

FOODREVIEW

I N D O N E S I A



"5 rolls mill and Conching Machine";
The 'Heart' of your Chocolate line

**KIAT MEMILIH
HEAT EXCHANGER**

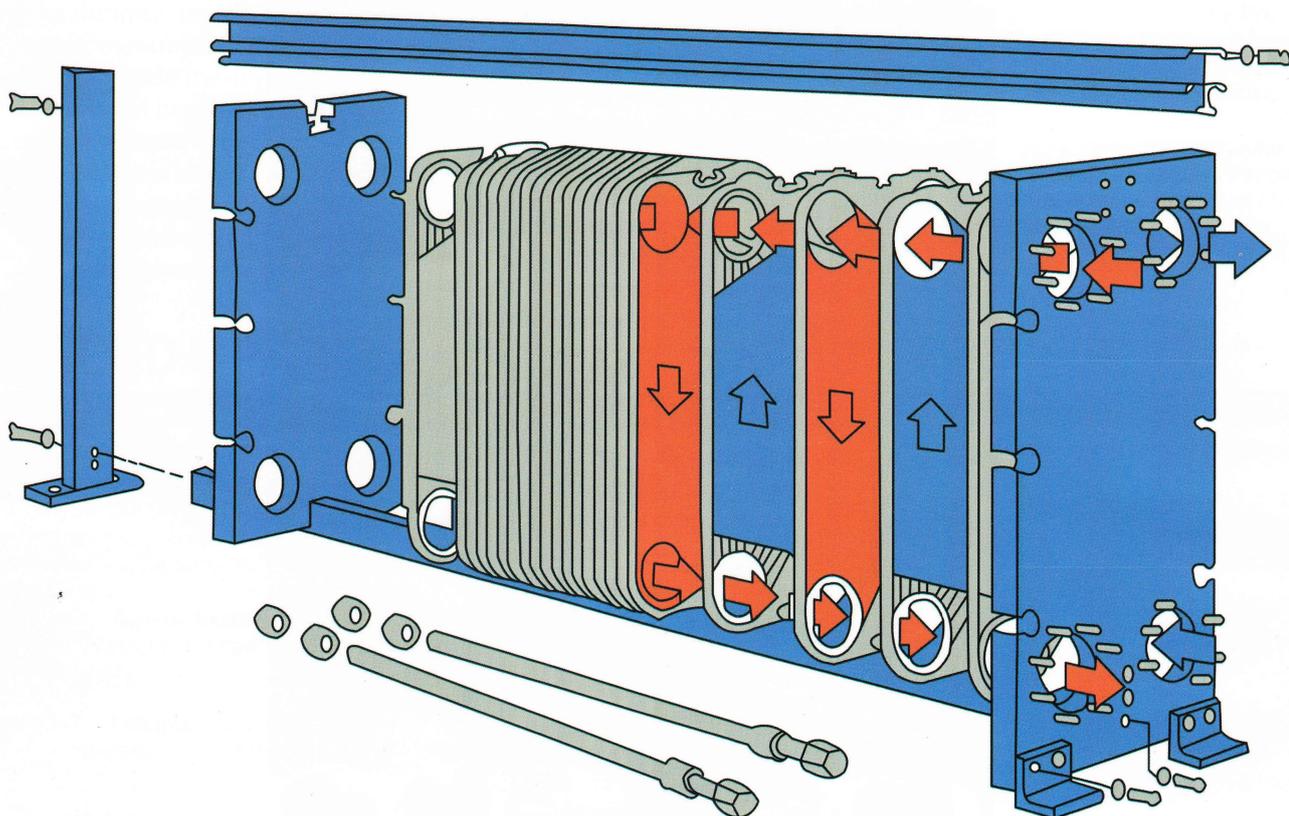
Peralatan
Proofing & Retarding
untuk Industri Bakeri



