

**ANALISIS HUBUNGAN AKTIVITAS AIR (Aw)  
DAN KADAR AIR KESETIMBANGAN  
PADA SOSIS SAPI**



Mark UPT Perpustakaan  
UNIVERSITAS JEMBER

**KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)**



Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk  
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu  
Pada Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Oleh :

**ANIP RIANA**

**NIM : 991710201039**

: Hadiah  
Pembelian  
: Tgl, 15 SEP 2003  
: No. Induk:

S  
Klass

641.36

RJA

a

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2003**

*M O T T O*

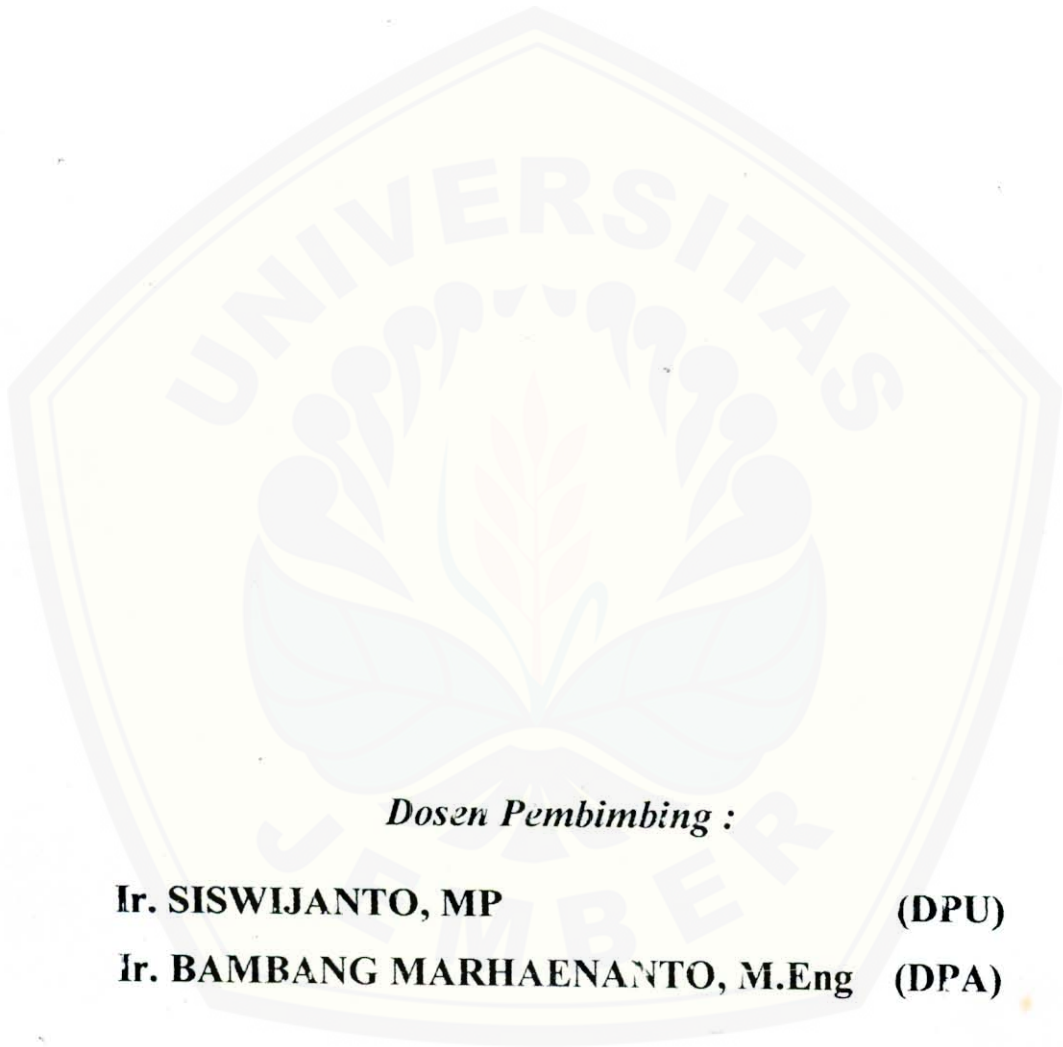
- ❖ *Hanya orang-orang picik yang menganggap dunia ini segala-galanya  
Hanya orang bodoh yang tidak memanfaatkan dunia ini untuk akhiratnya  
Silahkan engkau mengembara dan berburu seraya berpacu dengan masa  
Masa yang telah disumpahi oleh sang khalik  
Tapi tetap dengan keyakinan yang menghunjam  
Usaha akan sampai ... (Abhasbi)*
  
- ❖ *Kematian, kesakitan, dan penderitaan bukanlah hukuman atas kegagalan  
manusia, melainkan merupakan bagian dari rencana Tuhan yang sulit  
digambarkan. Terkadang segala sesuatu yang menimpa manusia merupakan  
misteri yang tak perlu dijawab*
  - ❖ *Hai ... engkau benar pengagum Cinta  
Karena setiap bentuk kehidupan disebabkan ketulusan Cinta  
Dan engkau yang bahagia dengan hidupmu  
Hanya karena sanggup memahami  
Dan mau bertindak atas universalitas CINTA ...*
  
- ❖ *Tiga orang yang selalu diberi pertolongan oleh Allah adalah seorang mujahid yang  
selalu memperjuangkan agama Allah, seorang penulis yang selalu memberi pena war,  
dan seorang yang menikah untuk menjaga kehormatannya (HR. Tabrani)*
  
- ❖ *Dan... janganlah menghambur-hamburkan (hartamu) secara boros. Sesungguhnya orang-  
orang yang boros adalah saudara setan. Dan setan itu adalah makhluk yang ingkar  
kepada Tuhannya (Al-Isra' : 26-27).*



PERSEMBAHAN

**Alhamdulillah, puji syukur kehadiran-Mu, ya Allah, hanya dengan kekuatan dan bimbingan-Mu karya kecil ini akhirnya terwujud, yang dengan bangga kupersembahkan untuk :**

- ♥ *Islam, agama pembimbing dan penerang hidupku*
- ♥ *Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah dengan tulus mendidik dan melindungiku semenjak kecil hingga dewasa. terima kasih atas do'a dan kasih sayangmu yang tak terbatas, semoga Allah SWT membalas apa yang telah kalian korbankan dengan beribu kebaikan serta kemuliaan dunia akhirat*
- ♥ *My great husband, Ahmad Jabil, S.Tp, thank's for your love, and I'll never forget your kindness & advices*
- ♥ *My sweetie child, I'am so proud of you because you are my dream*
- ♥ *Kakakku Mas Yudha & Mbak Dini terima kasih atas dukungannya, tak lupa kedua adikku Fata & Lia teruskan belajar kalian dan jadilah yang lebih baik dari kakakmu*
- ♥ *Sahabatku Atien, atas perhatian dan bantuannya selama aku skripsi. Thank's yo Tien ...*
- ♥ *Temen-temen terbaikku : Dwi, Ika, Anam, Haris, Kakak, Wiwid & Ana, serta friends KKN: Luthfi, Diana, Sandy, Agus, Faisol, kenangan di PPG takkan pernah kulupakan*
- ♥ *Saudaraku di HSI KOM TP teruskan perjuanganmu dan yakin usaha sampai*
- ♥ *Bolo-bolo di KALEM : Anies, Uthie & Ida semoga persahabatan kita takkan terpisah oleh jarak dan waktu*
- ♥ *Konco-koncoku Angkatan '99 terima kasih atas kerjasamanya, sukses selalu dan bersama-sama sukses*
- ♥ *Almamater yang aku banggakan*



*Dosen Pembimbing :*

**Ir. SISWIJANTO, MP (DPU)**

**Ir. BAMBANG MARHAENANTO, M.Eng (DPA)**



HALAMAN PENGESAHAN

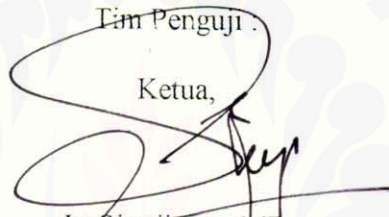
Diterima oleh  
Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember  
Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

---

Dipertanggungjawabkan pada :  
Hari : Kamis  
Tanggal : 21 Agustus 2003  
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Tim Penguji :

Ketua,



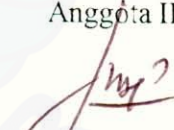
Ir. Siswanto, MP  
NIP. 130 802 225

Anggota I



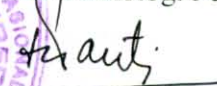
Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng  
NIP. 131 918 530

Anggota II



Ir. Suryanto, MP  
NIP. 131 759 841

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS  
NIP. 130 350 763

## KATA PENGANTAR

Dengan hati yang tulus ikhlas penulis memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan kasih sayang yang tiada ternilai sehingga penulisan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) dengan judul : "ANALISIS HUBUNGAN AKTIVITAS AIR (Aw) DAN KADAR AIR KESETIMBANGAN PADA SOSIS SAPI" dapat diselesaikan dengan baik.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Pendidikan Strata Satu, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi pertanian, Universitas Jember.

Dengan penuh rasa hormat, penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Hj. Ir. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Siswijanto, MP selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan motivasi dan pemikiran yang luas dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA I) yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Suryanto, MP selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA II) yang telah memberikan masukan dan koreksi pada penulisan skripsi ini.
5. Staff dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian Jember yang telah membantu dalam kegiatan akademis di kampus.
6. Teman-temanku angkatan '99 Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
7. Dan semua pihak yang telah banyak mendukung terselesainya penulisan skripsi ini.

Dengan tulus dan penuh kerendahan hati penulis menyadari, bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pengembangan nuansa keilmuan, khususnya pembaca yang berdisiplin ilmu bidang pertanian dan masyarakat luas pada umumnya.

