

A412

DPP/BPPIP/BISB/249/97

NO : 281 / 9 / BALAI RISET
DAN STANDARISASI INDUSTRI

PENGEMBANGAN PROSES
PENGERINGAN IKAN
DI MADURA

DISPERPUSIP JATIM

DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN R.I.
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI DAN PERDAGANGAN
PROYEK PENGEMBANGAN DAN PELAYANAN TEKNOLOGI INDUSTRI JAWA TIMUR
(BALAI INDUSTRI SURABAYA)

Jl. Jägir Wonokromo 360 Telp. 8416612. 8410054 Surabaya

PENGEMBANGAN PROSES PENGERINGAN IKAN
DI MADURA

OLEH :

Ir. Dinarwi

Suyadi

Su'an

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI DAN PERDAGANGAN

PROYEK PENGEMBANGAN DAN PELAYANAN TEKNOLOGI INDUSTRI JAWA TIMUR

BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI SURABAYA

JL. JAGIR WONOKROMO NOMOR 360 TLP.8410054

1996/1997

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas selesainya pembuatan laporan tentang "Pengembangan Teknologi Pengeringan Ikan di Madura"

Laporan penelitian ini dibuat merupakan pertanggungjawaban dari Proyek PPTI (Pengembangan dan Pelayanan Teknologi Industri) Balai Industri Surabaya untuk tahun anggaran 1996-1997.

Kami menyadari bahwa penulisan dari laporan ini masih belum sempurna oleh karena itu kritik membangun dan saran dari pembaca sangat diharapkan demi sempurnanya dan bergunanya penelitian ini.

Surabaya, Maret 1997



Mengetahui,
Pemimpin Proyek
PPTI Jawa Timur

Penyusun

Drs. IG. N. Nirawan
Nip. 090007831

RINGKASAN

Telah dilakukan penelitian tentang Pengembangan Teknologi Pengeringan Ikan di Madura. Pengeringan ikan yang dilakukan di daerah Madura masih sangat sederhana yaitu menggunakan sinar matahari sehingga membutuhkan tempat yang luas dan waktu yang terlalu lama, disamping itu suhu tidak dapat dikontrol. Dalam rangka Pengembangan Teknologi Pengeringan Ikan yang ada di daerah Madura ini Balai Industri Surabaya pada tahun anggaran 1996/1997 membuat prototipe alat pengering ikan tipe rak yang telah diterapkan ke perajin ikan di Madura dengan tujuan untuk mengembangkan teknologi proses pengeringan ikan yang sudah ada, pengolahan/pengeringan ikan menjadi lebih cepat sehingga akan memperbanyak hasil olahan dan membantu memperbaiki hasil olahan.

Alat pengering ini berbentuk rak mempunyai bentuk persegi dan di dalamnya berisi rak-rak yang akan digunakan sebagai tempat dari bahan yang akan dikeringkan. Ikan yang akan dikeringkan diletakan diatas rak dengan alas yang berlubang-lubang. Fungsi dari lubang-lubang ini untuk mengalirkan udara panas dan uap air. Alat pengering ini terdiri dari tiga bagian yaitu: ruang pengering, kipas penghembus udara, dan unit pemanas.

Bahan peralatan yang digunakan bagian luar pengering dari tripleks dan bagian dalam dari seng, rangka dari besi siku, rak dari besi ecer, penyangga rak dari besi siku, pipa pemanas dibuat dari pipa $\emptyset$ 3 inc.

Hasil pengujian pengeringan ikan menggunakan alat pengering tipe rak ini hasilnya sesuai dengan rancangan, produk ikan kering yang dihasilkan cukup baik. Dengan kapasitas pengeringan 10 kg ikan basah, dengan suhu pengeringan 50°C , waktu pengeringan sekitar 8 jam, mampu mengeringkan ikan dari kadar air 70% menjadi ikan kering dengan kadar air $< 20\%$ sehingga menghasilkan produk ikan kering yang baik.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
RINGKASAN	ii
DAFTAR ISI	iii
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Maksud dan Tujuan	2
I.3 Sasaran yang Diharapkan	3
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	 4
II.1 Tinjauan Umum Mengenai Pengeringan	4
II.2 Teknologi Pengeringan Ikan	6
II.3 Alat Pengering Tipe Rak	10
II.4 Mass Transfer dan Heat Transfer	11
 BAB III. BAHAN DAN METODE	 15
III.1 Bahan-bahan	15
III.2 Metoda	16
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 24
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	 28

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Ikan merupakan bahan pangan yang mudah rusak atau membusuk. Hanya dalam waktu kira-kira 8 jam setelah ikan ditangkap akan timbul proses perubahan yang berpengaruh pada proses kerusakan, karena itu ikan harus segera diolah.

Pengolahan ikan dengan cara pengeringan merupakan salah satu cara untuk menanggulangi ikan dari proses pembusukan sehingga mampu disimpan sampai dijadikan bahan konsumsi.

Sistem pengeringan sudah banyak dilakukan terutama di daerah pantai, akan tetapi cara yang dilakukan masih sangat sederhana dan dikerjakan secara tradisional yaitu dengan pemanfaatan sinar matahari, sedang hasil ikan kering yang diperoleh mutunya masih sangat rendah. Proses pengeringan yang selama ini dilakukan mempunyai beberapa kendala, diantaranya suhu yang tidak bisa dikontrol, waktu pengeringan memakan waktu cukup lama hingga 2-3 hari, apalagi pada musim penghujan membutuhkan waktu lebih lama sehingga sering mengalami pengrusakan.

Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan penelitian bagaimana cara pengeringan/pengolahan yang baik ditunjang dengan peralatan pengering yang sesuai.

Pengeringan merupakan salah satu cara pengawetan dengan menggunakan sumber panas tertentu untuk mengurangi kandungan air yang terdapat pada ikan yang akan dikeringkan sehingga kegiatan bakteri bisa dihambat.

Untuk menunjang kegiatan tersebut Balai Industri Surabaya pada tahun anggaran 1996/1997 telah membuat prototipe alat pengering tipe rak dalam rangka Pengembangan Teknologi Alat Pengering ini perlu dibuat dengan berbagai pertimbangan antara lain :

- suhu bisa dikontrol
- waktu pengeringan bisa cepat
- tidak tergantung musim
- kapasitas pengering bisa dibuat
- hasil yang diperoleh lebih baik

Untuk memperoleh ikan kering yang bermutu baik perlu diperhatikan proses pengeringan yang tepat, kelembaban udara, suhu udara, dan keadaan ikan yang akan dikeringkan.