**MACHINERY FOR
MORE COMPETITIVE FOOD INDUSTRY**

KIAT MEMILIH HEAT EXCHANGER

Oleh **Eko Hari Purnomo, Ph.D**
Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor



Pemanfaatan panas dalam pengolahan pangan telah berlangsung sejak zaman purba yaitu setelah teknologi api ditemukan. Dengan ditemukannya api, manusia purba mulai mengenal bahwa makanan yang dimasak atau kontak dengan bara api terasa lebih nikmat. Sejak saat itu pula, manusia purba bisa memasak “Man is an animal that cook”. Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, pemanfaatan panas tidak hanya ditujukan untuk mengolah makanan saja, melainkan juga mengawetkan dengan teknologi pengeringan, pengalengan, dsb. Tentu saja dengan teknologi tersebut manusia tidak dapat selamanya tergantung dengan sumber panas “api”, melainkan diperlukan suatu peralatan untuk melakukan pemanasan dengan sifat lebih kontinu dan stabil, dikenal dengan alat penukar panas (*heat exchanger*).

Heat Exchanger atau dikenal dengan alat penukar panas merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan (transfer) panas dari suatu fluida ke fluida lainnya yang berbeda suhu dan dipisahkan oleh suatu sekat pemisah. Hampir semua industri pangan saat ini menggunakan alat penukar panas dalam mengolah produk pangan terutama yang memerlukan proses termal di dalamnya. Sebagai contoh, proses pasteurisasi dan sterilisasi kontinu terhadap produk cair (susu, sari buah, sirup) maupun semi-padat (pasta, yoghurt, bubur), proses pendinginan,

serta proses yang melibatkan perubahan fase (pembekuan dan evaporasi). Alat penukar panas mampu menghemat penggunaan medium pemanas dengan sistem regenerasi, yaitu penggunaan panas yang dikandung oleh produk yang telah dipanaskan untuk tahap pemanasan awal produk yang baru masuk.

Berbagai Tipe Alat Penukar Panas dan Karakteristiknya

Terdapat berbagai jenis dan desain alat penukar panas yang secara komersial digunakan oleh industri pangan selama beberapa dekade yaitu tipe tubular. Seiring

dengan tuntutan efisiensi energi, biaya, serta tuntutan terhadap kapasitas pindah panas yang tinggi dengan desain alat yang kompak, maka dikembangkan jenis alat penukar panas lain yaitu tipe pelat. Pada banyak kasus, fluida (produk pangan) secara fisik harus dipisahkan oleh lempeng, dinding pipa, maupun konduktor yang baik. Medium penukar panas yang umum digunakan yaitu uap (*steam*), air, maupun campuran antara uap dan air. Tabel 1 menjelaskan berbagai alat penukar panas tipe tubular dan pelat, serta tipe aliran dalam mekanisme pindah panas (searah dan berlawanan).

Tabel 1. Jenis alat penukar panas dan tipe alirannya

Tipe Tubular. Desain <i>heat exchanger</i> ini digunakan untuk proses yang menggunakan tekanan tinggi serta fluida kerja liquid, gas, maupun campuran keduanya.	
	<p>Swept surface heat exchanger. Produk pangan masuk ke dalam inlet silinder kemudian melewati medium pindah panas melalui celah antara silinder luar dan silinder dalam. Terdapat <i>rotating blade</i> yang berjalan di sepanjang silinder dan secara kontinu mengaduk (agitasi) bahan pangan ketika melewati HX, pada saat yang bersamaan secara kontinu bahan melewati dinding silinder dimana panas tersebut ditransfer (transfer panas permukaan). Jenis HX ini digunakan untuk produk pangan yang kental, namun memiliki biaya investasi yang cukup mahal.</p>
	<p>Double pipe Heat Exchanger. Jenis HX ini terdiri atas dua pipa dengan diameter berbeda, pipa yang lebih kecil dipasang paralel di dalam pipa dengan diameter lebih besar. Dinding dari pipa bagian dalam akan menghasilkan panas pada permukaan pipa sehingga terjadi perpindahan panas antara fluida yang mengalir di pipa bagian dalam dan luar. Tipe alat ini umumnya digunakan pada area yang luas.</p>
	<p>Shell and tube Heat Exchanger. Jenis alat penukar panas ini terdiri dari pipa-pipa <i>tube</i> yang tersusun secara paralel dan tertutup selongsong silinder pada bagian luar (<i>shell</i>). Penataan dari ujung pipa akan menentukan tipe aliran produk/ bahan apakah <i>one tube pass</i> (satu jalur) atau <i>multiple pass</i> (dua jalur). Medium pemanas yang berada pada bagian luar pipa umumnya didistribusikan menggunakan sistem <i>baffles</i> (lengan pengaduk). Fluida akan mengalir melalui pipa sementara medium pindah panas pada bagian selongsong. Kekurangan dari desain alat ini yaitu tidak adanya sistem regenerasi dan biaya yang mahal.</p>