Jember, Agustus 2003

Penulis





DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN DOSEN PEMBIMBING</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>RINGKASAN</b> .....	xiii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sosis .....	4
2.1.1 Pembuatan sosis .....	4
2.1.2 Komposisi Kimia Sosis .....	6
2.2 Penyimpanan Dingin .....	7
2.3 Aktivitas Air (Aw) .....	9
2.4 Kadar Air Setimbang .....	11
2.5 Kurva Isoterme Sorpsi Lembab .....	14

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	17
3.2.1 Alat Penelitian .....	17
3.2.2 Bahan Penelitian .....	17
3.3 Metode Penelitian .....	17
3.3.1 Pendekatan Teori .....	17
3.3.2 Pengambilan Data .....	18
3.3.3 Pelaksanaan Kegiatan .....	19
3.4 Metode Analisis .....	20
3.4.1 Analisis Grafis .....	20
3.4.2 Analisis Statistik .....	20

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Kadar Air Kesetimbangan Observasi .....	22
4.2 Isotermi Sorpsi Lembab .....	25
4.3 Penentuan Nilai Konstanta $c$ dan $n$ .....	27
4.4 Kadar Air Kesetimbangan Prediksi .....	31
4.5 Uji Validitas .....	33
4.5.1 Analisis Grafis .....	33
4.5.2 Analisis Statistik .....	36

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	38
5.2 Saran .....	38

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

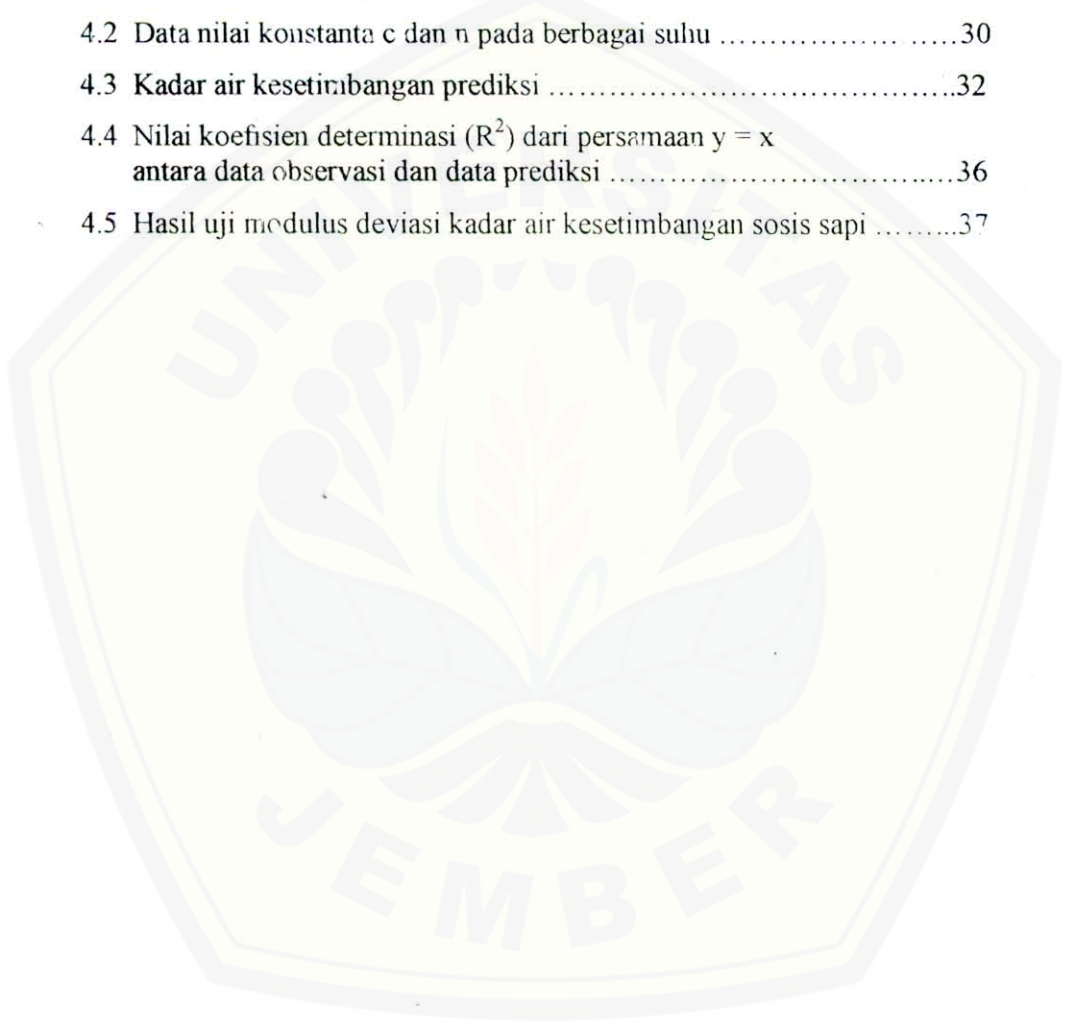
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Bentuk Umum Kurva Sorpsi Kadar Air Isothermis .....	15
4.1 Grafik hubungan kadar air setimbang observasi dengan $A_w$ .....	25
4.2 Grafik untuk menentukan konstanta $c$ dan $n$ pada suhu $3^\circ\text{C}$ .....	28
4.3 Grafik untuk menentukan konstanta $c$ dan $n$ pada suhu $7^\circ\text{C}$ .....	28
4.4 Grafik untuk menentukan konstanta $c$ dan $n$ pada suhu $11^\circ\text{C}$ .....	29
4.5 Grafik untuk menentukan konstanta $c$ dan $n$ pada suhu $29^\circ\text{C}$ .....	29
4.6 Grafik hubungan konstanta $c$ sebagai fungsi suhu .....	30
4.7 Grafik hubungan konstanta $n$ sebagai fungsi suhu .....	31
4.8 Kurva isoterme sorpsi lembab antara kadar air observasi dan prediksi .....	32
4.9 Grafik Hubungan Me Prediksi dengan Me Observasi pada suhu $3^\circ\text{C}$ .....	34
4.10 Grafik Hubungan Me Prediksi dengan Me Observasi pada suhu $7^\circ\text{C}$ .....	34
4.11 Grafik Hubungan Me Prediksi dengan Me Observasi pada suhu $11^\circ\text{C}$ .....	35
4.12 Grafik Hubungan Me Prediksi dengan Me Observasi pada suhu $29^\circ\text{C}$ .....	35



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Daya simpan beberapa produk tanaman dan hewan .....	1
2.1 Komposisi kimia sosis Bologna daging sapi .....	7
2.2 Hubungan antara suhu dan RH pada penyimpanan daging ..	9
4.1 Kadar air setimbang sosis sapi berdasarkan basis kering (db) .....	24
4.2 Data nilai konstanta c dan n pada berbagai suhu .....	30
4.3 Kadar air kesetimbangan prediksi .....	32
4.4 Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) dari persamaan $y = x$ antara data observasi dan data prediksi .....	36
4.5 Hasil uji modulus deviasi kadar air kesetimbangan sosis sapi .....	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data hasil pengukuran kadar air awal sosis sapi berdasarkan Berat basah .....	40
2. Data hasil pengukuran kadar air setimbang sosis sapi pada suhu 3°C .....	41
3. Data hasil pengukuran kadar air setimbang sosis sapi pada suhu 7°C .....	42
4. Data hasil pengukuran kadar air setimbang sosis sapi pada suhu 11°C .....	43
5. Data hasil pengukuran kadar air setimbang sosis sapi pada suhu 29°C .....	44
6. Data analisis regresi kadar air sosis sapi .....	45
7. Data penentuan konstanta c dan n .....	47
8. Data analisis kadar air prediksi sosis sapi .....	48
9. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) Me .....	49
10. Uji modulus deviasi Me .....	51
11. Contoh perhitungan penentuan kadar air sosis sapi prediksi .....	53

**ANIP RIANA (991710102039) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Judul Penelitian “Analisis Hubungan Aktivitas Air (Aw) dan Kadar Air Kesetimbangan pada Sosis Sapi”. Dosen Pembimbing Utama Ir. Siswijanto, MP, Dosen Pembimbing Anggota Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.**

### RINGKASAN

Bahan hasil pertanian jika diletakkan dalam udara terbuka kadar airnya akan mencapai kesetimbangan dengan kelembaban udara sekelilingnya. Konsep ini dikenal dengan nama Kadar Air Kesetimbangan (EMC). Penentuan nilai kesetimbangan sangat dibutuhkan dalam perencanaan pengeringan maupun penyimpanan. Hal ini berguna untuk memperkirakan pertambahan atau pengurangan kadar air pada kondisi suhu dan RH tertentu.

Sosis daging sapi merupakan salah satu makanan olahan yang mudah mengalami kerusakan karena kandungan airnya yang cukup tinggi ( $\pm 60\%$ ) sehingga aktivitas airnya (Aw) juga cukup tinggi untuk menunjang pertumbuhan mikroorganisme. Dengan pengaturan suhu dan kelembaban pada ruang penyimpanan diharapkan dapat meminimalkan terjadinya kerusakan sehingga memperpanjang masa simpan sosis.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konstanta  $c$  dan  $n$  dari model Henderson dan mengetahui kadar air setimbang sosis dalam kondisi kelembaban relatif (RH) tertentu dengan beberapa variasi suhu ruang tertentu.

Penelitian ini dilakukan dengan cara menyimpan sampel sosis dalam suatu ruangan yang suhu dan RHnya tertentu sampai mencapai kesetimbangan dengan lingkungannya. Untuk mengkondisikan ruangan dipakai bahan kimia berupa larutan garam jenuh  $KNO_3$  (95%),  $KCl$  (88%),  $NaCl$  (79%) dan  $NaNO_3$  (69%) dengan variasi suhu  $3^\circ C$ ,  $7^\circ C$ ,  $11^\circ C$  dan  $29^\circ C$ .

Hasil penelitian menunjukkan nilai konstanta  $c$  dan  $n$  sebagai fungsi suhu ( $T$ ) sebesar  $0,0017 T + 0,0466$  untuk konstanta  $c$  dan  $0,0018 T + 0,778$  untuk konstanta  $n$ . Hasil uji analisis regresi dan modulus deviasi menunjukkan bahwa penelitian yang dihasilkan menunjukkan keadaan yang sebenarnya sehingga konstanta  $c$  dan  $n$  yang dihasilkan dapat digunakan untuk menghitung kadar air kesetimbangan pada sosis pada berbagai suhu dan kelembaban.