Alat pengering tipe rak ini merupakan alat pengering berbentuk persegi didalamnya berisi rak-rak yang akan digunakan sebagai tempat dari bahan yang akan dikeringkan. Didalam alat pengering ini dilengkapi dengan: pemanas, ruang pengering dan kipas penghembus udara (Blower).

I.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian "Peningkatan Teknologi Pengering Ikan di Madura" adalah untuk mengembangkan teknologi pengeringan ikan dengan cara memperbaiki sistem pengeringan yang sudah ada (dengan menggunakan sinar matahari) dengan sistem pengeringan mekanis yaitu menggunakan alat pengering tipe rak sehingga akan bisa memperbaiki dan memperbanyak hasil olahan.

I.3 Sasaran yang Diharapkan

Dengan adanya alat pengering mekanis tipe rak ini diharapkan dapat membantu para pengrajin dalam hal pengeringan ikan terutama pada musim penghujan yang pengeringannya memakan waktu cukup lama, sehingga ketergantungan musim bisa dihilangkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tinjauan Umum Mengenai Pengeringan

Pengeringan adalah proses pemindahan panas dan uap air secara simultan, untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas.

Adapun maksud dan tujuan dari pengeringan adalah pengurangan kadar air dari bahan yang dikeringkan sampai perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhenti atau dapat dihambat. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat disimpan lebih lama. Pengeringan biasanya merupakan langkah terakhir dari sederehan operasi dan hasil pengeringan biasanya lalu siap dikemas. Pengeringan yang biasa dilakukan ada 2 cara, yaitu:

- Pengeringan secara alami
- Pengeringan mekanis

Pengeringan secara alami yaitu pengeringan dengan menggunakan sinar matahari. Sedang pengeringan mekanis adalah pengeringan dengan menggunakan pengering buatan dengan menggunakan tambahan panas. Pengering mekanis ini

mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya:

- sudah tidak tergantung pada cuaca
- kapasitas pengeringan dapat disesuaikan dengan keperluan
- tidak membutuhkan tempat yang luas
- kondisi pengeringan dapat dikontrol

Pengeringan mekanis ini memerlukan energi untuk memanaskan alat pengering, memanaskan bahan yang akan dikeringkan, menguapkan air bahan serta menggerakkan udara.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan adalah:

- Faktor yang berhubungan dengan udara pengering
- faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan

Faktor yang berhubungan dengan udara pengering diantaranya suhu, kecepatan volumetrik aliran udara pengering dan kelembaban udara, sedang faktor yang berhubungan dengan sifat dari bahan yang akan dikeringkan diantaranya ukuran bahan dan kadar air dari bahan.

Makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengering, makin cepat pula proses pengeringan. Makin tinggi suhu yang dibutuhkan untuk mengeringkan suatu bahan makin besar pula kebutuhan energi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang akan dikeringkan.

Pengeringan yang terlalu cepat dapat merusak bahan yang akan dikeringkan yaitu permukaan bahan yang dikeringkan terlalu cepat kering, sehingga tidak sebanding dengan kecepatan penggerakan air bahan ke permukaan bahan. Selanjutnya air dalam bahan yang dikeringkan sudah tidak dapat lagi menguap karena sudah terhalang.

2.2 Teknologi Pengeringan Ikan

Teknologi pengeringan ikan yang dilakukan oleh pengrajin dalam pengolahan ikan pada umumnya masih bersifat tradisional, maka dari itu pengetahuan dan keterampilan dalam hal pengeringan ikan perlu ditingkatkan.

Teknologi pengeringan ikan yang baik adalah dengan melakukan suatu proses yang baik dan betul sebelum ikan tersebut dikeringkan. Proses awal adalah perlakuan-perlakuan dari ikan sebelum pengeringan yaitu; penyayatan, penghilangan kotoran, pencucian, dan penggaraman.

Pada umumnya dalam setiap melakukan proses pengolahan ikan/pengeringan ikan selalu menggunakan garam dapur/ NaCl sebagai pengawet yang mempunyai daya pengawet yang tinggi. Adapun kegunaan dari garam dapur tersebut diantaranya dapat mengurangi kadar air yang terkandung dalam daging ikan sehingga aktivitas bakteri dalam ikan menjadi terhambat. Karena ikan mudah rusak, maka pengeringan ikan adalah salah satu alternatif pengolahan ikan dengan tujuan untuk menghambat atau menghentikan aktifitas zat-zat dan mikroorganisme

perusak atau enzim-enzim yang dapat menyebabkan kerusakan.

Pada pengeringan peranan garam dapur menjadi sangat penting, mengenai jumlah atau kadar garam yang digunakan tergantung kebutuhan. Sebagai bahan tambahan sekaligus bahan pengawet kemurnian garam juga perlu diperhatikan sehingga akan mempengaruhi kualitas ikan kering hasil olahan. Bila garam yang digunakan bersih ikan hasil olahan/ikan kering berwarna putih kekuning-kuningan dan berdaging lunak.

Didalam memilih alat pengering yang akan digunakan, serta menentukan kondisi pengeringan harus diperhitungkan jenis bahan yang akan dikeringkan. Juga harus diperhitungkan hasil kering dari bahan yang diinginkan. Setiap bahan yang akan dikeringkan tidaklah sama kondisi pengeringannya, karena ikatan air dan jaringan ikatan dari tiap bahan tidak sama.

Pengeringan yang dilakukan dengan menggunakan alat mekanis (Alat pengering buatan) akan mendapatkan hasil yang baik bila kondisi pengeringan ditentukan dengan tepat dan selama pengeringan dikontrol dengan baik.

Setiap alat pengering digunakan untuk jenis bahan yang tertentu misalnya "Tray Dryer" untuk pengeringan bahan padat atau lempengan yang dikeringkan dengan sistem batch.

