

**PERPINDAHAN PANAS PADA MAKANAN BERPATI (KERUPUK UDANG) SELAMA
PROSES PENYANGRAIAN MENGGUNAKAN PASIR SEBAGAI MEDIA
PENGHANTAR PANAS**

**HEAT TRANSFER IN STARCHY FOOD (SHRIMP CRACKERS) DURING ROASTING
PROCESS USING SAND AS A MEDIUM FOR HEAT TRANSFER**

Susanna¹⁾, Jamaluddin P.²⁾, Kadirman³⁾

¹Alumni Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian

² dan ³ Dosen PTP FT UNM

susannapt@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme perpindahan panas pada makanan berpati selama proses penyangraian menggunakan pasir sebagai media penghantar panas. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen, sampel penelitian adalah kerupuk udang yang disangrai pada suhu 120, 140 dan 160°C dengan lama waktu penyangraian 10, 15, 20, dan 25 detik. Selama proses penyangraian dilakukan pengukuran suhu pada pasir dan kerupuk menggunakan termokopel untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi. Parameter yang diamati adalah suhu, kadar air kerupuk dan laju perpindahan panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama proses penyangraian terjadi perubahan suhu, kadar air kerupuk dan laju perpindahan panas. Semakin tinggi suhu dan lama waktu penyangraian menyebabkan peningkatan suhu kerupuk yang mendekati suhu pasir, seiring dengan penurunan kadar air kerupuk dan peningkatan kecepatan laju perpindahan panas.

Kata Kunci :Penyangraian, Perpindahan panas, Kadar air, Makanan berpati.

ABSTRACT

This research was aims to know the mechanism of heat transfer in starchy food during roasting process using sand as a medium for heat transfer. This research is experimental research, and the research samples were shrimp crackers roasted at the temperature of 120, 140 and 160 °C within roasting time of 10, 15, 20 and 25 seconds. During the roasting process, the temperature of sand and crackers was measured using a thermocouple to know the change in temperature that happened. The parameters being observed the temperature, water content of crackers and rate of heat transfer. The research results showed that during the roasting process, the changes of temperature, water content of the crackers and rate of heat transfer. The higher the temperature and the length of time roasting cause the temperature of the crackers to increase closer to the temperature of the sand with the decrease in the water content of crackers and increase in the rate of heat transfer.

Keywords: Roasting, Heat transfer, Water content, Starchy food.

PENDAHULUAN

Kerupuk adalah makanan camilan yang disukai oleh masyarakat mulai dari anak-anak sampai orang tua. Kerupuk biasanya disajikan sebagai pendamping saat makan, bisa juga disajikan sebagai camilan saat santai. Kerupuk merupakan jenis makanan kering yang mengandung pati cukup tinggi karena dibuat dari bahan dasar tapioka (Sa'diyah, 2014).

Kerupuk merupakan produk pangan yang bersifat kering dan ringan. kerupuk terbuat dari pati dengan penambahan bahan-bahan lainnya dan bahan tambahan makanan yang diizinkan (Wahyuni, 2008 *dalam* Febriana, 2010). Berbagai bahan berpati yang dapat diolah menjadi kerupuk, diantaranya adalah ubi kayu, ubi jalar, beras, sagu, terigu, tapioka dan talas (Febriana, 2010).

Dari beragam jenis bahan berpati tersebut, tapioka merupakan yang paling sering digunakan. Tapioka berperan dalam proses gelatinisasi pati yang akan mengakibatkan pengembangan kerupuk saat digoreng, dan juga berfungsi untuk memperbaiki tekstur, sebagai pengikat, dan pengental (Hui, 1992 *dalam* Febriana, 2010).

Tapioka berasal dari umbi ubi kayu (*Manihot esculenta*) yang diambil patinya melalui proses penggilingan umbi ubi kayu, pemisahan ampas dengan konsentrat, pengendapan dan pengeringan (Dziedzic dan Kearsley, 1995 *dalam* Agustien, 2011). Dalam bentuk aslinya secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula.