Tipe Pelat (Plate). Jenis alat penukar panas ini menggunakan lempengan tipis sebagai komponen utama dan tidak diperuntukan pada proses dengan perbedaan tekanan dan suhu fluida yang tinggi.

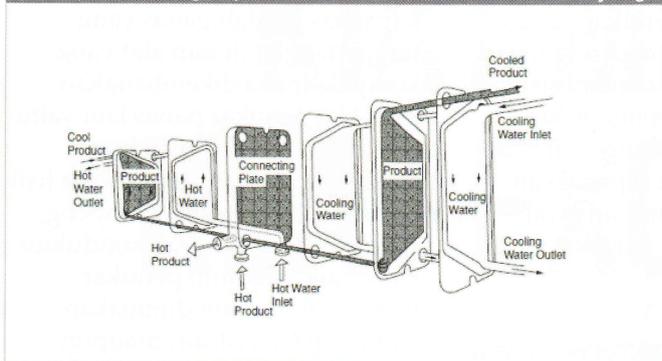
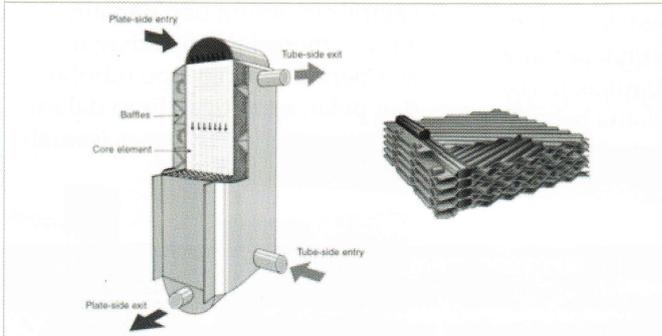
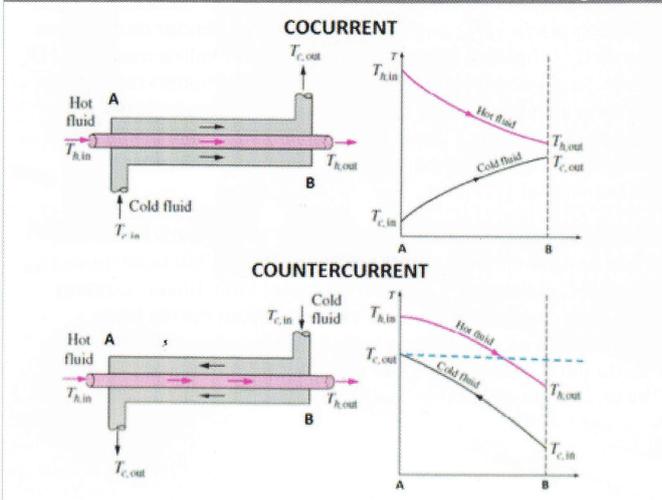


Plate Heat Exchanger. Jenis HX ini digunakan pada industri pengolahan susu, terdiri atas rangkaian lempengan pemanas yang terhubung. Prinsip kerjanya yaitu aliran fluida akan diatur oleh gasket sehingga dapat mengalir ke pelat-pelat secara selang-seling. Jenis alat ini umumnya digunakan untuk memanaskan fluida pada suhu di bawah titik didih air pada tekanan atmosfer, namun tidak untuk aliran debit tinggi. Kelebihan dari model ini yaitu biaya investasi yang murah, koefisien pindah panas cukup baik, serta mudah pemeliharannya.