Peristiwa yang terjadi selama pengeringan meliputi dua proses, yaitu:

- Proses perpindahan panas, yaitu proses penguapan air dari dalam bahan atau proses perubahan bentuk cair ke bentuk gas.
- Proses pemindahan massa yaitu proses perpindahan massa uap air dari permukaan bahan ke udara.

Proses pengeringan pada bahan dimana udara pemanas dialirkan dapat dianggap suatu proses adiabatik. Hal ini berarti panas yang dibutuhkan untuk penguapan air dari bahan hanya diberikan oleh udara pengering dengan pindah panas secara konduksi atau radiasi tanpa tambahan energi dari luar. Ketika udara pengering menembus bahan basah, sebagian panas sensibel udara pengering diubah menjadi panas latent sambil menghasilkan uap air.

Proses pemindahan panas terjadi karena suhu bahan lebih rendah daripada suhu udara yang dialirkan disekelilingnya. Panas yang diberikan ini akan menaikkan suhu bahan dan menyebabkan tekanan uap air didalam bahan lebih tinggi daripada tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara yang merupakan perpindahan massa.

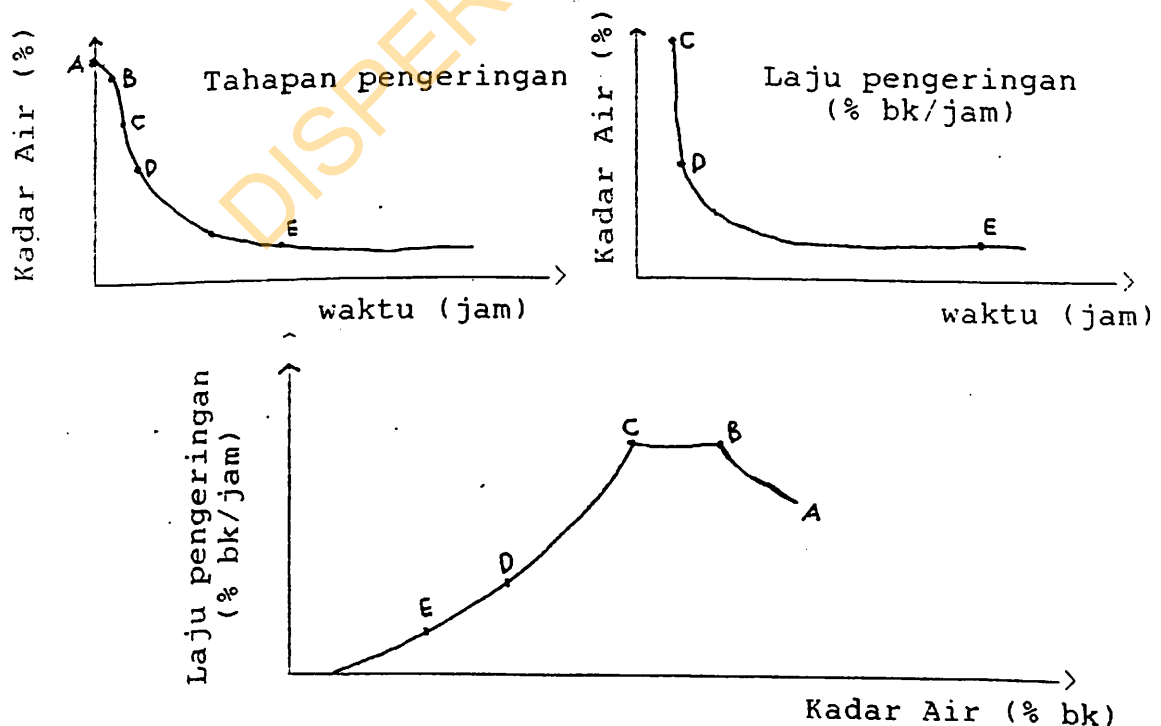
Sebelum proses pengeringan terjadi, tekanan uap air didalam bahan berada dalam keseimbangan dengan tekanan uap air di udara sekitarnya. Pada saat terjadinya pengeringan, uap panas yang dialirkan meliputi permukaan bahan akan dinaikkan tekanan uap air, terutama pada daerah permukaan, sejalan dengan kenaikan suhunya. Pada saat proses ini

terjadi, perpindahan massa dari bahan ke udara dalam bentuk uap air berlangsung atau terjadi pengeringan pada permukaan bahan.

Laju pengeringan dengan menggunakan alat pengering buatan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- Suhu dan kelembaban nisbi udara selama proses pengeringan
- Kecepatan aliran udara yang melalui satuan bobot bahan atau lamanya bahan melalui alat pengering
- Kadar air awal bahan yang dikeringkan
- Jenis bahan yang dikeringkan
- Banyaknya bahan yang dikeringkan persatuan waktu
- Suhu udara pengering pada waktu masuk dan keluar dari alat pengering.

Gambar laju pengeringan seperti di bawah ini.



Keterangan Gambar:

