

PENGARUH SUHU PEMASAKAN DAN LAJU PENAMBAHAN AIR TERHADAP DISTRIBUSI WAKTU TINGGAL PERMEN *JELLY* DALAM *SINGLE SCREW EXTRUDER*

Youngky Siswanto¹⁾, Evy Suryaningsih¹⁾, Nani Indraswati²⁾, Felycia Edi Soetaredjo²⁾
E-mail: young_3029@yahoo.com

ABSTRAK

Dari berbagai jenis permen yang beredar di pasaran saat ini terdapat produk jenis permen yang khas dan menarik, yaitu jenis permen jelly. Permen jelly mempunyai tekstur yang unik yaitu kenyal dan bisa dibentuk menjadi berbagai model yang disukai oleh konsumen.

Proses pembuatan permen jelly yang banyak diterapkan selama ini adalah proses batch. Namun, proses batch ini mempunyai banyak kelemahan sehingga digunakan proses yang lebih efisien yaitu proses kontinyu dengan cara ekstrusi.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh suhu dan penambahan air terhadap distribusi waktu tinggal permen jelly dalam single screw extruder serta menghitung waktu tinggal rata-rata permen jelly di dalam ekstruder. Pada penelitian digunakan tracer untuk mengukur distribusi waktu tinggal permen jelly dalam ekstruder yang berkaitan dengan tingkat pencampuran dan kualitas produk.

Penelitian dilakukan dengan variasi laju alir air dan variasi set suhu pemasakan. Variasi laju alir air yang digunakan adalah 1,38; 1,57; 2,22; dan 3,32 ml/s. Variasi set suhu pemasakan yang digunakan yaitu 50;80;80;50°C (set A), 60;100;100;70°C (set B), 60;110;110;70°C (set C) dan 70;120;120;80°C (set D).

Dari hasil penelitian dengan variasi suhu pemasakan dan penambahan laju alir air yang semakin besar menyebabkan distribusi waktu tinggal permen jelly semakin menyebar serta waktu tinggal rata-rata permen jelly dalam alat semakin besar.

Kata kunci : Permen *jelly*, distribusi waktu tinggal, ekstrusi, *tracer*

PENDAHULUAN

Permen *jelly* mempunyai tekstur yang unik yaitu kenyal dan bisa dibentuk menjadi berbagai macam model yang disukai oleh seluruh lapisan masyarakat. Selama ini proses pembuatan permen *jelly* menggunakan proses batch, di mana semua komposisi permen *jelly* dicampur dalam suatu tangki berpengaduk dengan ditambahkan air sebagai pelarut untuk melarutkan gelatin dan gula. Proses pengadukan ini juga disertai dengan pemanasan. Setelah itu adonan didinginkan, kemudian dipotong sesuai dengan selera, baru dilakukan proses pengemasan. Kelemahan dari proses batch ini adalah memerlukan waktu yang lama, membutuhkan banyak alat dan ruang proses yang luas untuk tempat pemasakan dan pendinginan permen *jelly*.

Proses yang lebih efisien dalam pembuatan permen *jelly* adalah proses kontinyu dengan ekstrusi. Proses ekstrusi merupakan penggabungan dari proses pencampuran, pemanasan, pengadukan dan transportasi dalam

sebuah alat yang dikenal dengan ekstruder. Semua komponen permen *jelly* langsung dicampur di dalam ekstruder. Material yang masuk ke dalam ekstruder mengalami pencampuran sambil dipanaskan. Pada bagian ujung ekstruder terdapat cetakan yang berfungsi untuk membentuk permen *jelly* menjadi bentuk seperti yang diinginkan. Pada alat ini juga terdapat alat pengering sehingga setelah ke luar dari ekstruder, permen *jelly* dapat langsung dipotong dan dikemas tanpa harus menunggu lama untuk menguapkan kandungan airnya^[1].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh suhu dan penambahan air terhadap distribusi waktu tinggal permen *jelly* dalam *single screw extruder* serta menghitung waktu tinggal rata-rata permen *jelly* dalam *single screw extruder*. Penelitian ini adalah bagian dari penelitian yang lebih besar yaitu proses kontinyu pembuatan permen *jelly* dengan menggunakan *single screw extruder*. Dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh hubungan suhu dan laju air umpan masuk terhadap distribusi waktu tinggal. Distribusi

¹⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

waktu tinggal permen *jelly* dalam *single screw extruder* sangat berguna untuk *scale-up* proses ini ke skala yang lebih besar.

TINJAUAN PUSTAKA

Proses ekstrusi memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan proses batch antara lain waktu proses yang lebih singkat, tenaga manusia yang dibutuhkan lebih sedikit, jumlah alat lebih sedikit dan biaya pengoperasian sedikit.

Proses ekstrusi ini telah diterapkan secara luas pada berbagai macam industri seperti industri polimer dalam proses *injection molding*, *blow molding* dan lain-lain. Sedangkan pada industri pangan yaitu pada pembuatan makanan sereal, sosis, dan pakan ternak. Dalam industri pangan, kajian penelitian telah berkembang dengan pesat yaitu pada produk berbasis tepung, sedangkan proses ekstrusi dalam permen *jelly* belum dijumpai.