Kata Kunci : Kadar air kesetimbangan, sosis sapi.





## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara tropis, dimana suhu dan kelembaban udara selalu mengalami perubahan. Kondisi demikian sangat berpengaruh besar pada produk hasil pertanian, khususnya dalam hal penyimpanannya. Penyimpanan yang dilakukan pada kondisi tersebut dapat terjadi proses desorpsi (pelepasan) maupun adsorpsi (penyerapan) uap air dari udara lingkungan. Kedua proses ini secara umum merupakan proses pindah massa yang menggambarkan aktivitas air produk terhadap adanya perubahan lingkungan. Besarnya nilai aktivitas air, sangat dipengaruhi oleh suhu dan perbedaan tekanan uap antara produk dengan udara lingkungan.

Bahan pangan hasil pertanian merupakan komoditi yang mudah rusak, mereka mulai mengalami kerusakan dalam waktu singkat setelah panen, pengumpulan atau pemotongan. Beberapa kerusakan dapat disertai dengan terbentuknya senyawa beracun, kerusakan yang lain dapat menyebabkan hilangnya nilai gizi. Di bawah ini contoh daya simpan beberapa tanaman dan hewan.

Tabel 1.1 Daya simpan beberapa produk tanaman dan hewan.

Produk Bahan Pangan	Daya simpan pada suhu 70° F (hari)
Daging hewan	1-2
Ikan	1-2
Unggas	1-2
Daging dan ikan kering, asin, asap	360 atau lebih
Buah-buahan	1-7
Buah-buahan kering	360 atau lebih
Sayuran berdaun	1-2
Umbi-umbian	7-20

Sumber : Norman W. Desrosier

Daging hewan hanya mempunyai masa simpan maksimal 2 hari pada suhu 70° F sehingga bahan ini termasuk produk yang mudah rusak. Hal ini disebabkan karena daging disimpan dalam keadaan segar dan jaringan yang masih hidup mempunyai resistensi terhadap kegiatan yang merusak dari mikroba.

Sosis daging sapi merupakan salah satu bentuk makanan olahan yang mempunyai masa simpan pendek jika di simpan pada suhu kamar ( $\pm 25^{\circ}$  C). Berdasarkan informasi dari beberapa kemasan produk sosis, sosis daging sapi hanya mampu bertahan selama 24 jam. Hal ini disebabkan karena kadar air sosis yang tinggi yaitu mencapai 60%. Sebagai produk komersial, sosis dibuat sedemikian rupa sehingga disukai oleh konsumen. Salah satu faktor yang mempengaruhi pilihan konsumen terhadap suatu produk pangan adalah tekstur. Salah satu parameter tekstur yang dipakai ialah keempukan.

Kebanyakan bahan pangan mempunyai nilai Aw (aktivitas air) lebih dari 0,80 pada saat dikonsumsi. Alasan mengapa bahan pangan banyak dikonsumsi dalam keadaan nilai Aw tinggi, karena konsumen menyukai bahan pangan yang agak basah serta mudah dikunyah. Jadi kebasahan, empuk, mudah dikunyah, serta terasa adanya cairan pada mulut saat bahan pangan dikunyah (*juicy*) merupakan faktor-faktor tekstur yang dikehendaki. Sebaliknya kondisi bahan pangan yang kering sekali, sangat keras, dan tidak mudah dikunyah merupakan faktor-faktor tekstur yang tidak diharapkan (Purnomo, 1995).

Pada umumnya untuk memperoleh tekstur yang dikehendaki tentunya kadar air produk menjadi cukup tinggi, yang berarti juga nilai Aw-nya cukup tinggi untuk menunjang pertumbuhan mikroorganisme. Jika dikeringkan sampai nilai Aw tertentu sehingga pertumbuhan mikroorganisme dapat terhenti biasanya tekstur bahan menjadi terlalu kering dan keras. Untuk mempertahankan tekstur yang diinginkan maka harus dipelajari lebih banyak karakteristik suatu bahan termasuk dalam penyimpanannya.

Pengolahan dan pengawetan bahan pangan bertujuan memperpanjang daya simpannya, sehingga dapat didistribusikan lebih luas lagi tanpa mengalami kerusakan. Banyak cara pengolahan dan pengawetan bahan pangan, antara lain dengan mengurangi jumlah air yang tersedia bagi pertumbuhan mikroorganisme.



Pengetahuan tentang Aw diperlukan untuk mengendalikan perubahan-perubahan dalam bahan pangan baik yang bersifat kimiawi, fisik maupun mikrobiologik, sehingga dapat diproduksi bahan yang awet dan tetap bergizi. Disamping itu Aw juga sangat penting peranannya dalam proses penyimpanan.

## 1.2 Permasalahan

Sebagian besar pengolahan pangan bertujuan untuk memproduksi produk yang stabil mikrobiologis, tetapi dapat mengakibatkan tekstur yang tidak dikehendaki, atau produk dengan tekstur yang diterima oleh konsumen tetapi cenderung mudah rusak karena kerja mikroorganisme sebagai akibat kadar air atau nilai Aw yang cukup tinggi.

Sosis daging sapi, yang merupakan produk basah, mempunyai Aw yang cukup tinggi. Karena tingginya Aw ini sosis hanya mampu bertahan selama 24 jam jika disimpan pada suhu ruang. Agar sosis mempunyai masa simpan yang panjang maka harus diperhatikan kondisi ruang penyimpanannya. Dengan pengaturan suhu dan kelembaban pada ruang penyimpanan diharapkan dapat meminimalkan terjadinya kerusakan sehingga memperpanjang masa simpan sosis.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk:

1. Menentukan konstanta  $c$  dan  $n$  dari model persamaan Henderson.
2. Mengetahui kadar air setimbang sosis dalam kondisi kelembaban relatif (RH) tertentu dengan beberapa variasi suhu ruang tertentu.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan nantinya dapat menambah informasi tentang karakteristik sosis sapi dalam penentuan kondisi penyimpanan yang baik untuk menjaga mutu bahan dan menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya.





## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sosis

Sosis pertama kali diperkenalkan sebagai suatu jenis makanan yang berbentuk silindris atau bulat panjang. Sosis berasal dari bahasa latin *salsus* yang berarti menggarami sehingga dapat didefinisikan sebagai bentuk pengolahan daging cincang yang digarami dan dibumbui kemudian dimasukkan ke dalam casing atau wadah yang dibuat dari usus sapi, usus kambing atau bahan lain, sehingga berbentuk silindris atau bulat panjang ( Rahmat Rukmana, 2001).

Sosis dapat dibuat dari daging sapi, babi, domba, ayam dan ikan yang digiling dan ditambahkan lemak, air, bumbu sehingga membentuk emulsi yang merupakan emulsi lemak dan air. Dewasa ini telah banyak dijumpai berbagai jenis sosis dimana tiap-tiap jenis mempunyai karakteristik dan spesifikasi tersendiri. Karakteristik sosis tersebut sangat dipengaruhi oleh asal daerah, letak geografis dan kebiasaan konsumen ( Tauber, 1984 ).

Sosis ada bermacam-macam yaitu sosis segar, sosis segar diasap, sosis masak, sosis kering dan agak kering, dan lain-lain.

Sosis segar dibuat dari daging segar, tidak diperam (tanpa curing), dicacah, digiling, diberi garam dan bumbu dan dimasukkan serta dipadatkan di dalam selongsong. Sosis ini harus dimasak sebelum dimakan. Sosis masak berasal dari daging segar, bisa diperam atau tidak, dimasukkan dan dipadatkan dalam selongsong, tidak diasap dan setelah preparasi, harus segera dimasak dan siap untuk dimakan (Soeparno, 1994).

Pemilihan daging merupakan hal yang sangat mendasar dalam pembuatan sosis. Untuk menghasilkan sosis kualitas baik dipilih daging berlemak rendah terutama daging sapi. Daging berlemak rendah ini sangat berperan terhadap stabilitas emulsi dan sosis yang dihasilkan ( Price & Schweigert, 1987).

#### 2.1.1 Pembuatan sosis

Proses pembuatan sosis secara garis besar meliputi beberapa tahap yaitu curing, pencincangan daging, pembuatan adonan, pengisian selongsong (*casing*) dan perebusan atau pengasapan (Hadiwiyoto, 1983).

a) Curing

Daging dipotong kira-kira sebesar telapak tangan, kemudian diolesi dengan campuran gula (1%) dan garam salpeter berupa  $\text{NaNO}_2$  atau  $\text{KNO}_3$  (7,5 gr untuk 50 kg daging). Kadang-kadang diberi pula sodium askorbat sebanyak 1,5 gr dan sodium eritrat sebanyak 22,5 gr setiap 50 kg daging. Curing dikerjakan dengan menyimpan pada suhu  $2-4^\circ \text{C}$  selama sehari semalam.

Curing mempunyai beberapa tujuan yang menguntungkan antara lain :

- (1) garam salpeter dapat membunuh mikrobia, karenanya curing dapat mengawetkan daging;
- (2) garam salpeter dapat bereaksi dengan senyawa yang ada dalam daging sehingga menimbulkan warna merah jambu (*pink*), yang sangat disukai konsumen;
- (3) curing membuat daging rasanya lebih enak.

b) Pembuatan adonan

Beberapa tahapan dalam mempersiapkan adonan adalah pencincangan, pemberian bumbu-bumbu, binding, dan filling. Selain bawang merah, bumbu-bumbu yang digunakan antara lain lada, pala, lombok, cengkeh dan monosodium glutamat. Jumlah dan macam bumbu ini bervariasi tergantung selera. Setelah bumbu halus, kemudian dicampur dengan daging sedikit demi sedikit sambil diberi air dingin untuk mempertahankan suhu tetap rendah. Apabila suhunya tinggi maka campuran tidak akan membentuk emulsi yang baik.