A - B : Periode Pemanasan

B - C : Periode laju pengeringan konstan

C : Kadar Air Kritis

C - D : Periode laju pengeringan menurun pertama

D - E : Periode laju pengeringan menurun kedua

2.3 Alat Pengering Tipe Rak

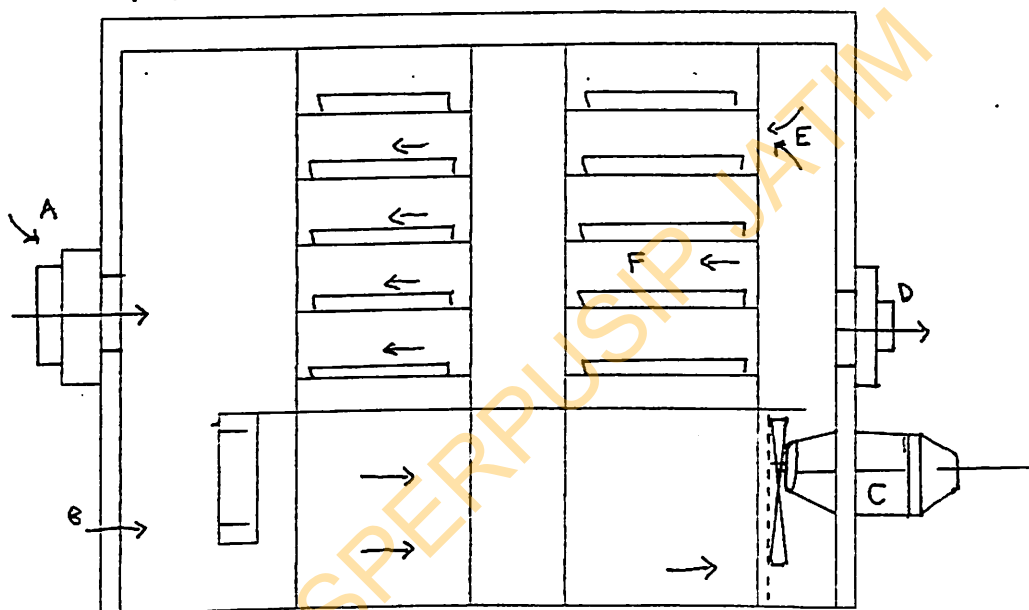
Alat pengering tipe rak mempunyai bentuk persegi dan didalamnya berisi rak-rak yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Pada umumnya rak tidak dapat dikeluarkan. Bahan diletakkan di atas rak (tray) yang terbuat dari logam dengan alas yang berlubang-lubang. Kegunaan dari lubang ini untuk mengeluarkan udara panas dan uap air. Jumlah rak yang digunakan tergantung pada keperluan, makin besar alatnya makin banyak rak yang dibutuhkan.

Pada alat pengering ini bahan selain ditempatkan langsung pada rak, dapat juga ditebarkan pada wadah lain, misalnya baki. Kemudian baki itu disusun di atas rak yang ada dalam alat pengering.

Selain pemanas udara, biasanya digunakan juga kipas/fan untuk mengatur sirkulasi udara dalam alat pengering. Udara setelah melewati kipas masuk ke dalam alat pemanas, pada alat ini udara dipanaskan lebih dahulu kemudian dialirkan diantara rak-rak yang sudah terisi bahan, suhu yang digunakan serta waktu pengeringan ditentukan menurut keadaan

bahan, suhu yang digunakan serta waktu pengeringan ditentukan menurut keadaan bahan, kadar air awal dan kadar air akhir yang diharapkan.

Arah aliran udara panas di dalam alat pengering bisa dari atas ke bawah dan bisa juga dari bawah ke atas, sesuai dengan ukuran bahan yang dikeringkan. Bila ukuran bahan yang dikeringkan agak halus maka digunakan arah aliran panas dari atas ke bawah agar bahan tidak berserakan.



Gambar Peralatan

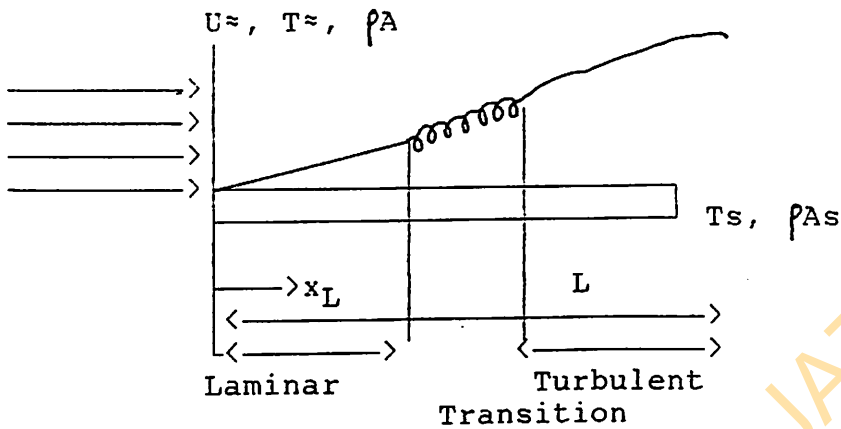
Keterangan gambar:

- A = Tempat udara masuk
- B = Alat pemanas (heater)
- C = Kipas
- D = Tempat keluar uap air
- E = Arah aliran udara panas
- F = Rak (tray)

II.4 Mass Transfer dan Heat Transfer

Menghitung mass transfer pada bidang datar (tray dryer). Dasar Teori:

A. Aliran Laminar dan Turbulent



$$Re_x = \frac{U_{\infty} \cdot L}{\nu}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Dimana : U_{∞} = kapasitas fluida, M/s

T_{∞} = temperatur fluida, °C

ρ_A = density fluida, kg/M³

ν = viscositas kinetik, M²/s

μ = viscositas absolut, kg/sM

L = panjang plate, M

Re_x = bilangan Renold

$Re_x < 10^5$ -----> aliran laminar

$Re_x \geq 3 \times 10^6$ -----> aliran turbulent

$10^5 \leq Re_x < 3 \times 10^6$ -----> aliran transition

B. Bilangan Nusselt dan Bilangan Sherwood

Bilangan Nusselt dan bilangan Sherwood untuk aliran Laminar:

$$Nux = \frac{hx \cdot x}{K} = 0,664 \cdot Rex^{\frac{1}{2}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} \quad (Pr \geq 0,6)$$

$$Shx = \frac{hx \cdot x}{D_{AB}} = 0,664 \cdot Rex^{\frac{1}{2}} \cdot Sc^{\frac{1}{3}} \quad (Sc \geq 0,6)$$

Bilangan Nusselt dan bilangan Sherwood untuk aliran turbulent:

$$Nux = \frac{hx \cdot x}{K} = 0,0296 \cdot Rex^{\frac{4}{5}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} \quad (0,6 < Pr < 60)$$

$$Shx = \frac{hx \cdot x}{D_{AB}} = 0,0296 \cdot Rex^{\frac{4}{5}} \cdot Sc^{\frac{1}{3}} \quad (0,6 < Sc < 3000)$$

Bilangan Nusselt dan bilangan untuk aliran transition :

$$Nux = (0,037 \cdot Re_L^{\frac{4}{5}} - 871) \cdot Pr^{\frac{1}{3}}$$

$$\text{Untuk } \left[\begin{array}{l} 0,6 < Pr < 60 \\ 5 \times 10^5 < Re_L \leq 10^8 \\ Rex = 5 \times 10^5 \end{array} \right]$$

$$Shc = (0,037 \cdot Re_L^{\frac{4}{5}} - 871) \cdot Sc^{\frac{1}{3}}$$

$$\text{Untuk } \left[\begin{array}{l} 0,6 \leq Sc < 3000 \\ 5 \times 10^5 < Re_L \leq 10^8 \\ Rex = 5 \times 10^5 \end{array} \right]$$