Welded Plate Heat Exchanger. Merupakan jenis HX yang dapat digunakan untuk fluida dengan perbedaan temperatur maupun tekanan proses yang lebih tinggi karena terdapat modifikasi elemen pelat (pengelasan sebagai pengganti gasket). Kelemahannya yaitu pemeliharaan yang lebih sulit karena fleksibilitas bongkar-pasang lebih rendah.

Berdasarkan tipe aliran fluida di dalam Heat Exchanger



Co-current flow. Untuk tipe Heat Exchanger ini, aliran fluida yang belum dipanaskan dan yang sudah dipanaskan searah atau kedua fluida mengalir secara paralel, sehingga semua sisi dinding alat mendapatkan panas yang merata. Tipe ini cocok untuk pangan yang produk akhirnya sensitif terhadap suhu tinggi.

Counter current flow. Untuk tipe Heat Exchanger ini, aliran fluida saling berlawanan arah sehingga membentuk sistem counter-flow dengan tujuan untuk mendapatkan perubahan temperatur yang tinggi.

Faktor-Faktor yang Perlu Diperhatikan dalam Pemilihan Alat Penukar Panas

Setiap produk pangan memiliki karakteristik tersendiri yang menjadi penciri khas. Oleh karena itu, tidak semua teknologi yang sama dapat diaplikasikan untuk jenis bahan pangan yang berbeda, termasuk teknologi dalam proses pindah panas menggunakan heat

exchanger. Terdapat setidaknya empat faktor utama yang perlu dijadikan sebagai pertimbangan dalam memiliki jenis alat penukar panas: (1) karakteristik bahan, (2) faktor ekonomi, (3) skala dan (4) pemeliharaan.

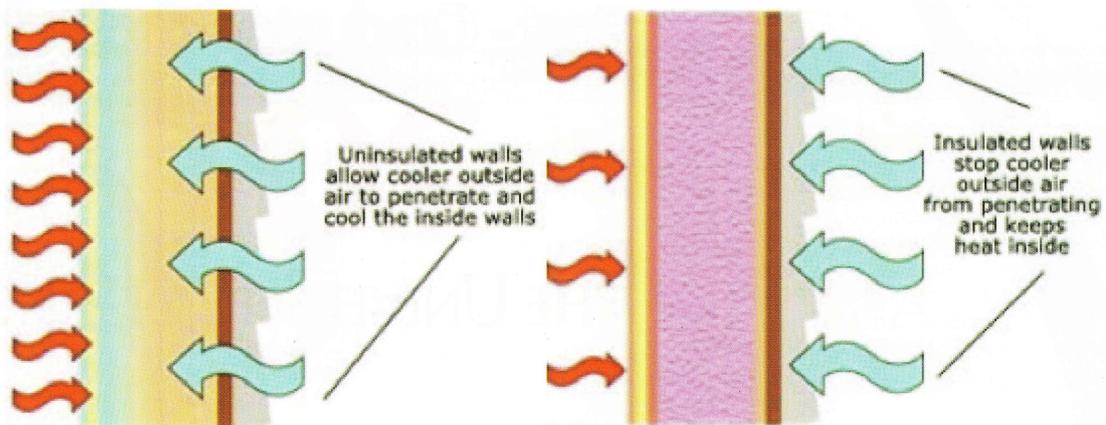
Karakteristik bahan

Karakteristik bahan pangan yang akan diproses menjadi penentu spesifikasi alat proses yang dibutuhkan (suhu, waktu proses,

tipe desain alat penukar panas). Contoh karakteristik bahan yang penting dalam pindah panas ialah sensitifitas terhadap panas, dan sifat rheologi (perilaku aliran dan viskositas).