Kerupuk adalah produk makanan ringan yang dibuat dari adonan tepung tapioka dengan penambahan bahan makanan lain yang diizinkan.

Kerupuk sudah dikenal secara luas, memiliki cita rasa yang khas dan dapat diterima oleh semua kalangan. Ciri khas dari kerupuk adalah kering, warna kuning kecokelatan, aroma kerupuk didapat dari bahan yang digunakan, teksturnya renyah, rasanya gurih, dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama (Rose, 2013).

Selama penggorengan, kerupuk mengalami penyerapan minyak cukup tinggi, mencapai 18% (Soekarto, 1997 *dalam* Siswanto dkk., 2011). Pada penggorengan bahan berpati mengalami penyerapan minyak sebesar 15% (Supriyanto, 2007). Penyerapan minyak yang cukup tinggi akan menyebabkan produk mudah menjadi tengik apabila selama penyimpanan mengalami kontak dengan oksigen (Siswanto dkk., 2011).

Penggunaan minyak goreng sering menimbulkan permasalahan yaitu: (1) Ketersediaannya kurang seimbang dengan kebutuhan sehingga menyebabkan harga melambung cukup tinggi; (2) Konsumsi makanan yang mengandung lemak disinyalir akan berdampak kurang baik bagi kesehatan; (3) Penggunaan minyak untuk penggorengan digunakan secara berulang; (4) Pengkonsumsian minyak terutama lemak jenuh dianggap merupakan penyebab naiknya potensi sakit jantung koroner, kanker, diabetes dan tekanan darah tinggi (Sartika, 2009).

Dengan kondisi permasalahan di atas maka proses penggorengan dilakukan dengan cara tanpa menggunakan minyak. Penggorengan tanpa minyak lazim disebut penyangraian, penggorengan seperti ini proses pemanasan berlangsung secara konduksi melalui kontak langsung antara permukaan dinding pemanas dengan produk yang digoreng. Cara seperti ini proses perpindahan panasnya dianggap

kurang efisien karena luas permukaan konduksi terbatas hanya pada dinding pemanas yang bersinggungan dengan produk yang digoreng.

Perpindahan kalor dapat didefinisikan sebagai suatu proses berpindahnya suatu energi (kalor) dari satu daerah ke daerah lain akibat adanya perbedaan temperatur pada daerah tersebut. Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas yang diketahui, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

Perpindahan kalor secara konduksi adalah proses perpindahan kalor dimana kalor mengalir dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah dalam suatu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi dan momentum. Konveksi adalah perpindahan panas karena adanya gerakan/aliran/pencampuran dari bagian panas ke bagian yang dingin (Zaenal, 2012).

Guna meningkatkan efisiensi proses perpindahan panas selama penggorengan maka luas permukaan transfer panasnya perlu ditingkatkan melalui penggunaan media penghantar panas berupa butiran bahan padat (pasir, kerikil, atau bahan lain berwujud butiran dan mempunyai nilai konduktivitas panas besar). Metode penggorengan dengan menggunakan media penghantar panas bahan padat butiran lebih menguntungkan karena selain luas permukaan kontak panas meningkat juga proses transfer panasnya berlangsung secara konduksi dan konveksi (Siswanto dkk., 2014).

Selama penyangraian atau disebut penggorengan, terjadi proses perpindahan panas dari pasir panas

sebagai media penghantar panas mula-mula dipermukaan sampai akhirnya sampai kedalam produk dan secara bersamaan kandungan air dari dalam produk keluar dalam bentuk uap air, menyebabkan produk mengalami pemekaran, teksturisasi (lunak-keras) dan perubahan warna, aroma dan rasa, kemudian diikuti oleh pengerasan permukaan (Jamaluddin dkk., 2015).