Binding dimaksudkan untuk menaikkan daya ikat air dan emulsi lemak, sehingga sosis akan menjadi kuat dan emulsinya tidak pecah. Bahan yang digunakan dapat berupa susu skim, sodium kaseinat, cairan kedele asam dan konsentrat protein kedele. Bahan ini dicampurkan dengan adonan sampai benar-benar homogen.

Filling merupakan proses pengisian agar sosis mempunyai hodi yang padat. Bahan pengisi dapat berupa tepung beras, tepung jagung dan tepung gandum. Bahan-bahan ini juga dicampurkan sampai benar-benar homogen.



c). Pengisian selongsongan (*casing*).

Selongsongan pada umumnya dari usus hewan memamah biak misalnya sapi, domba, kambing, dan babi. Selongsong dapat pula berupa bahan-bahan lain, misalnya bahan sellulosa, kolagen atau plastik.

d). Pengasapan dan perebusan

Proses pengasapan bertujuan untuk memperbaiki kenampakan sosis yaitu oleh komponen-komponen yang terdapat dalam asap, memberi flavor asap yang khas, dan memberi daya awet oleh bahan-bahan bakteriostatik dan bahan-bahan anti oksidan yang berasal dari asap.

Sosis yang telah diasap, direbus dalam ketel dengan suhu kurang lebih 70–75°C. Lamanya perebusan tergantung pada jenis sosis yang diproduksi. Setelah pemasakan sosis dilakukan pendinginan dengan cara dichilling pada suhu rendah atau disiram dengan air dingin. Pendinginan disini bertujuan untuk mencegah terjadinya lewat masak dan untuk mencegah tumbuhnya bakteri termofilik. Suhu chilling yang digunakan sekitar 4 – 5°C

Pada prinsipnya proses pemasakan sosis bertujuan antara lain: 1) menyatukan komponen-komponen adonan sosis yang berupa emulsi minyak air, dengan protein myosin daging sebagai penstabil ; 2) memantapkan warna daging ; 3) menginaktivkan mikrobial. Pemasakan sosis dapat dilakukan dengan cara direbus, dikukus, dan diasap atau kombinasi dari ketiga cara tersebut (Rahmat Rukmana, 2001).

### 2.1.2 Komposisi Kimia Sosis

Sosis emulsi atau halus yang masak paling banyak dijumpai di pasaran karena sangat disenangi oleh masyarakat. Sosis ini mempunyai tekstur, flavor dan warna yang khas. Beberapa jenis sosis yang termasuk dalam kelompok ini adalah sosis Bologna yang dibedakan menjadi beberapa jenis lagi yaitu sosis Frankfurter dan sosis hati. Sifat khas dari sosis ini dibentuk dengan adanya penambahan bahan pengikat (*binder*), yang biasanya digunakan adalah susu skim.

Masing-masing jenis sosis dibedakan berdasarkan atas formula dan komposisi produk akhirnya. Produk sosis harus memenuhi komposisi standart dari



jenis sosis tertentu. Untuk lebih jelasnya standart sosis Bologna dapat dilihat pada tabel (2.1).

Tabel 2.1 Komposisi kimia sosis bologna daging sapi

Komponen	Persen (%)
Air	61,7
Protein	21,6
Lemak	14,4
Karbohidrat	3,2
Lain-lain	0,1

Sumber : Pearson, 1984.

Produk daging proses sosis mengandung air kira-kira 45-60% dari beratnya tergantung pada jumlah cairan yang ditambahkan dan macam daging. Misalnya, sosis daging sapi dapat mengandung air sampai kira-kira 61%. Penambahan air pada produk berfungsi untuk:

- (1) meningkatkan keempukan dan juicenees daging;
- (2) menggantikan sebagian air yang hilang selama proses;
- (3) melarutkan protein;
- (4) membentuk larutan garam;
- (5) menjaga temperatur produk , dan lain-lain (Soeparno,1994).

## 2.2 Penyimpanan Dingin

Pendinginan adalah penyimpanan bahan pangan diatas suhu pembekuan bahan yaitu  $-2^{\circ}\text{C}$  sampai  $10^{\circ}\text{C}$ . Pendinginan yang biasa dilakukan sehari-hari dalam lemari es adalah pada suhu  $5^{\circ}\text{C}$  –  $8^{\circ}\text{C}$ . Meskipun air murni membeku pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ , tetapi ada beberapa makanan yang tidak membeku sampai suhu  $-2^{\circ}\text{C}$  atau dibawahnya, ini terutama disebabkan oleh pengaruh kandungan zat-zat di dalam makanan tersebut. Pendinginan biasanya dapat mengawetkan bahan pangan selama beberapa hari atau minggu tergantung pada macam bahan pangannya. Pendinginan dapat pula dinyatakan sebagai memberi perlakuan temperatur rendah, dibawah temperatur lingkungan/ruangan sehingga bahan-bahan tersebut tetap dalam keadaan segar (Kartasaputra, 1994).

Organisme yang hidup mempunyai suhu optimum bagi pertumbuhannya. Suhu yang lebih tinggi bersifat merusakkan sedangkan suhu yang rendah sangat menghambat metabolisme. Suhu rendah mendekati titik beku air, sangat efektif dalam mengurangi laju respirasi yang terjadi. Suhu yang demikian telah ditemukan sangat bermanfaat bagi penyimpanan dalam jangka pendek. Penyimpanan pada suhu 32 – 34° F, diantisipasi dapat memperpanjang daya simpan.

Kelembaban ruang penyimpanan merupakan suatu faktor yang perlu diperhatikan. Dalam proses pendinginan, karkas akan kehilangan berat hampir 2% yang disebabkan oleh kehilangan air. Penguapan yang terjadi pada karkas hewan yang hangat terutama berupa uap air. Jika kelembaban relatif di dalam ruang penyimpanan di atas 90%, daging akan bercendawan, jika RH kurang dari 90% karkas akan kehilangan berat berlebihan.

Pengendalian suhu dari ruang penyimpanan juga merupakan hal yang sangat penting. Walaupun demikian pendinginan mekanis tidak hanya mendinginkan makanan saja, akan tetapi juga mengkondensasikan air pada evaporator dari sistem pendinginan. Air ini berasal dari makanan. Oleh karena itu perlu melindungi bahan makanan sedemikian rupa sehingga suhu dapat terkendali dan kehilangan air pada tingkat minimum. Hal ini hanya dapat dilakukan dengan jalan mengendalikan kelembaban udara yang terdapat di dalam ruang penyimpanan dingin dan dengan memberikan pengemasan yang memadai, atau kedua-duanya yaitu pengendalian kelembaban dan pengemasan.

Pendinginan merupakan cara penyimpanan jangka pendek sebelum daging diolah lebih lanjut. Suhu dan kelembaban merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pendinginan. Makin rendah temperatur yang dipergunakan, maka makin baik pendinginan tersebut. Sedangkan kelembaban relatif (RH) yang terlalu rendah akan mengakibatkan daging kehilangan air, sebaliknya jika RH terlalu tinggi dapat memacu tumbuhnya jasad renik. Hubungan antara suhu dan RH disajikan pada tabel berikut ini.



Tabel 2.2 Hubungan antara suhu dan RH pada penyimpanan daging.

Suhu (°C)	RH (%)
0	92
2	88
4	75

Sumber: Syarif dan Halied, 1993.

Bila suhu bertambah tinggi sebaiknya RH harus lebih rendah untuk mencegah perkembangbiakan mikroorganisme.

Pada temperatur refrigerasi  $-1^{\circ}\text{C}$  sampai  $3^{\circ}\text{C}$ , kelembaban relatif sebaiknya dibuat antara 88%-92%. Bila RH terlalu tinggi, cairan akan berkondensasi pada permukaan daging sehingga permukaan daging menjadi basah dan sangat kondusif untuk pertumbuhan dan kerusakan mikrobial. Jika kelembaban relatif terlalu rendah, cairan permukaan daging akan banyak yang menguap (dehidrasi), sehingga pertumbuhan mikrobia terhambat oleh dehidrasi dan permukaan daging menjadi gelap. Nilai ekonomis daging akan berkurang karena pengkerutan dan daging menjadi kurang menarik (Soeparno, 1994).

### 2.3 Aktivitas Air (Aw)

Scott (1957) pertama kali menggunakan aktivitas air sebagai petunjuk akan adanya sejumlah air dalam bahan pangan yang dibutuhkan bagi pertumbuhan mikroorganisme. Aktivitas air ini juga terikat erat dengan adanya air dalam bahan pangan.

Jumlah kandungan air pada bahan hasil pertanian akan mempengaruhi daya tahan bahan tersebut terhadap serangan mikroba dan biasanya dinyatakan sebagai *water activity* (Aw). Yang dimaksud *water activity* adalah jumlah air bebas dalam bahan yang dipergunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Untuk memperpanjang daya simpan bahan, maka sebagian air pada bahan dihilangkan sehingga mencapai kadar air tertentu (Winarno, 1984).

Menurut Sudarmadji (1986), air yang terdapat dalam bentuk bebas dapat membantu terjadinya proses kerusakan bahan pangan misalnya proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatik, bahkan oleh aktivitas serangga perusak. Sedangkan air dalam bentuk lain tidak membantu terjadinya proses tersebut.



Tersedianya zat gizi juga meningkatkan kisaran nilai  $A_w$  dimana mikroorganisme dapat hidup. Perubahan suhu atau kandungan zat gizi akan memungkinkan pertumbuhan organisme tertentu walaupun pada nilai  $A_w$  yang lebih rendah.

Pada umumnya penurunan nilai  $A_w$  dibawah optimum, meningkatkan tahap istirahat (*lag phase*) dari pertumbuhan mikroorganisme dan menurunkan tingkat pertumbuhan serta besarnya populasi akhir. Jadi penurunan nilai  $A_w$  pada prinsipnya tidak mematikan kehidupan mikroorganisme, tetapi lebih bersifat sebagai penghambat.