Faktor ekonomi

Tujuan utama dari adanya suatu industri pangan dalam menghasilkan produknya ialah keuntungan. Pertimbangan dari aspek ekonomi sangat diperlukan



Gambar 1 Ilustrasi kehilangan panas pada hX

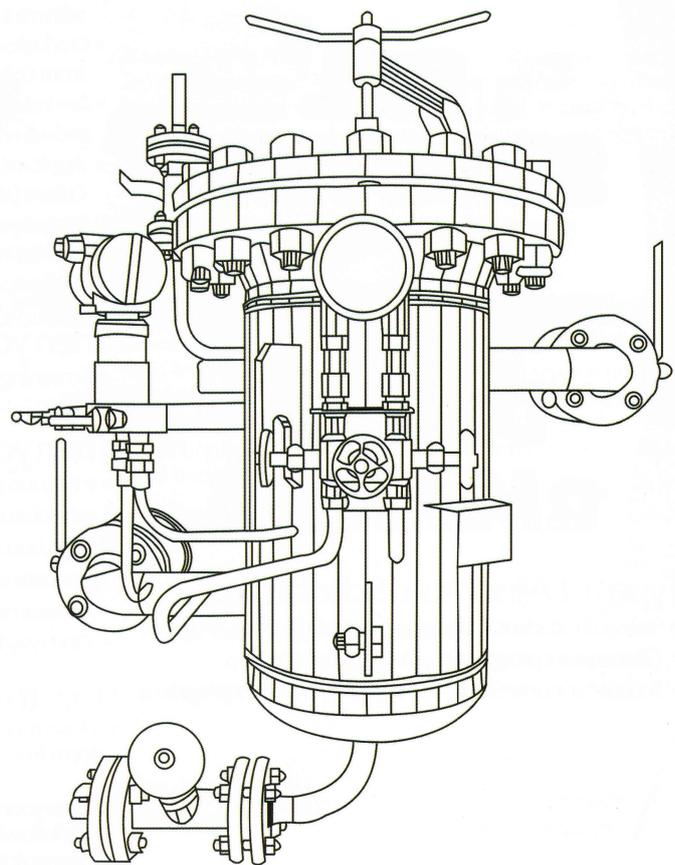
dalam pemilihan *heat exchanger*. Perlu dievaluasi apakah instrumen yang terpasang dirasa sudah efisien baik dari segi waktu proses, biaya (pembelian, instalasi, dan pemeliharaan), jangka waktu penggunaan, serta kapasitas yang mampu ditampung.

Skala.

Pertimbangan kesesuaian dengan fasilitas dan kapasitas produksi turut menentukan desain dari alat penukar panas. Ketika proses yang melibatkan pindah/transfer panas digunakan untuk memindahkan panas dalam jumlah yang besar, maka desain alat penukar panas dengan berbagai bentuk dibutuhkan untuk menjamin efisiensi utilitas (terhadap bahan) dan kesesuaian dengan peralatan proses lainnya.

Pemeliharaan.

Jenis alat penukar panas yang baik bukan saja hanya mampu menyuplai kebutuhan panas, aspek pemeliharaan juga harus diperhatikan berkaitan dengan jangka waktu (*durability*) penggunaan alat serta kemudahan untuk dibersihkan/*di-maintain*. Salah satu masalah dalam pemeliharaan *heat exchanger* yaitu pengendapan kotoran pada alat (*fouling*). Hal ini menyebabkan koefisien pindah panas menurun dan terdapat efek *barrier*



(hambatan) terhadap aliran fluida. Endapan pada *heat exchanger* dapat terjadi karena presipitasi garam (umumnya kalsium karbonat), reaksi kimia misalnya polimerisasi ataupun korosi, pertumbuhan mikroorganisme, dan pengendapan material tersuspensi. Kemudahan pemeliharaan akan memberikan dampak terhadap efisiensi dan keuntungan ekonomi bagi industri.