Ada beberapa keuntungan apabila penggorengan dilakukan tanpa menggunakan minyak (menggunakan pasir). Keuntungan tersebut antara lain : produk tidak mengandung minyak goreng sehingga tidak mudah tengik, pasir sebagai media penghantar panas mudah didapat dan murah, produk yang mengalami penurunan kerenyahan mudah dilakukan rekondisi kerenyahannya dengan cara dijemur pada sinar matahari atau dipanaskan pada suhu yang tidak terlalu tinggi (35–45°C), mengurangi ketergantungan penggorengan menggunakan minyak goreng (Siswanto dkk., 2014).

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme perpindahan panas pada makanan berpati (kerupuk udang) selama proses penyangraian menggunakan pasir sebagai media penghantar panas.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang terdiri atas 2 faktor. Faktor A adalah suhu dengan 3 taraf faktor (120°C, 140°C dan 160°C) dan Faktor B adalah lama penyangraian dengan 4 taraf faktor (10 detik, 15 detik, 20 detik dan 25 detik). Dengan demikian banyaknya perlakuan yang

dicobakan ada sebanyak 12 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu; mesin sangrai, kompor gas, alat pengukur suhu terdiri dari sensor suhu (termokopel), alat pengumpul data (NI-cDAQ 9174), stopwatch, komputer, cawan, oven, timbangan analitik, desikator, ayakan pasir. Bahan yang digunakan yaitu; pasir sungai, kerupuk udang, dan gas LPG.

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu sebelum melaksanakan penelitian dilakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Pasir yang digunakan adalah pasir sungai yang terlebih dahulu diayak dengan ayakan 18 mesh sehingga diperoleh pasir berdiameter 1-2 mm lalu dicuci sampai bersih kemudian dikeringkan. Langkah awal dalam penelitian ini yaitu mengukur kadar air kerupuk kering (mentah) sebelum disangrai, selanjutnya kerupuk disangrai dengan 3 variasi suhu yang terdiri dari 120°C, 140°C, dan 160°C sedangkan lama penyangraian terdiri dari 4 variasi yaitu 10 detik, 15 detik, 20 detik dan 25 detik. Selama proses penyangraian akan diamati dan diukur suhu pasir dan suhu kerupuk dengan menggunakan alat termokopel dan direkam dengan data logger. Setelah proses penyangraian kerupuk dikeluarkan dari mesin penyangraian kemudian didinginkan dan dilakukan pengukuran kadar air kerupuk sangrai. Langkah terakhir yaitu perhitungan laju perpindahan panas secara konveksi dari pasir ke permukaan kerupuk dan perpindahan panas secara konduksi dari permukaan kerupuk ke dalam kerupuk dengan pendekatan persamaan:

1. Perpindahan panas secara konveksi

$$Q = hA(T_1 - T_2) \quad (1)$$

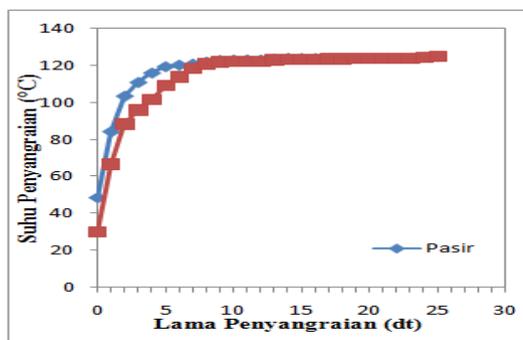
2. Perpindahan panas secara konduksi

$$Q = -kA \frac{dT}{dx} \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

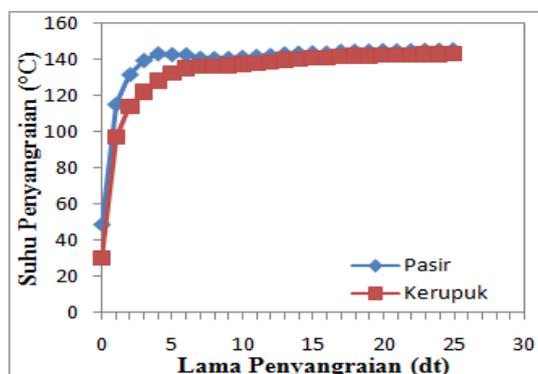
Profil suhu

Selama proses penyangraian kerupuk terjadi perubahan suhu. Profil perubahan suhu dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