Proses ekstrusi adalah proses yang menggunakan alat yang disebut ekstruder. Ekstruder mempunyai satu atau dua *screw*. Menurut jenisnya, alat ini dibagi menjadi 2 macam tipe, yaitu *single screw extruder* dan *twin screw extruder*. *Single screw extruder* memiliki satu *screw* sedangkan *twin screw extruder* memiliki dua *screw* identik yang berputar searah atau berlawanan arah. Putaran *screw* dalam ekstruder berfungsi untuk menghantarkan material dari satu ujung ekstruder ke ujung ekstruder lain.

Proses ekstrusi melibatkan *mixing*, *shearing*, pemasakan dan pembentukan produk dalam satu unit operasi. Bahan yang dimasukkan ke dalam ekstruder dihantarkan ke ujung ekstruder yang lain oleh putaran ulir. Putaran ulir ini juga memberikan *shear* kepada material yang dihantarkan sehingga menambah energi panas yang diterima oleh material dan juga berfungsi dalam pencampuran bahan-bahan yang masuk ke dalam ekstruder^[1].

Adapun keuntungan dari *single screw extruder* antara lain bahwa aplikasi untuk pencampuran tanpa mengubah perangkat keras, pencampuran komponen cair yang efisien, kualitas produk yang dihasilkan relatif baik, pengendalian suhu yang akurat serta biaya pemeliharaan yang rendah karena mudah dibersihkan.

Ekstruder juga dapat diklasifikasikan berdasarkan metode operasi yaitu *cold extruder* dan *hot extruder*. Ekstrusi panas atau *cooking* adalah proses ekstrusi jika material di dalam ekstruder dipanaskan lebih daripada 110°C. Sedangkan ekstrusi dingin adalah proses ekstrusi jika material di dalam ekstruder dipanaskan kurang dari 110°C^[1].

Keberadaan *screw* dalam ekstruder dapat meningkatkan kualitas pencampuran dalam pemasakan permen *jelly*. Kualitas kekenyalan permen *jelly* juga sangat ditentukan oleh komposisi gelatin, gula, glukosa dan kondisi proses. Sedangkan komposisi yang kurang tepat akan menyebabkan permen tersebut menjadi keras dan kristal yang kurang homogen, sehingga tidak disukai oleh konsumen.

Dalam proses ekstrusi, umumnya terdapat 2 macam variabel proses, yaitu variabel bebas dan variabel tidak bebas. Variabel bebas meliputi kecepatan ulir, kecepatan umpan masuk, suhu, kandungan kelembaban, komposisi umpan. Sedangkan variabel tidak bebas meliputi konfigurasi ulir, ratio L/D, desain dari die. Perubahan pada salah satu variabel ini akan mempengaruhi waktu tinggal dalam bahan ekstruder, energi mekanis dan energi panas dalam proses pemasakan material dalam ekstruder. Perubahan energi dan waktu tinggal berakibat pada perubahan pola aliran (rheologi), karakteristik fisis dan kimiawi bahan. Pola aliran (rheologi) ini berpengaruh pada kualitas produk seperti nilai nutrisi, tekstur, rasa, warna, dan kualitas dari mikroba. Sedangkan karakteristik fisis dan kimiawi mengakibatkan denaturasi pada protein, gelatinisasi pada pati, fragmentasi, perubahan fase, kerusakan mikroba dan inaktivasi dari enzim^[2]. Perbandingan karakteristik antara *single screw extruder* terhadap *twin screw extruder* disajikan pada Tabel 1 berikut:

Distribusi waktu tinggal ini juga dikenal sebagai parameter penghubung antara proses variabel dengan kualitas produk. Aliran material didalam ekstruder mempunyai kecepatan yang berbeda-beda yang menyebabkan waktu tinggal material di dalam ekstruder juga bervariasi. Distribusi dari waktu tinggal untuk suatu material meninggalkan ekstruder inilah yang dikenal sebagai distribusi

Tabel 1. Perbandingan antara *single screw extruder* terhadap *twin screw extruder*^[2]

Parameter	<i>Single screw extruder</i>	<i>Twin screw extruder</i>
Tipe aliran	<i>Drag</i>	<i>Near positive</i>
Waktu tinggal dan distribusi	Medium / lebar	Rendah / sempit
Pengaruh tekanan balik pada pengeluaran	Mengurangi pengeluaran	Sedikit pengaruh pada pengeluaran
Gesekan dalam <i>channel</i>	Tinggi (berguna pada polimer yang stabil)	Rendah (berguna pada PVC)
Pencampuran keseluruhan	Kurang baik	Baik
Penyerapan tenaga dan penghasilan panas	Tinggi	Rendah
Kecepatan ulir maksimum	Tinggi	Sedang
Kapasitas	Tinggi	Rendah
Konstruksi mekanik	Sederhana	Rumit
Biaya awal	Sedang	Tinggi

waktu tinggal. Distribusi waktu tinggal material di dalam ekstruder merupakan salah satu variabel yang penting terutama dalam proses pencampuran dan kinetika reaksi yang terjadi di dalam ekstruder^[3].

Distribusi waktu tinggal dapat menentukan kualitas *distributive mixing* dalam proses ekstrusi. Waktu tinggal material di dalam reaktor dapat merefleksikan kualitas produk dan tingkat pencampuran. Semakin besar standard deviasi distribusi waktu tinggal menunjukkan bahwa tingkat pencampuran material semakin tidak konsisten.