Kehilangan Panas

Proses pindah panas harus dilakukan secara efisien yang ditunjukkan oleh *overall heat transfer coefficient* (U). Nilai U yang semakin besar menunjukkan bahwa *heat exchanger* tersebut memiliki kemampuan memindahkan panas yang lebih baik. Selain itu, dalam rangka meningkatkan efisiensi pindah panas maka kehilangan

panas selama proses pindah panas juga perlu diminimalkan. Efisiensi pindah panas tersebut berhubungan dengan seberapa banyak panas yang dapat ditransfer ke dalam aliran fluida. Dapat dilihat perhitungan efisiensi efektif HX melalui persamaan berikut:

$$\text{Efisiensi efektif} = \frac{q_{\text{aktual}}}{q_{\text{maksimal}}} \times 100\%$$

dimana q merupakan besarnya panas (kalor).

Faktor kecepatan alir fluida, karakteristik fluida, serta diameter atau ukuran pipa (saluran alir) berpengaruh terhadap efisiensi desain alat. Pada proses pindah panas dalam penerapannya dari sumber panas hingga kontak dengan bahan, akan terjadi kehilangan panas. Kehilangan panas ini tidak dapat dihilangkan, namun dapat diminimalisasi melalui pemasangan insulator. Insulator dipasang pada bagian luar pipa maupun pada pelat pemanas untuk menghambat perpindahan panas dari dalam pipa ke lingkungan maupun dari lingkungan ke dalam pipa, dan menjaga kestabilan panas. Ketebalan insulator yang digunakan harus optimum baik dari segi ekonomis maupun pemeliharaan alat. Secara teori, semakin tebal insulator atau isolator dengan daya hantar panas yang semakin rendah akan memberikan efek insulasi yang lebih baik (Gambar 1).

Penutup

Alat penukar panas merupakan instrumen penting dalam proses pengolahan pangan khususnya yang bersifat liquid. Seiring dengan perkembangan teknologi, maka saat ini dikenal berbagai jenis alat penukar panas berdasarkan aliran fluida, mekanisme pemanasan, desain (konstruksi alat), hingga medium pindah panas yang digunakan. Desain alat penukar panas ini tidak dapat disamakan untuk semua jenis produk pangan karena setiap bahan memiliki karakteristik masing-masing. Selain itu, terdapat faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap pemilihan desain alat penukar panas yaitu karakteristik bahan, faktor ekonomi, skala, serta pemeliharaan alat.

Referensi

- Ashat A, Budiharjo H, Siregar S, Bramantyo EA, Nurhayati K. 2005. Optimasi tebal insulator untuk meminimumkan kehilangan panas dan biaya investasi pipa pada lapangan panas bumi. [prosiding]. Simposium Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia (IATMI) Institut Teknologi Bandung.
- Toledo, RT. 2007. Fundamentals of Food Process Engineering: Third Edition. New York (USA): Springer.

FOODREVIEW
INDONESIA

Agenda Seminar FOODREVIEW INDONESIA 2016

24 Februari 2016

Seminar FOODREVIEW INDONESIA:
Outlook of Functional Ingredients

10 Maret 2016

Seminar FOODREVIEW INDONESIA:
Update on Food Safety

2 Juni 2016

Seminar FOODREVIEW INDONESIA:
Innovation in Dairy Technology

11 Agustus 2016

Seminar FOODREVIEW INDONESIA:
Beverage Industry

19 Oktober 2016

Seminar FOODREVIEW INDONESIA:
Trend on Functional Foods

Contact us:

Andang Setiadi

email: andang@foodreview.co.id

mobile: 0816 185 2805