Dimana : Nu = bilangan Nusselt

Sh = bilangan sherwood

Rex = bilangan Renold

Pr = bilangan Prandtl

$$Sc = \frac{v}{D_{AB}}$$

D_{AB} = Koefisien difusi masa binar

Perhitungan Heat Transfer:

- Panas yang diperlukan untuk penguapan

$$Q = w \cdot r$$

dimana: Q = panas yang diperlukan untuk penguapan, Kcal/kg

w = bagian yang diharapkan menguap, kg

r = panas latent dari penguapan, Kcal/kg

- Panas seluruhnya yang diberikan disekeliling medium terhadap konveksi dan radiasi

$$Q = A \cdot \tau \cdot \alpha (t_d - t_{ud})$$

dimana: A = luas permukaan pengubah panas, M^2

τ = lama proses pemindahan panas, jam

α = koefisien perpindahan panas total, radiasi dan konveksi, Kcal/ M^2 jam derajat.

t_d = temperatur rata-rata permukaan dinding, derajat

t_{ud} = temperatur rata-rata udara yang lewat, derajat

$$\alpha = \alpha_c + \alpha_r$$

α_c = koefisien perpindahan panas konveksi

α_r = koefisien perpindahan panas radiasi

BAB III

BAHAN DAN METODA

III.1 Bahan

Dalam penelitian "Pengembangan Teknologi Pengeringan Ikan di Madura" bahan yang digunakan adalah bermacam-macam yaitu ikan yang dibeli di pasar dan ikan yang berada di Madura. Ikan yang dikeringkan adalah : ikan Dog-dog/Kuningan, Pirik, Layur, Plosa, dan Mujaer. Bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran adalah minyak tanah.

Bahan yang digunakan untuk peralatan pengering:

- besi siku
- pipa
- plat
- kaca
- mur
- baut
- triplek
- seng
- thermometer standard
- engsel
- dinamo
- paku

- kayu

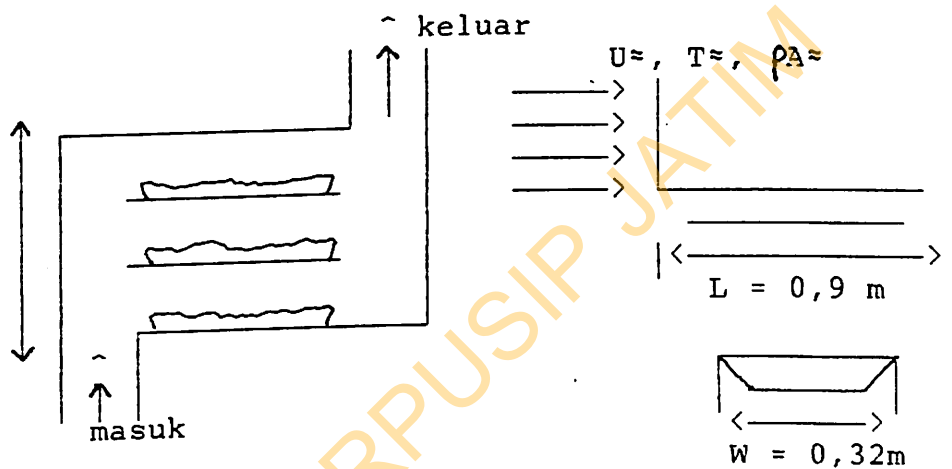
III.2 Metoda Penelitian

Dalam metoda penelitian ini meliputi 2 tahap, yaitu:

1. Metoda pendekatan disain
2. Perlakuan terhadap ikan yang akan dikeringkan.

III.2.1 Metoda Pendekatan Disain

Cara menghitung pengering tipe rak



Gambar Tray Dryer

Asumsi: $U \approx = 2 \text{ m/sec}$

$T \approx = 50^\circ\text{C}$

$\phi \approx = 46 \%$ (kelembaban)

$L = 0,9 \text{ M}$

$A = 0,9 \text{ M} \times 0,32 \text{ M} + 0,288 \text{ M}^2$

$n = \text{jumlah tray} = 3 \text{ buah}$

Data diambil dari Fundamental of Heat Transfer

Tabel 4. Thermophysical Properties of Gases at Atmospheric pressure

T udara 50°C ———> 323°K

Dari Tabel 4: pada T 300°K ———> $v = 15,89 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$
 pada T 350°K ———> $v = 20,92 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$

Jadi pada suhu 323°K:

$$\begin{aligned} v &= (15,89 + \frac{(323 - 300)}{(350 - 300)} \times (20,92 - 15,89) \times 10^{-6} \\ &= 15,89 + \frac{23}{50} + 5,03 \times 10^{-6} \\ &= 1,82 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec} \end{aligned}$$

Tabel A8. Thermophysical Properties of Saturated Water

Diambil dari data udara + H₂O

T = 298°K

$D_{AB} = 0,26 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{Sec}$

Sehingga:

$$\begin{aligned} Sc &= \frac{v}{D_{AB}} = \frac{1,82 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec}}{0,26 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}} \\ &= 0,7 > 0,6 \end{aligned}$$

Tabel A6. Thermophysical Properties of Saturated Water

Pada suhu 50°C = 323°K

T = 320°C ———> $V_g = 13,98 \text{ m}^3/\text{kg}$

T = 325°C ———> $V_g = 11,06 \text{ m}^3/\text{kg}$

V_g = saturated vapour

Jadi pada suhu 323°K :

$$\begin{aligned} V_g &= 13,98 + \frac{(323 - 320)}{(350 - 320)} \times (11,06 - 13,92) \\ &= 13,98 + 3/5 (11,06 - 13,92) \\ &= 12,228 \text{ M}^3/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\rho_g = 1/V_g = 1/12,228 = 0,082 \text{ kg/M}^3$$