Distribusi waktu tinggal juga sangat penting untuk mendesain reaktor dan juga untuk keperluan *scale up* suatu proses. Oleh karena penggunaan alat yang tepat juga sangat menentukan kondisi operasi yang optimal (optimum) untuk proses *mixing*, *dispersing*, dan *application polymerization*. Dengan ini dapat diketahui berapa lama dan berapa besar pengaruh suhu operasi terhadap penentuan distribusi waktu tinggal, serta juga diketahui profil kecepatan secara aksial dan aliran massa di dalam reaktor^[3].

Distribusi waktu tinggal pada umumnya diukur dengan cara mengumpankan suatu material yang disebut *tracer*. Konsentrasi *tracer* yang keluar dari ekstruder dianalisa sebagai fungsi waktu. Kecepatan umpan masuk juga mempengaruhi fraksi material yang dimasukkan ke dalam ekstruder. Volume material yang dimasukkan dalam ekstruder menurun seiring dengan naiknya kecepatan *screw*^[3].

Tracer yang digunakan adalah zat warna yang konsentrasinya dapat diukur dengan metode spektrofotometri. Suatu *tracer* dapat digunakan jika memenuhi syarat-syarat antara lain mempunyai sifat fisika yang serupa dengan material yang diteliti, dapat diukur konsentrasinya secara tepat terutama sampai pada konsentrasi yang rendah, apabila menggunakan suatu alat sensor, sinyal *tracer* harus dapat dimonitor dengan mudah dan konsentrasi *tracer* harus proporsional dengan sinyal yang dibaca oleh alat sensor tersebut serta tidak boleh ada penyerapan *tracer* pada dinding bejana atau reaktor.

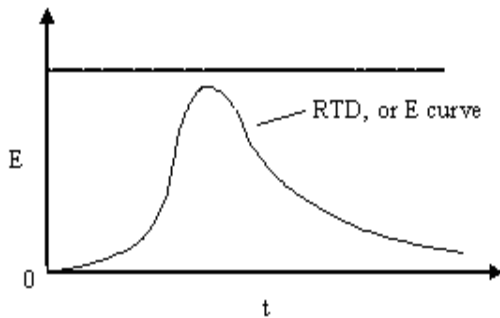
Ada tiga cara pengumpanan *tracer* ke dalam ekstruder, yaitu: (1) *pulse tracer*; (2) *step tracer*; dan (3) *sinusoidal tracer*. *Pulse tracer* adalah teknik mengumpankan *tracer* sekali pada saat waktu (t)=0 s, kemudian sampel dikumpulkan dari output reaktor sampai seluruh *tracer* diperkirakan telah ke luar dari reaktor. *Step tracer* adalah teknik mengumpankan *tracer* secara bertahap pada selang waktu tertentu, sedangkan *sinusoidal tracer* adalah teknik mengumpankan *tracer* secara acak pada waktu tertentu. Cara pengumpanan *step tracer* adalah yang paling mudah dan murah sehingga banyak diterapkan dalam penelitian distribusi waktu tinggal dalam proses ekstrusi^[3].

Unsur-unsur dari suatu material mempunyai jalur yang berbeda-beda dalam melewati reaktor, yang mungkin membutuhkan lama waktu yang berbeda untuk melewati reaktor. Distribusi dari waktu-waktu tersebut untuk aliran material meninggalkan reaktor, dinamakan distribusi waktu tinggal (E), atau biasa disebut dengan *Residence Time Distribution (RTD)*. Dalam menggambarkan *RTD*, hasil yang baik dapat diperoleh melalui area di bawah kurva yaitu sama dengan satu.

$$\int_0^{\infty} E(t)dt = 1 \quad (1)$$

Kurva *RTD* merupakan penyebaran yang dibutuhkan untuk menghitung aliran non ideal. Pencarian fungsi *RTD* untuk aliran non ideal dapat menggunakan metode eksperimen yaitu teknik stimulus-respon. Stimulus adalah *tracer* yang dimasukkan ke dalam material yang masuk reaktor dan respon adalah waktu yang dicatat ketika *tracer* keluar dari reaktor. *Tracer* adalah material yang digunakan untuk mendeteksi waktu tinggal, namun material ini tidak mengganggu pola aliran dalam reaktor^[4]. Kurva *RTD* tersebut disajikan pada Gambar 1.

Hubungan antara E, F dan waktu tinggal rata-rata adalah:



Gambar 1. Kurva *RTD*^[4]

$$F(t) = \int_0^t E(t)dt \quad (2)$$

dengan:

F(t) adalah distribusi kumulatif yang nilainya sama dengan satu.

$$E(t) = \frac{C(t)}{\sum_0^{\infty} C(t)\Delta t} \quad (3)$$

C(t) adalah konsentrasi *tracer* dalam fungsi waktu (*t*).

Persamaan (2) dapat ditulis kedalam bentuk diferensial sebagai berikut:

$$F(t) = \sum_0^t E(t)\Delta t \quad (4)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (3) ke dalam persamaan (4) diperoleh persamaan berikut:

$$F(t) = \frac{\sum_0^t C(t)\Delta t}{\sum_0^{\infty} C(t)\Delta t} \quad (5)$$

Persamaan untuk menentukan waktu tinggal rata-rata material dalam alat adalah:

$$\bar{t} = \sum t_i E_i \Delta t \quad (6)$$

dengan:

E(t) = distribusi waktu tinggal

F(t) = distribusi kumulatif

C(t) = konsentrasi dalam fungsi waktu *t* (s)

Δt = perubahan waktu (s)

\bar{t} = waktu tinggal material (s)

\bar{t} = waktu tinggal rata-rata material (s)

Untuk menggambarkan kuantitas distribusi dapat dilihat dengan banyaknya penyebaran yang ada, yang dapat diukur dengan varians, σ^2 . Akar dari varians adalah standard deviasi *RTD* yang menunjukkan tingkat pencampuran dari suatu material. Makin besar standard deviasi, maka tingkat pencampuran dari material makin tidak konsisten^[4].