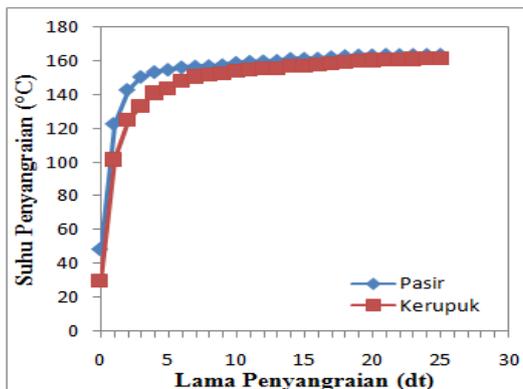
Gambar 1

Profil suhu pasir dan kerupuk selama proses penyangraian menggunakan pasir sebagai media penghantar panas pada suhu 120°C



Gambar 2

Profil suhu pasir dan kerupuk selama proses penyangraian menggunakan pasir sebagai media penghantar panas pada suhu 140°C



Gambar 3
 Profil suhu pasir dan kerupuk selama proses penyangraian menggunakan pasir sebagai media penghantar panas pada suhu 160°C

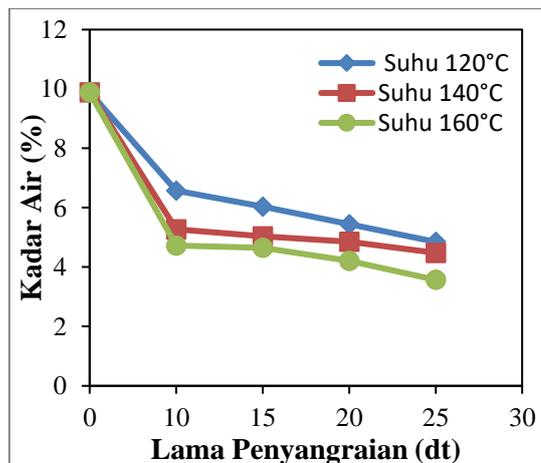
Berdasarkan gambar tampak bahwa peningkatan suhu terjadi secara bertahap. Pada awal proses penyangraian akan terjadi peningkatan suhu yang tinggi karena pada tahap ini terjadi kontak langsung media pasir dengan kerupuk yang disangrai. Selanjutnya peningkatan suhu cenderung melambat karena pada proses ini panas akan masuk ke dalam bahan yang disangrai. Pada proses penyangraian akhir peningkatan suhu cenderung konstan karena pada tahap ini adalah proses pemasakan bahan (kerupuk) yang disangrai.

Suhu bahan (kerupuk) relatif konstan ketika mulai selang waktu 10 detik sampai akhir waktu penyangraian. Hal tersebut disebabkan karena besarnya suhu bahan (kerupuk) sudah hampir mencapai suhu pasir, sehingga transfer panas yang terjadi dari pasir ke bahan kecil.

Kadar air kerupuk

Penurunan kadar air kerupuk dipengaruhi oleh suhu dan lama penyangraian yang digunakan. Semakin tinggi suhu maka penurunan kadar air akan semakin tinggi. Hal ini didukung dengan pernyataan Jamaluddin dkk (2012) yang menyatakan bahwa makin tinggi suhu dan tekanan vakum rendah ada kecenderungan laju penguapan air semakin cepat.

Hasil pengukuran kadar air dapat dilihat pada Gambar 4. Dari Gambar tersebut tampak bahwa pada awal proses penyangraian penurunan kadar air cepat, pada tahap selanjutnya penurunan kadar air cenderung melambat. Hal ini disebabkan karena pada awal penyangraian akan terjadi kontak dari media pasir sebagai penghantar panas dengan kerupuk yang menyebabkan terjadinya penguapan kandungan air di permukaan kerupuk, selanjutnya pada tahap berikutnya penurunan kadar air akan melambat karena pada proses ini adalah proses pemasakan bahan sehingga penguapan air hanya terjadi di dalam bahan (kerupuk) yang disangrai.