Maka ReL bisa dihitung:

$$\begin{aligned} \text{ReL} &= \frac{U \cdot L}{\nu} = \frac{2 \text{ M/sec} \times 0,9 \text{ M}}{1,82 \times 10^{-5} \text{ M}^2/\text{sec}} \\ &= 0,99 \times 10^5 < 10^5 \text{ ----> aliran laminar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sh}_x &= \frac{h_m \cdot L}{D_{AB}} = 0,664 \cdot \text{Re}_x^{1/2} \cdot \text{Sc}^{1/3} \\ &= 0,664 \times (0,99 \times 10^5)^{1/2} \times 0,7^{1/3} \\ &= 0,664 \times 311,4 \times 0,9 \\ &= 186,1 \end{aligned}$$

$$\frac{h_m \cdot L}{D_{AB}} = 186,1$$

$$\begin{aligned} h_m &= 186,1 \times D_{AB} / L \\ &= 186,1 \times \frac{0,26 \times 10^{-4} \text{ M}^2/\text{sec}}{0,9 \text{ M}} \\ &= 5,37 \times 10^{-4} \text{ M/sec} \end{aligned}$$

Density uap pada permukaan :

$$1 = \frac{p}{p_{\text{sat}, T \approx}} \longrightarrow p_{\text{sat}} = p_{\text{sat}}(T_{\text{sat}})$$
$$\phi = 1005\%$$

Density uap pada aliran bebas:

$$0,46 = \frac{p}{p_{\text{sat}}(T \approx)} \longrightarrow p_{A \approx} = 0,46 p_{\text{sat}, T_{\text{sat}}}$$

Mass transfer dari permukaan ke udara:

$$\begin{aligned} n &= h_m \times A \times (p_{As} - p_{A \approx}) \\ &= h_m \times A \times (p_{\text{sat}}(T_{\text{sat}}) - \phi (p_{\text{sat}, T \approx}) \\ &= 5,37 \times 10^{-3} \text{ M/sec} \times 0,288 \times 0,08 \text{ kg/M}^3 (1 - 0,46) \\ &= 0,7 \times 10^{-4} \text{ kg/sec} \end{aligned}$$

Bila pada $T = 0$ kandungan air pada ikan 70% berat dan pada saat selesai pengeringan pada $T = T^1$ kandungan air pada ikan 20% maka untuk tiap total berat ikan yang dikeringkan perlu penguapan air.

Kapasitas 10 kg bahan basah (ikan Basah)

Kadar air awal $\longrightarrow 70\%$

Kadar air Akhir $\longrightarrow 20\%$

Suhu pengeringan $\longrightarrow 50^\circ\text{C}$

Untuk berat ikan 10 kg, maka berat ikan saja:

$$= (1 - 0,7) \times 10 \text{ kg} = 3 \text{ kg}$$

$$\text{Berat air } 0,7 \times 10 \text{ kg} = 7 \text{ kg}$$

Setelah pengeringan kadar air = 20%

$$\text{Berat uap saja} = 0,2/0,8 \times 3 \text{ kg} = 0,75 \text{ kg}$$

Jadi berat air yang diuapkan = $(7 - 0,75) \text{ kg} = 6,25 \text{ kg}$

Kapasitas penguapan untuk semua tray bisa dihitung:

$$\begin{aligned} &= 3 \times 0,7 \times 10^{-4} \text{ kg/sec} \\ &= 2,1 \times 10^{-4} \text{ kg/sec} \times 3600 \text{ sec/hr} \\ &= 0,756 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

Lama pengeringan untuk 10 kg ikan:

$$\begin{aligned} &= 6,25 \text{ kg} / 0,756 \text{ kg/hr} \\ &= 8,2 \text{ hr} = 8,2 \text{ jam} \end{aligned}$$

Kapasitas udara untuk:

$$\begin{aligned} &= (0,65 \times 0,32 \times 2) \text{ M}^3/\text{sec} \\ &= 0,416 \text{ M}^3/\text{sec} \\ &= 0,416 \text{ M}^3/\text{sec} \times 60 \text{ sec/min} = 24,96 \text{ M}^3/\text{min} \\ &= 24,96 \times \left(\frac{273}{273 + 50} \right) = 20,79 \text{ NM}^3/\text{min} \end{aligned}$$

Perhitungan Heat Transfer

Panas yang diperlukan untuk penguapan:

$$Q = W \cdot r$$

Dimana : Q = panas yang diperlukan untuk penguapan

W = bagian yang diharapkan menguap, kg

r = panas latent dari penguapan, Kcal/kg

(dari tabel 3 ---> sumber Earle, 1969)

panas latent = 971 Btu/lb = 539 Kcal/kg

$$Q = 6,25 \text{ kg} \times 539 \text{ Kcal/kg}$$

=

Menghitung kebutuhan energi/10 kg ikan

Data panas jenis ikan dapat dilihat pada lampiran 6
(sumber Earle 1969):

Pada ikan t beku = 28°F

K Air = 70%

panas jenis ikan = 0,76 Btu/lb °F
= 0,76 Kcal/kg °C

Panas latent bisa dilihat di tabel 3 (Earle, 1969)

= 971 Btu/lb = 539 Kcal/kg

Panas jenis udara sumber Earle 1969 Lampiran 8

= 0,24 Btu/lb °F = 0,24 Kcal/kg °C

Kebutuhan energi/10 kg bahan (ikan):

$$Q = (50 - 35) \times 0,76 + 6,25 \times 539 + 0,24 (35 - 30) \\ = 3381,35 \text{ Kcal/10 kg ikan}$$

Panas seluruhnya yang diberikan di sekeliling medium
terhadap konveksi dan radiasi:

$$Q = A \cdot T \cdot \alpha (t_d - t_{ud})$$

Dimana: A = luas permukaan pengubah panas, M²

T = lamanya proses perpindahan panas, jam

α = koefisien perpindahan panas total, radiasi dan konveksi, Kcal/M² jam derajat

t_d = temperatur rata-rata permukaan dinding

t_{ud} = rata-rata temperatur udara yang lewat,

derajat

$$\alpha = \alpha_c + \alpha_r$$

α_c = koefisien perpindahan panas konveksi

α_r = koefisien perpindahan panas radiasi

Menurut empiris perpindahan panas konveksi dapat dihitung:

$$\alpha^c = 1,7 \sqrt[4]{t_d - t_{ud}}$$

$$= 1,7 \sqrt[4]{50 - 30}$$

$$= 3,6$$

Koefisien perpindahan panas radiasi dapat dihitung:

$$\alpha^r = \frac{C \left[\frac{T_d^4}{100} - \frac{T_{ud}^4}{100} \right]}{t_d - t_{ud}}$$