Berbagai jenis bahan pangan menghendaki  $A_w$  minimal yang berbeda agar terhindar dari serangan mikroba. Besarnya aktivitas air dapat dihitung dengan perbandingan tekanan uap air bahan dengan tekanan jenuh uap air pada suhu yang sama dan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A_w = P_v / P_{vs} = ERH / 100 \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

$$A_w = M_w / ( M_w + M_s ) \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :  $A_w$  = aktivitas air (decimal)

$P_v$  = tekanan parsial uap air bahan ( $N/m^2$ )

$P_{vs}$  = tekanan jenuh uap air pada suhu yang sama ( $N/m^2$ )

$M_s$  = jumlah mol zat pelarut (mol)

ERH = kelembaban nisbi setimbang (%)

Pada persamaan (2.1) nilai  $A_w$  langsung dapat ditentukan dengan mengukur besarnya ERH dengan menggunakan alat hygrometer. Sedang untuk persamaan (2.2), yang merupakan hukum Raoult sangat cocok digunakan khususnya dalam formulasi untuk menghasilkan bahan makanan dengan  $A_w$  yang dikehendaki.

Aktivitas air dari bahan makanan adalah untuk mengukur terikatnya air pada bahan pangan atau komponen bahan pangan tersebut, dimana aktivitas air dari bahan pangan cenderung untuk berimbang dengan aktivitas lingkungan sekitarnya.

Aktivitas air sekarang merupakan ukuran yang dipakai untuk menentukan kemampuan air dalam membantu proses kerusakan bahan makanan. Pengetahuan tentang  $A_w$  mempunyai nilai praktis khususnya dalam usaha pengawetan bahan

makanan. Demikian juga untuk membuat formulasi dalam menghasilkan bahan makanan yang awet meskipun dalam proses pemanasan dan refrigerasi Aw juga sangat penting peranannya dalam penyimpanan (Adnan,1982).

#### 2.4 Kadar Air Setimbang

Kadar Air Setimbang didefinisikan sebagai kandungan air dimana tekanan uap dalam produk setimbang dengan tekanan uap lingkungan. Penentuan nilai keseimbangan sangat dibutuhkan dalam perencanaan pengeringan, penyimpanan, dan proses-proses lain. Hal ini berguna untuk memperkirakan penambahan atau pengurangan kadar air pada kondisi suhu dan RH tertentu. Gatot Priyanto (1987) menjelaskan bahwa secara teoritis bahan pangan mempunyai kandungan air minimal sesuai dengan jumlah air pada kadar air kesetimbangannya. Dalam pengeringan untuk pengawetan bahan pangan masih mengandung sejumlah air sesuai dengan kadar air kesetimbangannya.

Kandungan air dalam bahan pangan akan berubah-ubah sesuai dengan lingkungannya, dan kondisi ini sangat erat hubungannya dengan daya awet bahan pangan tersebut. Hal ini merupakan pertimbangan utama dalam pengolahan dan pengelolaan pasca olah bahan pangan.

Suatu bahan akan berada pada keadaan setimbang dengan kondisi sekelilingnya bila laju kehilangan air dari bahan menuju kondisi sekeliling (atmosfer) adalah sama dengan laju air yang didapat dari sekelilingnya. Bila kelembaban nisbi sekeliling bahan dalam keadaan setimbang dengan sekitarnya disebut dengan kelembaban nisbi setimbang (*Equilibrium Relative Humidity*). Jadi dapat disimpulkan bahwa kadar air kesetimbangan (*Equilibrium Moisture Content*) adalah keseimbangan antara kadar air bahan dengan suhu dan kelembaban udara sekelilingnya.

Bila bahan hasil pertanian diletakkan dalam udara terbuka, kadar airnya akan mencapai kesetimbangan dengan kelembaban udara sekelilingnya. Setiap kelembaban nisbi dapat menghasilkan kadar air setimbang tertentu. Dengan demikian dapatlah dibuat suatu kurva yang menghubungkan antara besarnya kelembaban nisbi dan kadar air setimbang (Taib, 1988).



Dua macam metode untuk mengukur kadar air kesetimbangan, yakni kadar air kesetimbangan statis dan kadar air kesetimbangan dinamis. Kadar air kesetimbangan statis didapatkan dari sistem dimana bahan dan udara sekelilingnya diam, sedangkan kadar air kesetimbangan dinamis didapatkan dimana bahan atau udara sekelilingnya bergerak.

Pada penentuan kadar air kesetimbangan dinamis, kondisi udara dapat digerakkan dengan cara mekanis dan kesetimbangan dapat dicapai secara cepat. Sedangkan penentuan kadar air kesetimbangan statis dapat dilakukan dengan cara meletakkan produk sampai terjadi kesetimbangan dengan udara lingkungan. Penentuan kadar air kesetimbangan dengan cara statis akan membutuhkan waktu yang lebih lama dan pada suhu dan kelembaban yang tinggi, produk dapat mudah terserang mikroba sebelum mencapai kesetimbangan (Brooker et al, 1992).

Terdapat beberapa model mengenai kesetimbangan lengas, dan beberapa model itu didasari oleh teori kondensasi kapiler, adsorpsi secara kinetik (Langmuir, BET dan GAB) dan teori potensial medan.

Model persamaan kadar air setimbang tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 1) Langmuir

Berdasarkan teori kinetik adsorpsi lengas, Langmuir mengusulkan teori adsorpsi-desorpsi sebagai berikut:

$$V = V_m \left[ \frac{bP_v}{1 + bP_v} \right] \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana :  $V$  = volume ( $m^3$ )

$V_m$  = volume lapis tunggal ( $m^3$ )

$b$  = konstanta

Persamaan Langmuir ini tidak dapat diterapkan pada bahan higroskopis hayati, karena model ini menjelaskan penyerapan lengas pada kondisi lapis tunggal.



## 2) Model BET

Brener, Emmelt dan Teller (1938) menyusun persamaan BET untuk adsorpsi berbagai lapisan molekul. Model ini hanya berhasil baik untuk memprediksi nilai EMC dari biji-bijian dengan kadar air bahan kurang dari 20%.

$$\frac{a}{m(1-a)} = \frac{1}{m_1 a} + \left( \frac{c-1}{m_1 a} \right)^a \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana: a = aktivitas air                       $m_1$  = monolayer value  
           m = kadar air                            c = konstanta

## 3) Persamaan Harkins – Jura

$$\ln\left(\frac{P_v}{P_{vs}}\right) = d - \frac{e}{V^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana:  $P_v$  = tekanan uap ( $N/m^2$ )  
            $P_{vs}$  = tekanan uap jenuh ( $N/m^2$ )  
           d, e = konstanta

Persamaan ini banyak digunakan pada prediksi kesetimbangan lengas biji pada kelembaban diatas 30% (Gustafon, 1972) dan dibawah 50% (Chirife, 1978).

## 4) Persamaan GAB

Model ini dikembangkan oleh beberapa ahli ilmu fisika, yaitu Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB) untuk memprediksi kesetimbangan lengas berbagai produk pangan (Van den Berg, 1984).

Model GAB dikembangkan dari teori Langmuir dan BET yang bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$M = \frac{M_m g f}{(1 - f P_v / P_{vs}) (1 - f P_v / P_{vs} + g f P_v / P_{vs})} \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana: M = kadar air kesetimbangan (desimal, dry basis)  
            $M_m$  = kelembaban bahan  
           g, f = konstanta

### 5) Persamaan Henderson

Model ini berupa persamaan empiris dan banyak digunakan untuk berbagai bahan biologis, disamping biji-bijian (Brooker et al, 1992).

$$1 - Aw = \exp [-c (me)^n ] \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana: Aw = aktivitas air (desimal)

me = kadar air kesetimbangan (% dry basis)

c, n = konstanta

Model persamaan Henderson ini memberikan tingkat kesesuaian yang tinggi terhadap data percobaan untuk berbagai jenis bahan pangan (Brooker et al, 1982).

### 6) Model Oswin

Untuk menentukan model EMC, menurut Oswin bisa menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$m = c \left( \frac{a}{1-a} \right)^n \dots\dots\dots (2.9)$$

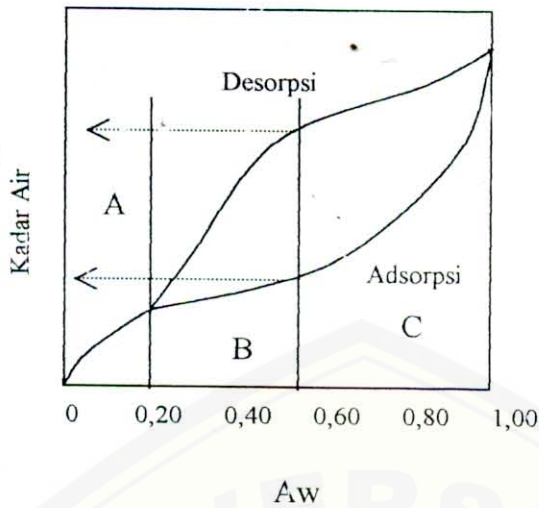
m adalah kadar air kesetimbangan (%), a adalah aktivitas air ( $a = ERH/100$ ) sedangkan c dan n adalah konstanta yang merupakan fungsi suhu

## 2.5 Kurva Isotermi Sorpsi Lembab

Besarnya aktivitas air sama dengan kelembaban nisbi setimbang dibagi seratus. Oleh karena itu kurva yang menghubungkan besarnya kelembaban relatif dengan kadar air setimbang pada hakekatnya juga menggambarkan hubungan besarnya kadar air dan aktivitas air. Kurva tersebut dinamakan Isotermi Sorpsi Lembab (*Moisture Sorbtion Isotherm*). Setiap bahan mempunyai isotermi sorpsi lembab yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa pada Aw yang sama dua bahan yang berbeda dapat mempunyai perbedaan kadar air yang besar ( Adnan, 1982).

Hubungan besarnya Aw dan kadar air dalam bahan pangan pada suhu tertentu digambarkan seperti gambar 2.1. Bentuk khas kurva isotherma sorpsi lembab tergantung pada cara tercapainya kadar air maupun aktivitas air bahan pangan tersebut, apakah dicapai dengan desorpsi atau adsorpsi.





Gambar 2.1 Bentuk Umum Kurva Sorpsi Kadar Air Isothermis

Pengolahan bahan pangan secara desorpsi yaitu bila dimulai dengan kadar air yang tertinggi, dimana pada akhir proses bahan pangan mencapai kadar air dan aktivitas air yang diharapkan, sedang pada proses adsorpsi adalah sebaliknya.