Gambar 4
 Hasil perhitungan kadar air kerupuk sangrai

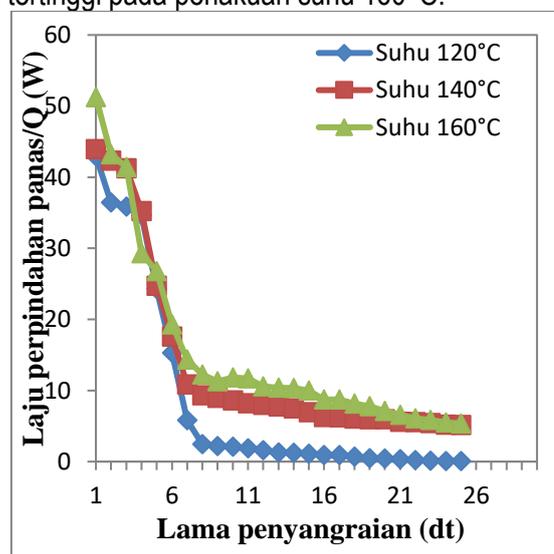
Hasil analisis perhitungan kadar air kerupuk menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama penyangraian yang berbeda menghasilkan kadar air kerupuk yang berbeda pula. Kadar air tertinggi diperoleh dari perlakuan suhu 120°C dan lama penyangraian 10 detik dengan rata-rata 6.58% sehingga dapat dihitung perubahan kadar air sebelum dan setelah penyangraian yaitu sebesar 3.31%, sedangkan kadar air terendah adalah dari perlakuan suhu 160°C dan lama penyangraian 25 detik dengan diperoleh rata-rata 3.57 %, sehingga dapat dihitung perubahan kadar air sebelum dan setelah penyangraian yaitu sebesar 6.32%.

Semakin tingginya suhu dan semakin lamanya waktu penyangraian menyebabkan penurunan nilai kadar air, hal ini terjadi karena panas yang semakin tinggi yang disalurkan melalui pasir menyebabkan penguapan air dari dalam bahan akan semakin besar. Hal ini didukung dengan pernyataan Ketaren (1986) dalam Ruri dkk., (2011) menunjukkan bahwa penurunan kadar air pada produk penggorengan terjadi karena panas yang disalurkan melalui minyak goreng akan menguapkan air yang terdapat dalam bahan yang digoreng. Selain itu Irawan (1992) dalam Ruri dkk., (2011) juga menyatakan bahwa kehilangan air paling banyak terjadi pada menit pertama dan jumlah air yang menguap bertambah dengan meningkatnya suhu penggorengan.

Laju perpindahan panas

Selama proses penyangraian berlangsung, terjadi perpindahan panas dari pasir sebagai media penghantar panas ke dalam bahan. Panas yang masuk ke dalam bahan menyebabkan perubahan suhu dalam bahan.

Berdasarkan Gambar 5 tampak hasil perhitungan laju perpindahan panas kerupuk, yang terendah yaitu pada perlakuan suhu 120°C, sedangkan yang tertinggi pada perlakuan suhu 160°C.



Gambar 5

Hasil perhitungan laju perpindahan panas

Berdasarkan hasil perhitungan laju perpindahan panas yang terjadi selama proses penyangraian dapat disimpulkan bahwa suhu dan lama penyangraian akan berpengaruh terhadap laju perpindahan panas, semakin tinggi suhu menyebabkan laju perpindahan panas akan semakin cepat, hal ini diduga karena dengan suhu yang tinggi menyebabkan cepatnya panas masuk ke dalam bahan yang disangrai. Semakin lama proses penyangraian maka laju perpindahan panas semakin kecil atau melambat, karena pada proses penyangraian akhir kerupuk yang disangrai sudah mendekati suhu pasir dan ada pada tahap pemasakan.