Permen *jelly* merupakan salah satu jenis makanan ringan golongan permen yang mempunyai tekstur kenyal dan dapat dibentuk menjadi berbagai macam model. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan permen *jelly* adalah gelatin, glukosa cair, asam sitrat, sodium benzoat, buffer sitrat, gula, pewarna makanan, dan perasa (*flavor agent*)^[5].

Secara umum, komponen terbanyak yang terdapat dalam permen *jelly* antara lain, yaitu bahan pembentuk jel (hidrokoloid), air dan gula (pemanis). Bahan pembentuk jel dapat berasal dari berbagai sumber seperti gelatin yang dapat diperoleh dalam bentuk bubuk. Jika dilarutkan dalam air, bahan pembentuk jel mengubah cairan menjadi semi padat dan dapat dicetak dalam aneka bentuk. Untuk mendapatkan cita rasa yang diinginkan, maka dapat ditambahkan berbagai bahan. Misalnya, cita rasa buah didapat dari buah segar dan ini lebih baik buat kesehatan atau rasa lainnya seperti asam dari asam sitrat^[6].

Gelatin adalah salah satu senyawa hidrokoloid yang dapat digunakan sebagai *gelling*, bahan pengental (*thickener*) atau penstabil. Gelatin berbeda dari hidrokoloid lain, karena kebanyakan hidrokoloid adalah polisakarida seperti karagenan dan pektin, sedangkan gelatin merupakan protein yang mudah dicerna, mengandung semua asam-asam amino esensial kecuali triptofan^[6].

Komposisi asam amino dari gelatin dapat disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Komposisi asam amino pada gelatin^[7]

Jenis asam amino	Komposisi, %
Glisin	26,4 - 30,5
Prolin	14,0 - 18,0
Hidroksipolin	13,3 - 14,5
Asam glutamat	11,1 - 11,7
Alanin	8,6 - 11,3

Sifat fisis secara umum dan kandungan unsur-unsur mineral tertentu dalam gelatin dapat digunakan untuk menilai mutu dari gelatin. Standar mutu gelatin dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

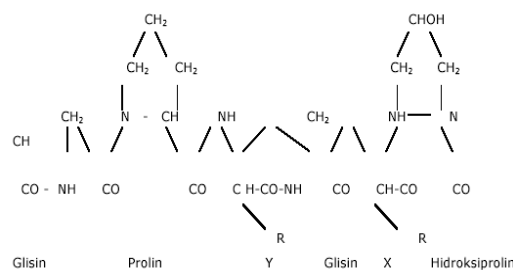
Tabel 3. Standar mutu gelatin^[7]

Karakteristik	Syarat
Warna	Tidak berwarna
Bau, rasa	Normal (dapat diterima konsumen)
Kadar air	Maksimum 16 %
Kadar abu	Maksimum 3,25 %
Logam berat	Maksimum 50 mg/kg
Arsen	Maksimum 2 mg/kg
Tembaga	Maksimum 30 mg/kg
Seng	Maksimum 100 mg/kg
Sulfit	Maksimum 1000 mg/kg

Ditinjau dari struktur kimianya gelatin yang merupakan polipeptida asam amino, merupakan suatu senyawa amfoter. Muatan asam amino dapat berubah positif atau negatif tergantung dari media sekitarnya (pelarut).

Kegunaan gelatin terutama adalah untuk mengubah cairan menjadi padatan yang elastis atau mengubah bentuk sol menjadi gel. Reaksi pembentukan gel oleh gelatin bersifat *reversible* karena bila gel dipanaskan akan terbentuk sol dan sewaktu didinginkan akan kembali terbentuk gel lagi. Keadaan tersebut membedakan dengan gel dari pektin, alginat, pati, albumin telur dan protein susu yang reaksi

gelnya bersifat *irreversible*. Struktur gelatin dapat ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Struktur kimia dari Gelatin^[7]

Kekerasan *jelly* dalam jel tergantung dari konsentrasi, kekuatan intrinsik dari gelatin, pH, suhu, dan bahan aditif. Viskositas dari larutan gelatin dipengaruhi konsentrasi dari gelatin, suhu, berat molekul dari gelatin, pH, bahan tambahan, dan pengotor. Dalam larutan encer di atas 408°C, gelatin mempunyai sifat seperti fluida Newtonian. Viskositas dari larutan gelatin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi dari gelatin dan menurunnya suhu. Gelatin dalam industri makanan hampir selalu digunakan dalam proses pembuatan permen, marshmallow atau hidangan penutup^[8].

Pada dasarnya gelatin telah digunakan sebagai bahan baku industri antara lain untuk industri makanan, farmasi dan fotografi^[11]. Pada industri makanan biasanya gelatin digunakan sebagai bahan baku pada industri kue dan industri permen seperti *marshmallow* dan permen *jelly*. Selain itu gelatin bisa juga digunakan sebagai zat pengikat atau pelapis pada daging dan aspik (semacam agar-agar yang terbuat dari daging atau tomat). Pada industri farmasi, gelatin digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan kapsul untuk obat-obatan, suplemen kesehatan, sirup obat dan lain-lain. Pada industri fotografi gelatin mempunyai peranan penting dalam proses persiapan emulsi halida perak pada produksi film fotografi^[9].

Selain tiga jenis kegunaan yang telah disebutkan di atas, gelatin juga banyak terdapat dalam produk-produk yang biasa ditemukan di pasaran sehari-hari antara lain es krim, yoghurt, keju, ham, pudding, wafer, makanan ringan yang kenyal, saus dan lain-lain^[10].

Penambahan gula pasir pada pembuatan permen bertujuan untuk memberi rasa manis.

Dalam pembuatan permen *jelly*, gula pasir ini tidak bisa digantikan oleh pemanis lainnya, karena hal yang terpenting dalam pembuatan permen *jelly* ini adalah komposisi yang tepat antara glukosa dan gula yang memberikan tingkat kekenyalan yang diminati oleh konsumen.

Sifat-sifat fisis dan kimiawi dari sukrosa antara lain adalah berbentuk kristal atau bubuk putih, mempunyai rumus kimia $C_{12}H_{22}O_{11}$, berat molekul 342,23 gr/mol, titik leleh 160-180°C^[11].

Glukosa padat juga digunakan pada industri makanan terutama pada pembuatan permen *jelly* karena mempunyai sifat-sifat yang kuat antara lain kandungan airnya stabil, dapat dilunakkan, dapat digunakan untuk pencegahan kristalisasi komponen gula yang lain. Karena mempunyai rasa yang cukup manis, glukosa ini dapat digunakan sebagai salah satu bahan pemanis tambahan, bahan permen, biskuit, es krim, selai, *jelly*, dan lain-lain^[12].

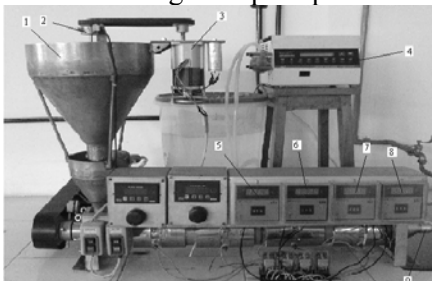
METODE PENELITIAN

Bahan

Pada penelitian ini, bahan-bahan yang akan digunakan antara lain gelatin, glukosa padat, asam sitrat, buffer sitrat, gula pasir, aquadest, dan bubuk pewarna (*apple green-Brataco*)

Alat Penelitian

Alat penelitian dirangkai seperti pada Gambar 3



Keterangan (2 terpenting):

1. *Hopper*
2. *Single Screw Extruder*

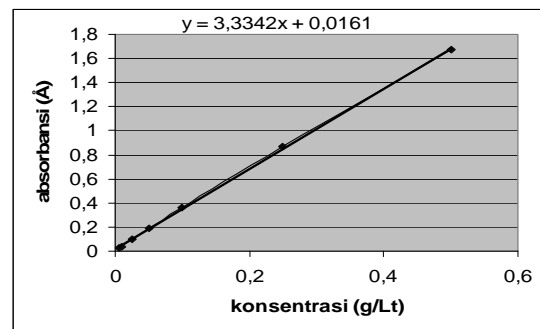
Gambar 3. *Single Screw Extruder* pada penelitian

Prosedur penelitian:

1. Pemanas pada *extruder barrel* dinyalakan sampai didapatkan suhu yang diinginkan (sekitar 45 menit);
2. Pemutar pada *hopper* dan *screw extruder* dijalankan secara bersamaan;
3. Bahan baku dimasukkan ke dalam *hopper*;

4. Setelah didapatkan suhu yang diinginkan dan keadaan sudah *steady* yang ditandai dengan laju alir produk yang ke luar dari ekstruder telah konstan, *tracer* dimasukkan melalui *hopper* ($t=0$). Pencatatan waktu serta pengambilan sampel dimulai dari pertama kali *tracer* keluar dari ekstruder yang ditandai dengan produk yang ke luar mulai berwarna, sampai *tracer* habis yang ditandai dengan produk yang ke luar kembali hampir menyerupai warna semula. Pengambilan sampel dilakukan setiap selang waktu 20 detik;
5. Dari tiap-tiap sampel tadi diambil 5 gram dan dilarutkan dengan aquades hangat sampai volumenya 50 ml secara analitis;
6. Larutan sampel diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer (blangko: *jelly* tanpa warna) dan kemudian konsentrasi *tracer* ditentukan dengan menggunakan kurva baku;
7. Dibuat kurva distribusi waktu tinggal yang menyatakan hubungan antara konsentrasi *tracer* (C) vs waktu (t);
8. Cara kerja nomor 1 sampai 7 diulangi untuk beberapa variasi suhu dan laju alir air.