Kurva diatas menunjukkan bahwa bahan pangan yang mempunyai nilai  $A_w$  yang sama dapat mempunyai kadar air yang berbeda. Daerah A mempunyai nilai  $A_w$  dibawah 0,20 (ERH = 20%), sedang daerah B mempunyai nilai  $A_w$  antara 0,20 – 0,60 dan daerah C mempunyai nilai  $A_w$  diatas 0,60. Ditinjau dari aspek keterkaitan air, maka daerah A, air terdapat dalam bentuk satu lapis (*monolayer*) dengan molekul air terikat sangat erat. Kadar air bahan pangan di daerah A ini berkisar antara 5% – 10%. Di daerah tersebut air sulit sekali diuapkan. Di daerah B air terikat kurang erat dan merupakan lapisan-lapisan. Air yang terdapat di daerah ini berperan sebagai pelarut, oleh karena itu aktivitas enzim dan pencoklatan non enzimatis dapat terjadi. Daerah C disebut juga sebagai daerah kondensasi kapiler. Di daerah ini terkondensasi pada struktur bahan pangan hingga kelarutan komponen menjadi lebih sempurna. Keadaan dimana air dalam kondisi bebas ini dapat membantu proses kerusakan.

Secara umum bentuk kurva sorpsi kadar air isothermis bahan pangan kering adalah sigmoid (S), dengan alur kurva desorpsi dan adsorpsi berbeda. Perbedaan antara kedua kurva ini disebut histeresis.

Adsorpsi isoteremis sangat dipengaruhi oleh suhu pada saat pengeringan dan makin tinggi suhu pengeringan makin rendah kemampuan menyerap air. Peningkatan suhu pengeringan juga akan mengurangi kemampuan menahan air (*water holding capacity*) yang mungkin disebabkan oleh perubahan-perubahan akibat pemanasan yang tidak dapat kembali lagi.

Beberapa bahan pangan yang menunjukkan sorpsi histeresis yang menggambarkan nilai  $A_w$  berbeda dapat diperoleh pada pengukuran bahan pangan dengan kadar air yang sama, dan hal ini tergantung bagaimana cara tercapainya kadar air tersebut. Telah ditemukan bahwa komposisi bahan pangan, suhu isoteremis dan kondisi selama penyimpanan sangat berpengaruh pada sorpsi histeresis bahan pangan tersebut. Pengaruh kenaikan suhu dilaporkan menurunkan jumlah atau besarnya histeresis, dan membatasi keberadaannya sepanjang kurva sorpsi kadar air isoteremis.

Isotherm sorpsi lembab merupakan kurva yang sangat penting dalam mempelajari hubungan antara kadar air dan aktivitas air. Banyak pakar menyatakan bahwa kurva ini sangat sesuai untuk mempelajari sifat-sifat air dalam bahan pangan (Purnomo, 1995).



### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2003, bertempat di laboratorium Instrumentasi dan laboratorium Pengendalian Mutu, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang dipergunakan dalam penelitian adalah:

- a. toples
- b. mesin pendingin / kulkas
- c. seperangkat komputer dengan sensor suhu LM 335
- d. timbangan analitis
- e. plate
- f. pengering / oven

##### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian adalah:

- a. sosis daging sapi
- b. bahan kimia berupa garam jenuh yaitu  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}$  dan  $\text{NaNO}_2$  dengan kelembaban relatif (RH) masing-masing 95%, 88%, 79% dan 69%. Pengambilan RH diatas 60% dengan mengasumsikan bahwa Indonesia merupakan negara tropis yang mempunyai kelembaban berkisar 60-90%.

#### 3.3 Metode Penelitian

##### 3.3.1 Pendekatan Teori

Bahan yang diletakkan pada udara terbuka kadar airnya akan mencapai kesetimbangan dengan kelembaban di sekelilingnya, dan disebut dengan kadar air kesetimbangan (EMC). Besar aktivitas air sama dengan kelembaban nisbi setimbang dibagi dengan seratus. Dengan demikian dapat dibuat suatu kurva yang

menghubungkan antara besarnya kelembaban nisbi dengan kadar air kesetimbangannya.

Sebagai langkah awal, diperlukan data kadar airnya. Penentuan nilai kadar air ( $m$ ) pada waktu  $t$  digunakan persamaan sebagai berikut:

$$m = \frac{W_m}{W_m + W_d} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan  $W_m$  berat air bahan dan  $W_d$  berat kering bahan

Nilai kadar air kesetimbangan ( $m_e$ ) dari sosis daging sapi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan Henderson sebagai berikut:

$$(1 - A_w) = \exp[-c (m_e)^n] \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

$$-\ln(1 - A_w) = c (m_e)^n \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\ln[-\ln(1 - A_w)] = \ln c + n \ln m_e \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

Persamaan (3.4) dapat diuraikan menjadi suatu persamaan regresi yaitu:

$$y = a + bx \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

dengan:  $y = \ln[-\ln(1 - A_w)]$

$$a = \ln c$$

$$b = n$$

$$x = \ln m_e$$

Dari data diatas didapat konstanta  $c$  dan  $n$  pada berbagai suhu. Selanjutnya konstanta-konstanta ini diuji kelinierannya secara regresi dengan sumbu  $x$  sebagai suhu dan sumbu  $y$  sebagai konstanta  $c$  dan  $n$  sehingga akan didapat persamaan regresi dengan konstantan  $c$  dan  $n$  sebagai fungsi  $T$  (suhu). Konstanta ini selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan kadar air setimbang prediksi / teoritis.

### 3.3.2 Pengambilan Data

Dalam penelitian ini data yang diambil adalah sebagai berikut:

- (1) berat bahan awal dan akhir penyimpanan;
- (2) kadar air awal bahan;
- (3) kadar air kesetimbangan pada berbagai suhu dan kelembaban;
- (4) suhu penyimpanan ( 3°C, 7°C, 11°C dan 29°C );
- (5) kelembaban udara ruang penyimpan;



- (6) aktivitas air bahan;
- (7) waktu penyimpanan dalam ruang pengujian.

### 3.3.3 Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan tahapan seperti berikut ini.

1. Menyiapkan sampel bahan sosis daging.
2. Mengukur kadar air awal bahan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:
  - (a) plate kosong dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang (a gram);
  - (b) menimbang 2 gram sampel sosis dalam plate (b gram);
  - (c) sampel dalam plate dimasukkan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam;
  - (d) memindahkan plate beserta sampel sosis ke dalam desikator dan setelah dingin ditimbang (c gram);
$$\text{kadar air (wb)} = \frac{b - c}{b - a} \dots\dots\dots(3.6)$$
  - (e) memasukkan bahan ke dalam oven dan setelah 1 jam ditimbang sampai beratnya konstan.
3. Mengukur kadar air kesetimbangan dengan langkah-langkah :
  - (a) mengisi toples dengan garam jenuh dan membiarkan selama satu hari untuk mengkondisikan lingkungan supaya diperoleh RH konstan;
  - (b) menimbang sampel @ 3 gram;
  - (c) memasukkan ke dalam toples yang sudah diberi garam jenuh dan sudah diketahui RH nya;
  - (d) masukkan sensor LM 335 sebagai termometer bola kering dan bola basah yang telah dihubungkan dengan komputer ke dalam toples, lalu tutup rapat;
  - (e) masukkan pada lemari es dan atur suhu pada  $3^{\circ}\text{C}$ ;
  - (f) amati pada layar monitor, jika RH sudah konstan berarti bahan sudah mencapai kesetimbangan;

- (g) menghitung kadar airnya dengan metode gravimetri, kadar air yang didapat adalah kadar air kesetimbangan;
- (h) mengulangi langkah-langkah diatas pada suhu 7°C, 11°C dan pada suhu 29°C.

### 3.4 Metode Analisis

Dari hasil penelitian selanjutnya akan dilakukan analisis dengan langkah sebagai berikut:

- (1) menentukan nilai kadar air kesetimbangannya dengan menggunakan persamaan Henderson;
- (2) membuat grafik hubungan antara kadar air setimbang dengan aktivitas air pada berbagai suhu dan kelembaban, yang selanjutnya disebut data observasi;
- (3) menghitung kadar air setimbang prediksi;
- (4) data-data prediksi selanjutnya diuji validitasnya terhadap data observasi dengan menggunakan analisis grafis dan statistik.

#### 3.4.1 Analisis grafis

Analisis grafis menggambarkan hubungan antara data observasi dan data prediksi yang dengan sebuah persamaan garis linier  $y = x$ . Analisis grafis ini ditampilkan dalam bentuk "scatter plot" yang tujuannya untuk mengetahui terjadinya penyimpangan grafik antara data prediksi dan data observasi terhadap garis  $y = x$ .

#### 3.4.2 Analisis Statistik

Untuk menguji validitas suatu model dapat dengan menghitung modulus deviasinya (P).

$$P = \frac{100}{n} \sum \frac{|Me_{observasi} - Me_{prediksi}|}{Me_{observasi}} \dots \dots \dots (3.7)$$

dimana: P = modulus deviasi

n = jumlah data



Sedangkan untuk menguji beda galat menggunakan standar deviasi (S).

$$S = \sqrt{\frac{(P - \bar{P})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3.8)$$

dimana: S = standar deviasi

$\bar{P}$  = rerata modulus deviasi



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang hubungan aktivitas air dan kadar air kesetimbangan pada sosis sapi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar air kesetimbangan merupakan fungsi dari suhu dan kelembaban (RH). Semakin tinggi suhu yang digunakan semakin rendah kadar air kesetimbangannya. Sebaliknya, semakin tinggi kelembabannya semakin tinggi pula kadar air kesetimbangannya.
2. Nilai kadar air kesetimbangan tergantung dari jenis bahan dan metode pendekatan yang digunakan untuk menentukan kadar air kesetimbangan (EMC).
3. Dari model persamaan Henderson, didapatkan persamaan regresi linier konstanta  $c$  dan  $n$  sebagai berikut:  
$$c = 0,0017 T + 0.0466$$
$$n = 0,0018 T + 0.778$$
dengan nilai koefisien regresi ( $R^2$ ) 0.9967 untuk konstanta  $c$  dan 0,91 untuk konstanta  $n$ .
4. Analisis secara grafis menunjukkan bahwa koefisien determinasi yang didapatkan antara  $M_e$  observasi dan  $M_e$  prediksi sangat tinggi yaitu mendekati satu. Sedangkan analisa secara statistik menunjukkan nilai modulus deviasinya kurang dari 10 sehingga dapat dikatakan model matematik konstanta  $c$  dan  $n$  yang digunakan valid.