Berdasarkan hasil perhitungan laju perpindahan panas dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu penyangraian maka akan menyebabkan laju perpindahan panas semakin besar, hal ini diduga karena dengan suhu yang panas maka akan menyebabkan

cepatnya panas merambat kedalam bahan yang disangrai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Joko dkk., (2009) menunjukkan bahwa semakin besar suhu udara pengering semakin besar proses perpindahan panas dari medium penyangrai ke dalam bahan, sehingga proses perpindahan massa melalui penguapan juga semakin besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa mekanisme perpindahan panas selama proses penyangraian yaitu, akan terjadi perpindahan panas dari pasir sebagai media penghantar panas menuju kedalam makanan berpati (kerupuk) yang disangrai sehingga akan terjadi perubahan kadar air kerupuk yang telah disangrai, semakin tinggi suhu dan semakin lama proses penyangraian maka akan menghasilkan kadar air kerupuk yang rendah karena terjadi penguapan air yang lebih banyak, serta suhu dan lama penyangraian akan berpengaruh terhadap laju perpindahan panas kerupuk yang telah disangrai, semakin tinggi suhu maka akan menyebabkan laju perpindahan panas yang cepat dan semakin lama proses penyangraian maka akan menyebabkan laju perpindahan panas semakin kecil atau melambat, karena pada proses penyangraian akhir kerupuk yang disangrai sudah mendekati suhu pasir dan ada pada tahap pemasakan.

DAFTAR PUSTAKA

Agustien, Zulaidah. 2011. *Modifikasi Ubi Kayu Secara Biologi Menggunakan Starter Bimo-Cf Menjadi Tepung Termodifikasi Pengganti Gandum*. Tesis.

Program Pascasarjana.
Universitas Diponegoro
Semarang.

Febriana, Widyasari. 2010. *Pengaruh Proporsi Tepung Tapioka Dan Pati Garut (Maranta Arundinacea) Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Kerupuk Ikan*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Surabaya.

Jamaluddin, Budi Rahardjo, Pudji Hastuti & Rochmadi. 2012. Model Perpindahan Panas dan Massa Selama Penggorengan Buah Pada Keadaan Vakum. *Jurnal Agritech*. Vol 32 (1): 33-43.

Jamaluddin, Husain Syam & Kadirman. 2015. Rekayasa Penyangraian, Perpindah Panas dan Penguapan Air Secara Simultan, Serta Perubahan Tekstur, Volume dan Warna Pada Makanan Berpati. Universitas Negeri Makassar.

Rose, Ratnawati. 2013. *Eksperimen Pembuatankerupuk Rasa Ikan Banyar Dengan Bahan Dasar Tepung Komposit Mocaf dan Tapioka*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

Sa'diyah, Yuni Aminatus. 2014. Pengaruh Jumlah Kerang Hijau dan Cairan Terhadap Tingkat Kesukaan Kerupuk. *Jurnal Boga*. Vol 3 (3): 196.

Sartika, RAD. 2009. Pengaruh Suhu Dan Lama Proses Menggoreng

(*Deep Frying*) Terhadap Pembentukan Asam Lemak Trans. *Makara Sains*. Vol 13 (1): 23-28.

Siswanto, Budi Rahardjo, Nursigit Bintoro & Pudji Hastuti. 2011. Pemodelan Matematik Perubahan Parameter Mutu Kerupuk Selama Penggorengan dengan Pasir. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol 22 (1): 17-25.

Siswanto, Rifah Edianti & Riana Listanti. 2014. Rancang Bangun Alat Penggoreng Tanpa Minyak Untuk Menunjang Agroindustri. *Jurnal Agrin*. Vol 18 (2): 167-180.

Supriyanto. 2007. *Proses Penggorengan Bahan Makanan Sumber Pati: Kajian Nisbah Amilosa–Amilopektin*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Zaenal, Muttaqin. 2012. *Pengujian Efektivitas Penukar Kalor Multi Flat Plate Heat Exchanger Aluminium Dengan Aliran Cross Flow*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang,