganjloo, A., R.A. Rahmani, J. Bakar, A. Osman dan M. Bimaks. 2009. Modelling the kinetics of seedless guava (*Psidium guajava* L.) peroxidase inactivation due to heat and thermosonication treatments. *International J. of Eng. and Technol.* 1(4):306
- Hill Jr. C.G. dan R.A. Grieger-Block. 1980. Kinetic data: generation, interpretation, and use. *Food Technol.* Feb.:56
- Jokic, S., D. Velic, M. Bilic, J. Lukinac, M. Planinic dan A.B. Kojic. 2009. influence of process parameters and pre-treatments on quality and drying kinetics of apple samples. *Czech J. Food Sci.* 27(2): 88
- Nasruddin. 2009. Proses Perengkahan Minyak Jarak Pagar dengan Katalis Zeolit dan Analisis Pemanfaatan Hasilnya untuk Bahan Industri Fuel Hayati. Disertasi Doktor Agroindustri (*unpublished*). Program pascasarjana Unsri. Palembang
- Noureddini, H. Dan D. Zhu. 1997. Kinetics of transesterification of soybean oil. *J. Am.Oil.Chem.Soc.* 74 (11): 1457
- Ojeda, C.A., M.P. Tolaba dan C. Suarez. 2000. Modelling starch gelatinization kinetics of milled rice flour. *Cereal Chem.* 77(2): 145
- Priyanto, G., M.A. Wirakartakusumah, A. Rachman dan Y. Sagara. 1990. Kinetics of crust color formation during baking process. Proceeding Joint Seminar JICA-IPB /DGHE, Bogor, Octb. 8-9, 1990.
- Labuza, T.P. 1980. Enthalpy entrophy compensation on food reaction. *Food Technol.* Feb.: 67
- Lenz, M.K dan D.B. Lund. 1980. Experimental procedures for determining destruction kinetics of food component. *Food Technol.* Feb.:51
- Miles, J. J. 1993. Kinetic data Generation under Ultra High Temperature Continuous Processing Condition. PhD Thesis. North Carolina State University. Raleigh.
- Priyanto, G. 1997. Kinetika Perubahan Mutu Saribuah Nenas dalam Proses Aseptik. Disertasi. Program Pascasarjana IPB. Bogor
- Render, B. Dan R.M. Stair, Jr. 2000. Quantitative Analysis for Management. Prentice Hall. New Jersey.
- Saguy, I. 1983. Optimization method and applications. Dalam Saguy (ed): Computer Aided Techniques in Food Technology. Marchel Dekker, Inc. New York.
- Saguy, I. dan M. Karel. 1980. Modelling of quality deterioration during food processing and storage. *Food Technol.* Feb.:78
- Steinffeld, J.I., J.s. Francisco dan W.L. Hase. 1989. Chemical Kinetics and Dynamics. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- van Boekel, M.A.J.S. 1996. Satistical aspect of kinetic modelling for food science problem. *J. Food Sci.* 61(3):477
- Wirakartakusumah, M.A. 1981. Kinetics of Starch Gelatinization and Water Absorption in Rice. PhD Thesis. University of Wisconsin. Madison, USA.
- Wrakartakusumah, M.A., G. Priyanto, dan S.J. Schwartz. 1995. Kinetic of color changes of blanched pineapple kuice during storage. Abstract, 9th World Congress of Food Science and Technology, July, 30 to August,4, 1995. Budapest, Hungary.