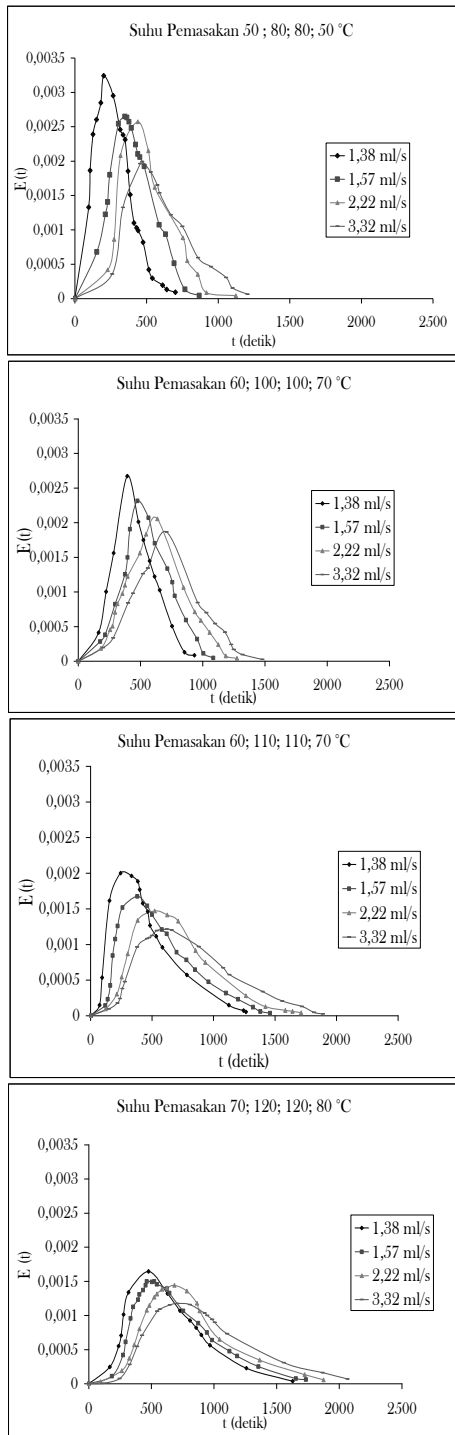
Kurva baku hubungan antara konsentrasi warna dari *jelly* terhadap absorbansi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva baku hubungan antara konsentrasi warna dalam *jelly* (g/L) terhadap absorbansi

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian penentuan distribusi waktu tinggal permen *jelly* dalam *single screw extruder* dengan menggunakan laju air yang bervariasi dalam kisaran 1,38-3,32 ml/s dan suhu pemasakan yang bervariasi dalam kisaran



Gambar 5. Hubungan antara waktu terhadap fraksi konsentrasi *tracer* keluar *single screw extruder* untuk berbagai set suhu pemasakan

80-120°C diperoleh data seperti disajikan dalam Gambar 5.

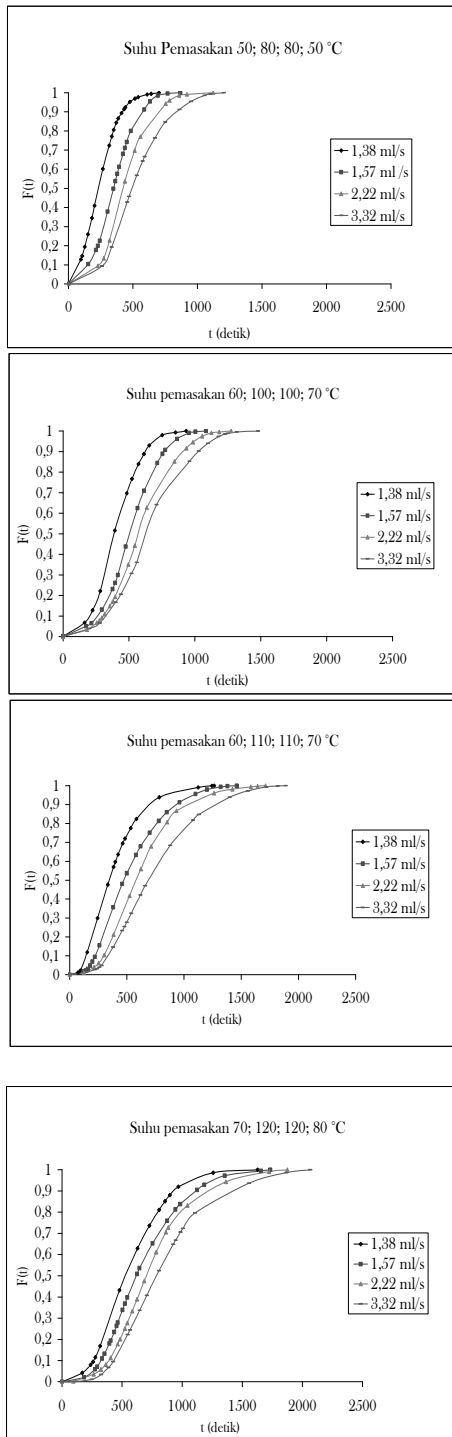
Pada Gambar 5, terlihat adanya kecenderungan yang sama untuk semua set suhu pemasakan yaitu semakin tinggi laju

penambahan air, maka penyebaran kurva E akan semakin lebar. Hal ini disebabkan karena waktu tinggal dari tiap *tracer* berbeda-beda yang juga berpengaruh pada tingkat pencampurannya. Penyebaran yang semakin lebar menunjukkan pencampurannya kurang sempurna sehingga produk yang dihasilkan kurang baik. Dari kurva yang diperoleh dapat dilihat bahwa bagian terbesar dari *tracer* yang keluar dari ekstruder adalah pada saat kurva mencapai titik puncak. Titik puncak merupakan titik di mana *tracer* mencapai konsentrasi paling tinggi.

Untuk set suhu pemasakan yang sama, semakin tinggi laju penambahan air menyebabkan larutan *jelly* menjadi lebih encer. Waktu yang diperlukan material dalam keadaan tersebut untuk ke luar dari alat akan semakin lama karena viskositas material yang rendah menyebabkan banyak material yang bergerak bolak-balik dalam ekstruder karena terdorong oleh ulir dan terhambat oleh dinding die^[13].