### 5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan model EMC sosis yang lebih akurat, sebaiknya digunakan variasi suhu dan kelembaban yang lebih banyak.
2. Dari hasil penelitian ini dapat dilakukan penelitian lanjutan seperti memprediksi umur simpan sosis sapi dan uji kemasan yang bisa digunakan untuk penyimpanan sosis.



DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M., 1982, *Aktivitas Air dan Kerusakan Bahan Makanan*, Agritech, Yogyakarta.
- Brooker, D.B., Fred W. Bakker dan Carl W. Hall, 1992, *Drying and Storage of Grains and Oilseeds*, AVI Publishing Company Inc., USA.
- Hadiwiyoto, S., 1983, *Hasil-hasil Olahan Susu, ikan, daging dan telur*, Liberty, Yogyakarta.
- Hanafiah, K.A., 1993, *Rancangan Percobaan*, P.T Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Pearson, A.M., 1984, *Processed Meat*, The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Price, J.F. and B.S Schweigert, 1987, *The Science of Meat and Meat Products Third Ed*, Food and Nutrition Press, Inc., Westport, Connecticut.
- Purnomo, H., 1982, *Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengowetan Pangan*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Rizal Syarif dan Hariyadi Halid, 1993, *Teknologi Penyimpanan Pangan*, Arcan, Jakarta.
- Rukmana, Rahmat, 2001, *Membuat Sosis: Daging Kelinci, Daging Ikan, Tempe Kedelai*, Kanisius, Yogyakarta.
- Sembiring, R.K., 1995, *Analisis Regresi*, Penerbit ITB, Bandung.
- Soeparno, 1994, *Ilmu dan Teknologi Daging*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Taib, G., 1988, *Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Perikanan*, P.T. Melon Putra, Jakarta.
- Tauber, F.W., 1984, *Sausage Emulsion dalam Pearson, Prosessed Meat*, The AVI Publishing Company, Inc, Westport, Connecticut.
- Wilson, G.D., 1960, *Sausage Product dalam J.B. Evans, B.S. Schweigert, The Science of Meat and Meat Products*, W.H. Freeman and Company, Sanfransisco.
- Winarno, F.G., 1997, *Kimia Pangan dan Gizi*, Gramedia, Jakarta.

Lampiran 1 : Data Hasil Pengukuran Kadar Air Awal Sosis Sapi Berdasarkan Berat Basah

Ulangan	Berat Botol (gr)	Berat Sampel Awal (gr)	Berat Bahan + Botol dari oven (gr)	Berat Bahan Akhir (gr)	Kadar air (%)	Rata-rata Kadar Air (%)
1	22,472	1,925	23,276	0,804	58,23	
2	11,732	1,767	12,482	0,750	57,56	58
3	23,819	1,314	24,366	0,547	58,37	

Keterangan:

$$\text{Kadar air (\%wb)} = \frac{\text{Berat sampel awal} - \text{Berat sampel akhir}}{\text{Berat sampel awal}} \times 100\%$$





Lampiran 2 : Data hasil Pengukuran Kadar Air Setimbang Sosis Sapi pada Suhu 3<sup>o</sup> C

RH	ERH	Ulangan	Berat Sampel Awal (gr)	Berat Sampel Akhir (gr)	Wm1 (gr)	Wd (gr)	Wm2 (gr)	Kadar Air (% wb)	Rata-Rata Kadar Air (%wb)	Rata-Rata Kadar Air (%db)
		1	2,9835	1,8608	1,7304	1,2531	0,6077	32,66		
69	69	2	3,0333	1,9739	1,7593	1,274	0,6999	35,458	34,3035	52,2151
		3	2,9612	1,9073	1,7175	1,2437	0,6636	34,792		
		1	3,6473	2,5295	2,1154	1,5319	0,9976	39,440		
79	74	2	3,2056	2,3447	1,8592	1,3464	0,9983	42,579	40,7733	68,8427
		3	3,1740	2,2330	1,8409	1,3331	0,8999	40,301		
		1	3,2105	2,6970	1,8621	1,3484	1,3486	50,003		
88	83	2	2,8443	2,5079	1,6497	1,1946	1,3133	52,366	51,5226	106,282
		3	3,6055	3,1679	2,0912	1,5143	1,6536	52,198		
		1	2,9364	2,8245	1,7031	1,2333	1,5912	56,336		
95	91	2	2,8158	2,7158	1,6332	1,1826	1,5332	56,453	56,8787	131,904
		3	2,7485	2,7385	1,5941	1,1544	1,5841	57,847		

## Keterangan:

ERH =Kelembaban Relatif Setimbang

Wm1 =Berat air bahan awal = Kadar air awal x berat sampel awal

Wd =Berat kering bahan = Berat bahan awal - Wm1

Wm2 =Berat air bahan akhir = Berat bahan akhir - Wd

Kadar air (%wb) =  $Wm2 / (wm2+ Wd) = Wm2 / \text{Berat sampel akhir}$ Kadar air (%db) =  $[Kadar air \% wb / (100-Kadar air \%wb)] \times 100 \%$

Lampiran 3 : Data hasil Pengukuran Kadar Air Setimbang Sosis Sapi pada Suhu 7° C

RH	ERH	Ulangan	Berat Sampel Awal (gr)	Berat Sampel Akhir (gr)	Wm1 (gr)	Wd (gr)	Wm2 (gr)	Kadar Air (%wb)	Rata-rata Kadar Air (%wb)	Rata-rata Kadar Air (%db)
		1	3,6863	2,2133	2,1381	1,5482	0,6651	30,048		
69	70	2	3,5684	2,2507	2,0697	1,4987	0,7520	33,411	31,7604	46,5424
		3	2,6224	1,6155	1,5210	1,1014	0,5141	31,822		
		1	3,1287	2,0890	1,8146	1,3141	0,7749	37,097		
79	75	2	2,9231	1,9141	1,6954	1,2277	0,6864	35,860	35,2565	54,4555
		3	3,0535	1,9088	1,7710	1,2825	0,6263	32,813		
		1	2,6959	2,2824	1,5636	1,1323	1,1501	50,391		
88	86	2	3,0983	2,3040	1,7970	1,3013	1,0027	43,521	46,9831	88,6191
		3	2,8476	2,2582	1,6516	1,1960	1,0622	47,038		
		1	2,7183	2,5751	1,5766	1,1417	1,4334	55,664		
95	93	2	3,2772	3,2234	1,9008	1,3764	1,8470	57,299	55,2698	123,468
		3	2,8161	2,5083	1,6333	1,1828	1,3255	52,846		

## Keterangan:

ERH =Kelembaban Relatif Setimbang

Wm1 =Berat air bahan awal = Kadar air awal x berat sampel awal

Wd =Berat kering bahan = Berat bahan awal - Wm1

Wm2 =Berat air bahan akhir = Berat bahan akhir - Wd

Kadar air (%wb) =  $Wm2 / (Wm2 + Wd) = Wm2 / \text{Berat sampel akhir}$

Kadar air (%db) =  $[Kadar air \% wb / (100 - Kadar air \% wb)] \times 100 \%$



Lampiran 4 : Data hasil Pengukuran Kadar Air Setimbang Sosis Sapi pada Suhu 11° C

RH	ERH	Ulangan	Berat Sampel Awal (gr)	Berat Sampel Akhir (gr)	Wm1	Wd	Wm2	Kadar Air (%wb)	Rata-rata Kadar Air (%wb)	Rata-rata Kadar Air (%db)
		1	3,734	2,2280	2,1657	1,5683	0,6597	29,610		
69	73	2	3,690	2,2334	2,1402	1,5498	0,6836	30,608	29,6954	42,2382
		3	3,162	1,8670	1,8340	1,3280	0,5390	28,868		
		1	2,9782	1,8936	1,7274	1,2508	0,6428	33,944		
79	79	2	3,0005	1,9353	1,7403	1,2602	0,6751	34,883	32,7684	48,7395
		3	3,5150	2,0940	2,0393	1,4767	0,6173	29,479		
		1	2,8850	2,1932	1,6733	1,2117	0,9815	44,752		
88	89	2	2,7655	2,1307	1,6040	1,1615	0,9692	45,487	44,4521	80,0249
		3	2,9541	2,1812	1,7134	1,2407	0,9405	43,117		
		1	2,9957	2,6417	1,7375	1,2582	1,3835	52,372		
95	95	2	3,1880	2,8420	1,8490	1,3390	1,5030	52,887	53,2444	113,878
		3	2,8926	2,6686	1,6777	1,2149	1,4537	54,475		

## Keterangan:

ERH =Kelembaban Relatif Setimbang

Wm1 =Berat air bahan awal = Kadar air awal x berat sampel awal

Wd =Berat kering bahan = Berat bahan awal - Wm1

Wm2 =Berat air bahan akhir = Berat bahan akhir - Wd

Kadar air (%wb) =  $Wm2 / (Wm2 + Wd) = Wm2 / \text{Berat sampel akhir}$

Kadar air (%db) =  $[\text{Kadar air \% wb} / (100 - \text{Kadar air \%wb})] \times 100 \%$

Lampiran 5 : Data hasil Pengukuran Kadar Air Setimbang Sosis Sapi pada Suhu 29° C