$T_d = 273 + t_d$ suhu absolut radiasi dinding, °K

$T_{ud} = 273 + t_{ud}$ adalah suhu absolut sekeliling bahan, °K

C = koefisien radiasi dari benda abu Kcal/
 M^2 jam °K, yang tergantung dari jenis permukaan:

$$= 4,60 \text{ kcal}/M^2 \text{ jam } ^\circ K$$

$$\alpha_r = 4,6 \left[\frac{323^4}{100} - \frac{303^4}{100} \right]$$

$$323 - 303$$

$$= 5,64$$

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \alpha_c + \alpha_r \\
 &= 3,6 + 5,64 \\
 &= 9,24
 \end{aligned}$$

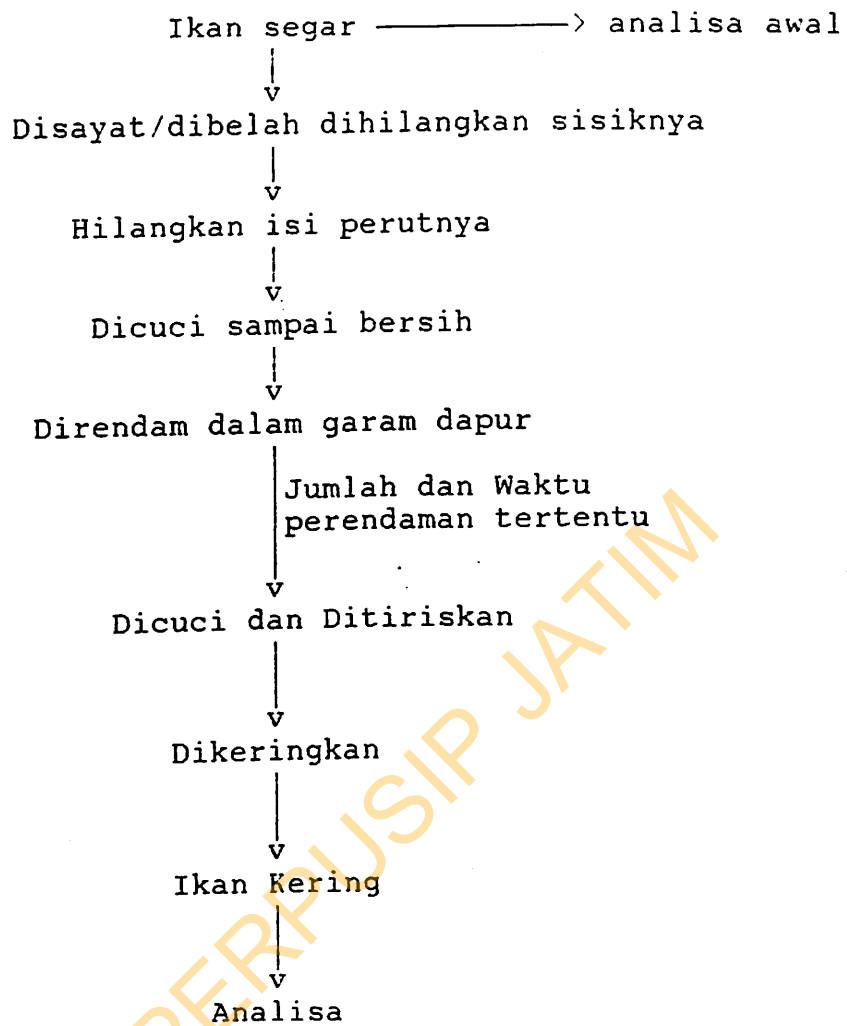
$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot T \cdot \alpha (t_d - t_{ud}) \\
 &= 0,288 \text{ m}^2 \times 8,2 \text{ jam} \times 9,24 \text{ kcal/m}^2 \text{ jam}^\circ\text{K} (323-303) \\
 &= 436,42 \text{ Kcal.}
 \end{aligned}$$

III.2.2 Perlakuan Terhadap Ikan yang Akan Dikeringkan

Didalam pembuatan ikan kering bahan baku yang digunakan adalah bermacam-macam jenis ikan yang masih dalam keadaan utuh dan baik. Kemudian ikan disayat, dihilangkan sisiknya, juga dihilangkan isi perutnya dan dicuci sampai bersih. Ikan yang sudah bersih direndam dalam garam dapur dengan jumlah dan waktu perendaman tertentu. Kemudian dicuci dan ditiriskan selama satu jam, setelah itu ikan siap untuk dikeringkan. Hasil ikan kering dianalisa untuk uji kimia dan mikrobiologi.

Skema Pembuatan Ikan Kering:

Skema Pembuatan Ikan Kering :



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 HASIL PERCOBAAN

Alat pengering tipe rak hasil rancangan Balai Industri Surabaya berfungsi untuk mengeringkan ikan menjadi ikan kering.

Peralatan tersebut dirancang dan dirakit sedemikian sehingga proses pengeringan berjalan lebih cepat dengan suhu yang tidak terlalu tinggi. Alat pengering tipe rak ini mempunyai beberapa bagian, yaitu:

- Ruang Pengering

Alat pengering ini terdiri dari beberapa rak, tempat mengeringkan ikan yang terbuat dari besi, sedang dindingnya terbuat dari triplek yang dilapisi dengan bahan seng, pemasangan dengan mur dan baut, dinding tersebut adalah sebelah kiri, kanan dan belakang serta atap. Pintu terbuat dari kaca dan plat untuk melihat suhu yang dipasang pada ruang pengering dan ikan yang dikeringkan bisa dilihat dari luar, thermometer standar, pintu dan atap atas dipasang menggunakan engsel. Pengering ini disangga dengan tiang

yang terbuat dari besi dan besi siku.