Sedangkan pada material yang viskositasnya besar atau kental, jumlah material yang bergerak bolak-balik dalam ekstruder lebih sedikit, jadi lebih banyak material yang mengalir menuju lubang die dan keluar alat sehingga waktu yang diperlukan oleh seluruh material untuk keluar dari alat juga lebih kecil. Terdorongnya material kembali masuk ke dalam ekstruder disebabkan karena kondisi ulir dalam barrel yang tidak berhimpit dengan dinding barrel sehingga ada celah antara dinding barrel dengan bagian pinggir dari ulir. Adanya celah inilah yang memberikan kemungkinan pada material dapat mengalir bolak-balik di dalam ekstruder.

Dari Gambar 5, untuk laju penambahan air yang sama terlihat bahwa makin tinggi suhu maka kurva yang didapat semakin menyebar. Hal ini disebabkan karena pada penelitian, set suhu pemasakan yang digunakan lebih besar atau sama dengan 80°C yang berakibat telah terjadi proses gelatinisasi di mana molekul gelatin menggelembung oleh air ketika gelatin dan air dipanaskan pada suhu kritiknya (80°C) sehingga viskositas dari permen *jelly* semakin kecil. Viskositas yang semakin kecil ini menyebabkan penyebarannya semakin besar dan waktu yang diperlukan material untuk meninggalkan alat juga semakin besar.



Gambar 6. Hubungan antara waktu terhadap jumlah fraksi konsentrasi *tracer* ke luar ekstruder sampai waktu t untuk berbagai set suhu pemasakan

Hubungan antara waktu terhadap jumlah fraksi konsentrasi *tracer* ke luar ekstruder sampai waktu t untuk berbagai set suhu pemasakan disajikan dalam Gambar 6. $F(t)$ merupakan jumlah dari fraksi konsentrasi *tracer*

ke luar dalam alat sampai waktu, t (detik). Kurva distribusi kumulatif atau $F(t)$ yang diperoleh dari penelitian, nilai $F(t)$ maksimalnya adalah sama dengan satu. Umumnya fraksi material yang masuk dalam alat sama dengan jumlah fraksi yang keluar dari alat. Namun pada kenyataannya, fraksi material yang ke luar dari alat tidak bisa mencapai harga maksimal karena masih ada sebagian kecil material yang tertinggal dalam alat. Hal ini disebabkan masih terdapat *tracer* pada permen *jelly* yang menempel pada dinding barrel atau pada ulir. Pada penelitian ini, fraksi konsentrasi *tracer* keluar yang didapat tidak mencapai harga sama dengan 1, karena proses pengambilan sampel dihentikan pada saat *tracer* mulai habis atau pudar dalam selang waktu yang cukup lama.

Dari Gambar 6, untuk suhu pemasakan yang sama, didapatkan bahwa semakin tinggi laju alir, maka kurva akan makin bergeser ke kanan yang menandakan bahwa waktu yang diperlukan material untuk seluruhnya ke luar dari alat semakin besar. Dan untuk variasi suhu yang berbeda dengan laju air yang sama juga dapat dilihat bahwa kurva yang diperoleh juga makin bergeser ke kanan. Sedangkan untuk waktu yang sama, dengan semakin meningkatnya penambahan laju air, maka didapatkan jumlah *tracer* yang keluar makin sedikit. Hal ini disebabkan karena jumlah air bahan permen *jelly* yang diproses menjadi bertambah sehingga membuat larutan *jelly* yang keluar ekstruder *die* menjadi lebih encer. Waktu yang diperlukan material dalam keadaan tersebut untuk keluar dari alat akan semakin lama karena viskositas material yang rendah menyebabkan banyak material yang bergerak bolak-balik dalam ekstruder.

Waktu tinggal material (\bar{t}) dalam alat berguna untuk mendesain reaktor dan *scale-up* suatu proses. Waktu tinggal rata-rata material dalam alat yang diperoleh dari penelitian disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

Untuk variasi suhu yang sama, semakin tinggi laju penambahan air maka harga waktu tinggal rata-rata permen *jelly* (\bar{t}) dalam ekstruder juga akan semakin besar. Begitu pula untuk variasi laju air yang sama, dengan semakin bertambahnya suhu maka harga waktu tinggal rata-ratanya (\bar{t}) juga semakin tinggi.

Tabel 4. Hasil analisa waktu tinggal rata-rata permen *jelly* untuk tiap variasi suhu pemasakan dan penambahan laju air

Set suhu (°C)	\bar{t} (detik)			
	1,38 ml/s	1,57 ml/s	2,22 ml/s	3,32 ml/s
50;80 80;50	264,71	384,11	500,69	567,50
60;100 100;70	444,73	548,67	642,47	722,91
60;110 110;70	447,44	571,99	691,33	821,02
70;120 120;80	635,57	714,86	813,16	928,86

Hal ini terjadi karena dengan semakin bertambahnya laju air dan suhu, menyebabkan larutan *jelly* yang ke luar lubang die menjadi lebih encer sehingga viskositas dari material menjadi rendah yang pada akhirnya material membutuhkan waktu yang lebih lama untuk keluar dari alat pula.

Varians (σ^2) merupakan suatu harga yang dapat menunjukkan baik tidaknya suatu data penelitian. Baik tidaknya suatu data dapat dilihat dari seberapa besar penyimpangan yang terjadi antara data penelitian dengan data yang diharapkan. Akar kuadrat dari varians adalah standar deviasi (σ). Semakin besar nilai dari standar deviasi atau varians, maka semakin jelek data yang diperoleh dari penelitian, demikian juga sebaliknya. Karena dengan semakin bertambahnya standar deviasi maka akan semakin banyak data yang jauh dari data yang diharapkan.

Hasil analisa varians (σ^2) untuk tiap variasi suhu pemasakan dan penambahan laju air disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis varians (σ^2) untuk tiap-tiap variasi suhu pemasakan dan penambahan laju air

Set suhu, (°C)	(σ^2)			
	1,38 ml/s	1,57 ml/s	2,22 ml/s	3,32 ml/s
50;80 80;50	15928	23597	33657	45510
60;100 100;70	25224	37645	57739	73213
60;110 110;70	73639	79413	102211	147161
70;120 120;80	82560	109066	139329	183981

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa dengan bertambahnya laju alir air dan suhu, maka variansnya semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi laju alir air dan suhu pemasakan maka tingkat pencampuran dari material akan semakin menurun.

Distribusi waktu tinggal juga berpengaruh pada produk yang dihasilkan. Distribusi waktu tinggal yang semakin menyebar, akan menghasilkan produk permen *jelly* yang viskositasnya rendah atau encer karena variansnya juga makin besar sehingga pencampurannya kurang sempurna. Demikian sebaliknya untuk suhu pemasakan dan laju alir air yang rendah, penyebarannya tidak terlalu menyebar yang berarti harga variansnya rendah sehingga pencampuran materialnya lebih sempurna dan menghasilkan produk permen *jelly* dengan viskositas yang tinggi. Namun dari hasil penelitian yang telah diperoleh, untuk harga varians yang kecil belum tentu menghasilkan produk permen *jelly* yang baik walaupun tingkat pencampurannya baik karena justru yang dihasilkan adalah permen *jelly* yang viskositasnya terlalu tinggi. Hal ini disebabkan karena kurangnya waktu yang dibutuhkan untuk mematangkan material dan laju alir air yang terlalu kecil sehingga menyebabkan viskositas dari produk permen *jelly* terlalu tinggi. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh produk permen *jelly* yang baik adalah pada variasi suhu 60;100;100;70 °C dan laju air 1,38 ml/s^[14].

KESIMPULAN

Dari penelitian penentuan distribusi waktu tinggal permen *jelly* dalam *single screw extruder* dengan menggunakan laju air yang bervariasi dalam kisaran 1,38-3,32 ml/s dan suhu pemasakan yang bervariasi dalam kisaran 80-120°C diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan variasi suhu pemasakan dan penambahan laju alir air masuk ekstruder yang semakin besar menyebabkan distribusi waktu tinggal permen *jelly* semakin menyebar;
2. Untuk setiap set suhu yang diamati, dengan meningkatnya waktu alir air, maka waktu tinggal rata-rata permen *jelly* (\bar{t}) dalam

single screw extruder juga semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deis, Ronald C., “*Candy Creations with Starch and Its Derivatives*”, 1997, <http://www.productnews.com/SubmitPRPage.html> diakses 3 Agustus 2005
- [2] Kokini, J.L., “*Food Extrusion Science and Technology*”, Marcel Dekker Inc, New York, 1992
- [3] Peng, J., Hsieh, F at al. , “An RTD determination method for extrusion cooking”, *Journal of Food Process Engineering*, Vol.18, hlm.263-277, 1994
- [4] Levenspiel, O., “*Chemical Reactor Engineering*”, 2nd edition, pp.255-271, John Wiley & Sons, Inc., Singapore, 1972
- [5] Kendall, P. and Cooley, Lees, “*Jelly Candy*”, 2004, <http://www.foodprep.com/jellycandy/en/html>, diakses 3 Agustus 2005
- [6] Gelatin, *Majalah Ayah Bunda*, 2005, http://www.ayahbunda-online.com/info_ayahbunda/info_detail.asp?id=Nutrisi&info_id=156, diakses 6 September 2005
- [7] *Food Education; Jelly Candies*, 2005, <http://www.fcs.uga.edu/pubs/PDF/FDNS-E-43-12.pdf>, diakses 9 September 2005
- [8] Kirk, RE. and Othmer, D.G., *Gelatine*, 2006, <http://www.gelatine/kirk-othmer.pdf>, diakses 4 Maret 2006
- [9] *Gelatine powder*, 2005, <http://www.gelatin.gmia.com/html/gelatine.html>, diakses 9 September 2005
- [10] Wikipedia, *Gelatine*, 2005, <http://id.wikipedia.org/wiki/Gelatin>, diakses 3 September 2005
- [11] Wikipedia, *Sucrose*, 2005, <http://id.wikipedia.org/wiki/Sucrose>, diakses 3 September 2005
- [12] Wikipedia, *Glucose*, 2005, <http://en.wikipedia.org/wiki/Glucose>, diakses 3 September 2005
- [13] J. Gao, G. C. Walsh, D. Bigio, R. M. Briber and M. D. Wetzel, “Mean Residence Time Analysis for Twin Screw Extruders”, *Journal of Polymer Engineering and Science*, Vol.40, hlm.227-228.
- [14] Dicky dan Imanuel, “*Pengaruh Kondisi Operasi Ekstruksi pada Kualitas Permen Jelly*”, Skripsi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya, 2000