Didalam ruang pengering berisi tiga sap untuk menyusun rak:

- jarak antar rak 270 mm
- tinggi penyangga 250 mm
- unit pemanas terdiri dari pipa pemanas dengan diameter $\pm 2,5 - 3$ inc, besi siku dan plat
- Kipas penghembus udara (Blower) dengan elektromotor ketegangan 1/4 HP, putaran 3000-3600 rpm, diameter 2 inc, 50 Hz yang berguna untuk menghembuskan udara panas ke ruang pengering.

Spesifikasi dari alat pengering tipe rak tersebut

adalah sebagai berikut:

- | | |
|--|-----------------------------|
| - Kapasitas pengeringan | 10 kg ikan |
| - Suhu Pengeringan | 50°C |
| - Waktu pengeringan | 2 jam |
| - Jumlah tray (rak) | 3 buah |
| - Tenaga motor yang digunakan | 1/4 HP |
| - Putaran | 3000-3600 rpm |
| - Mass transfer | $0,7 \times 10^{-4}$ kg/sec |
| - Kapasitas penguapan untuk semua tray (rak) | 0,756 kg/jam |
| - Panas yang diperlukan untuk penguapan | 3368,75 kcal |
| - Kebutuhan energi/10 kg ikan | 3381,35 kcal |
| - Panas yang diberikan disekeliling | 436,42 kcal |

medium terhadap konveksi dan radiasi

Tabel 1. Hasil Analisa Berbagai-macam Ikan Sebelum Pengeringan

No.	Kriteria Uji	Hasil Analisa
1.	Kadar air (105°C)	72,67 - 78,46 %
2.	Kadar Abu	1,10 - 1,60 %
3.	Kadar Lemak	1,68 - 4,41 %
4.	Kadar Protein	19,14 - 21,76 %

Tabel 2. Hasil Analisa berbagai-macam ikan kering menggunakan alat pengering tipe rak

No.	Kriteria Uji	Satuan	Hasil Analisa
1.	Uji Kimia		
	- Kadar Air (105°C)	% b/b	12,12 - 15,57
	- Kadar Abu Total	% b/b	16,22 - 19,08
	- Kadar Garam NaCl	% b/b	6,62 - 14,30
	- Kadar Abu tak larut asam	% b/b	0,47 0,57
2.	Uji Mikrobiologi		
	- TPC	-	4400 - 6000
	- E. coli	-	negatif
	- Kapang	-	negatif

Jenis ikan yang dicoba:

- Dog-dog
- Pirik
- Layur
- Mujaer
- Plosa

Suhu pengeringan : 50°C

Waktu pengeringan : 8 jam

4.2 PEMBAHASAN

Pada percobaan alat pengering tipe rak ada sedikit

kendala yaitu pada waktu pengeringan sirkulasi udara panas agak kurang pada susunan rak sebelah atas sehingga pada rak tersebut mengalami keterlambatan pada waktu pengeringan sehingga perlu adanya pengubahan susunan rak. Rak bagian bawah mengalami pengeringan lebih cepat karena rak tersebut berdekatan dengan unit pemanas.

Didalam proses pengeringan ikan dimana udara panas dialirkan maka dapat dianggap suatu proses tersebut adalah adiabatik. Jadi panas yang dibutuhkan untuk penguapan air dari ikan hanya diberikan oleh udara pengering dengan perpindahan panas secara konduksi atau radiasi tanpa tambahan energi dari luar. Pada waktu udara pengering menembus ikan basah sebagian panas sensible udara pengering diubah menjadi panas latent sambil menghasilkan uap air.

Ikan kering yang diperoleh rata-rata mempunyai kadar air $< 20\%$ sehingga pada kadar air tersebut mikroorganisme sudah tidak bisa tumbuh.

Arah aliran udara panas didalam alat pengering tipe rak ini dibuat dari bawah ke atas karena bahan yang dikeringkan berukuran besar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian "Pengembangan Teknologi Pengeringan Ikan di Madura" dengan menggunakan alat pengering mekanis tipe rak dapat disimpulkan:

- Peralatan pengering ini berkapasitas ± 10 kg ikan basah dengan suhu pengeringan 8 jam, mampu mengeringkan ikan dengan kadar air $\pm 70\%$ menjadi ikan kering dengan kadar air $< 20\%$ sehingga menghasilkan produk yang baik.
- Hasil ikan kering yang diperoleh dari pengeringan menggunakan pengering mekanis tipe rak ini diuji secara kimia dan mikrobiologi.
- Dari uji kimia diperoleh hasil sebagai berikut:

Kadar air (% b/b)	: 12,12 - 15,51
Kadar garam (% b/b)	: 6 - 14,30
Abu yang tak larut asam (% b/b)	: 0,47 - 0,57
Abu total (% b/b)	: 16,22 - 19,08
- Dari uji mikrobiologi diperoleh hasil sebagai berikut:

E. coli	: negatif
Kapang	: negatif
TBC	: 4400 - 6000

Masih memenuhi syarat.

- Berat ikan keseluruhan sbelum dikeringkan 10 kg setelah dikeringkan berat ikan menjadi 4 kg (ikan kering) dengan lama pengeringan 8 jam.
- Pengeringan ikan yang baik dengan memperhatikan waktu dan suhu pengeringan. Pengeringan dengan suhu yang terlalu tinggi akan merusak bahan/ikan yang akan dikeringkan, ini disebabkan karena permukaan bahan terlalu cepat kering, sehingga akan menghambat penguapan air yang ada dalam bahan. Akibatnya kegiatan bakteri yang masih aktif menyebabkan pembusukan.
- Di dalam pembuatan alat pengering tipe rak ini disarankan untuk bisa dibuat dengan kapasitas yang lebih besar sehingga bisa lebih dapat diterapkan ke parajin yang membutuhkan alat dengan kapasitas yang besar terutama pada musim ikan.

DAFTAR PUSTAKA

Frank. P Incropion, David P. Dewitt, Fundamental of Heat Transfer.

Gunarif Taib, Gumbira Said, Sutedja Wiraatmadja, Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian.

Mc Graw Hill International Book Cs, Warren L. Mc Cabe, Juli an C. Smith and Peter Harriot E. Jasjfi, Unit Operation of Chemical Engineering, Fourth Edition.

Robert H. Perry/Cecil H. Chilton, Mc Graw Hill Kogakusha, Chemical Engineers Hand Book, Fifth Edition.

Suharto, Ir. Teknologi Pengolahan Pangan.