RH	ERH	Ulangan	Berat Sampel Awal (gr)	Berat Sampel Akhir (gr)	Wm1	Wd	Wm2	Kadar Air (%wb)	Rata-rata Kadar Air (%wb)	Rata-rata Kadar Air (%db)
		1	2,9034	1,6512	1,684	1,2194	0,4318	26,149		
69	85	2	3,3310	1,8972	1,9320	1,3990	0,4982	26,259	26,0732	35,2689
		3	2,9942	1,6951	1,7366	1,2576	0,4375	25,812		
		1	3,0945	1,8499	1,7948	1,2997	0,5502	29,743		
79	88	2	3,1357	1,8553	1,8187	1,3170	0,5383	29,014	29,9623	42,7802
		3	2,7963	1,7053	1,6219	1,1744	0,5309	31,130		
		1	2,9540	2,0459	1,7133	1,2407	0,8052	39,358		
88	94	2	3,1795	2,1851	1,8441	1,3354	0,8497	38,887	38,2314	61,8946
		3	3,0041	1,9854	1,7424	1,2617	0,7237	36,450		
		1	1,6222	1,2089	0,9409	0,6813	0,5276	43,641		
95	98	2	2,7909	2,1327	1,6187	1,1722	0,9605	45,038	45,7668	84,3889
		3	2,4439	1,9978	1,4175	1,0264	0,9714	48,622		

## Keterangan:

ERH =Kelembaban Relatif Setimbang

Wm1 =Berat air bahan awal = Kadar air awal x berat sampel awal

Wd =Berat kering bahan = Berat bahan awal - Wm1

Wm2 =Berat air bahan akhir = Berat bahan akhir - Wd

Kadar air (%wb) =  $Wm2 / (Wm2 + Wd) = Wm2 / \text{Berat sampel akhir}$

Kadar air (%db) =  $[\text{Kadar air \% wb} / (100 - \text{Kadar air \%wb})] \times 100 \%$



Lampiran 6 : Data Analisis Regresi Kadar Air Sosis Sapi

Data Analisis Regresi Kadar Air Sosis Sapi Pada Suhu 3 °C

ERH	Aw	(1-Aw)	-ln (1-Aw)	ln [-ln(1-Aw)]	Me	ln Me
69	0,69	0,31	1,1712	0,158028	52,215087	3,955371
74	0,74	0,26	1,3471	0,297954	68,842703	4,231824
83	0,85	0,15	1,8971	0,640326	106,281860	4,666094
91	0,91	0,09	2,4079	0,878754	131,904107	4,382075

Persamaan Regresi:

$$y = 0,7755x - 2,9445$$

$$R^2 = 0,9835$$

Data Analisis Regresi Kadar Air Sosis Sapi Pada Suhu 7 °C

ERH	Aw	(1-Aw)	-ln (1-Aw)	ln [-ln(1-Aw)]	Me	ln Me
70	0,70	0,30	1,203973	0,185626	46,542424	3,840364
75	0,75	0,25	1,386294	0,326634	54,455547	3,997384
86	0,86	0,14	1,966113	0,676058	88,619094	4,484347
93	0,93	0,07	2,659260	0,978047	123,467750	4,815979

Persamaan Regresi:

$$y = 0,795x - 2,8645$$

$$R^2 = 0,9974$$

Data Analisis Regresi Kadar Air Sosis Sapi Pada Suhu 11 °C

ERH	Aw	(1-Aw)	-ln (1-Aw)	ln [-ln(1-Aw)]	Me	ln Me
73	0,73	0,27	1,309533	0,269518	42,238174	3,743324
79	0,79	0,21	1,560648	0,445101	48,739487	3,886489
89	0,89	0,11	2,207275	0,791758	80,024859	4,382337
95	0,95	0,05	2,995732	1,097189	113,877910	4,735127

Persamaan Regresi:

$$y = 0,8041x - 2,7159$$

$$R^2 = 0,9946$$

## Data Analisis Regresi Kadar Air Sosis Sapi Pada Suhu 29 °C

ERH	Aw	(1-Aw)	-ln (1-Aw)	ln [-ln(1-Aw)]	Me	ln Me
85	0,85	0,15	1,897120	0,640337	35,263874	3,563001
88	0,88	0,12	2,120264	0,751540	42,780206	3,756075
94	0,94	0,06	2,813411	1,034397	61,894620	4,125433
98	0,98	0,02	3,912023	1,364055	84,388919	4,435436

Persamaan Regresi:

$$y = 0,8278x - 2,3387$$

$$R^2 = 0,9874$$

Keterangan:

ERH = Kelembaban relatif setimbang (%)

Aw = Aktivitas air (ERH/100)

Me = Kadar air kesetimbangan sosis sapi (% dry basis)

X = ln Me

Y = ln [-ln (1-Aw)]



## lampiran 7 : Data Penentuan konstanta c dan n

$$Y = a + b x$$

$$a = \ln c$$

$$b = n$$

Suhu	a	c	n
3	-2,9445	0,052628	0,7755
7	-2,8645	0,057012	0,795
11	-2,7159	0,066145	0,8041
29	-2,3387	0,096453	0,8278

## Persamaan regresi konstanta c

$$y = 0,0017 x + 0,0466$$

$$R^2 = 0,9969$$

$$c = 0,0017 T + 0,0466$$

## Persamaan regresi konstanta n

$$y = 0,0018 x + 0,778$$

$$R^2 = 0,91$$

$$n = 0,0018 T + 0,778$$

Jember 0,8278 x 2 30T

Lampiran 8: Data Analisis Kadar Air Prediksi Sosis Sapi

Data Analisis Kadar Air Prediksi Sosis Sapi Pada suhu 3°C

ERH	Aw	(1-Aw)	-ln (1-Aw)	ln [-ln(1-Aw)]	c prediksi	ln c	n prediksi	Me
69	0,69	0,31	1,1712	0,1580	0,0517	-2,9623	0,7834	53,6799
74	0,74	0,26	1,3471	0,2979	0,0517	-2,9623	0,7834	64,1770
83	0,85	0,15	1,8971	0,6403	0,0517	-2,9623	0,7834	99,3567
91	0,91	0,09	2,4079	0,8788	0,0517	-2,9623	0,7834	134,7038

Data Analisis Kadar Air Prediksi Sosis Sapi Pada suhu 7°C

ERH	Aw	(1-Aw)	-ln (1-Aw)	ln [-ln(1-Aw)]	c prediksi	ln c	n prediksi	Me
70	0,70	0,30	1,2040	0,1856	0,0585	-2,8387	0,7906	45,8508
75	0,75	0,25	1,3863	0,3266	0,0585	-2,8387	0,7906	54,8031
86	0,86	0,14	1,9661	0,5761	0,0585	-2,8387	0,7906	85,2613
93	0,93	0,07	2,6593	0,9780	0,0585	-2,8387	0,7906	124,9228

Data Analisis Kadar Air Prediksi Sosis Sapi Pada suhu 11°C

ERH	Aw	(1-Aw)	-ln (1-Aw)	ln [-ln(1-Aw)]	c prediksi	ln c	n prediksi	Me
73	0,73	0,27	1,3093	0,2695	0,0653	-2,7288	0,7978	42,8706
79	0,79	0,21	1,5606	0,4451	0,0653	-2,7288	0,7978	53,4246
89	0,89	0,11	2,2073	0,7918	0,0653	-2,7288	0,7978	82,4991
95	0,95	0,05	2,9957	1,0972	0,0653	-2,7288	0,7978	120,9803

Data Analisis Kadar Air Prediksi Sosis Sapi Pada suhu 29°C

ERH	Aw	(1-Aw)	-ln (1-Aw)	ln [-ln(1-Aw)]	c prediksi	ln c	n prediksi	Me
85	0,85	0,15	1,8971	0,6403	0,0959	-2,3444	0,8302	36,4252
88	0,88	0,12	2,1203	0,7515	0,0959	-2,3444	0,8302	41,6462
94	0,94	0,06	2,8134	1,0344	0,0959	-2,3444	0,8302	58,5522
98	0,98	0,02	3,9120	1,3641	0,0959	-2,3444	0,8302	87,0951

Keterangan:

me = Kadar air sosis sapi prediksi (% dry basis)

ERH = Kelembaban relatif setimbang (%)

Aw = Aktivitas air (ERH/100)

$$me = \exp \frac{\ln[-\ln(1 - Aw)] - \ln c}{n}$$



Lampiran 9 : Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) MeKoefisien Determinasi ( $R^2$ ) Me pada Suhu 3° C

$X_i$	$Y_i$	$Y_i - \bar{Y}_i$	JKT	$\hat{Y}_i = X$	$\hat{Y}_i - \bar{Y}_i$	JKR	$R^2$
52,2151	53,6809	-34,2980	1176,3510	52,2151	-35,7637	1279,0449	0,9641
68,8427	64,1786	-23,8003	566,4527	68,8427	-19,1361	366,1912	
106,2819	99,3554	11,3765	129,4256	106,2819	18,3030	335,0011	
131,9041	134,7005	46,7217	2182,9173	131,9041	43,9253	1929,4304	
	87,9788	0,0000	4055,1466		7,3285	3909,6676	

Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) Me pada Suhu 7° C

$X_i$	$Y_i$	$Y_i - \bar{Y}_i$	JKT	$\hat{Y}_i = X$	$\hat{Y}_i - \bar{Y}_i$	JKR	$R^2$
46,5424	45,3508	-31,8587	1014,9782	46,5424	-31,1671	971,3875	0,9736
54,4555	54,8031	-22,9064	524,7019	54,4555	-23,2540	540,7470	
88,6191	85,2613	7,5518	57,0298	88,6191	10,9096	119,0190	
123,4678	124,9228	47,2133	2229,0946	123,4678	45,7582	2093,8162	
	77,7095	0,0000	3825,8044		2,2468	3724,9696	

Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) Me pada Suhu 11° C

$X_i$	$Y_i$	$Y_i - \bar{Y}_i$	JKT	$\hat{Y}_i = X$	$\hat{Y}_i - \bar{Y}_i$	JKR	$R^2$
42,2382	42,8706	-32,0730	1028,6796	42,2382	-32,7655	1069,6483	0,8991
48,7395	53,4246	-21,5191	463,0715	48,7395	-26,2042	686,6583	
80,0249	82,4991	7,5555	57,0850	80,0249	5,0812	25,8187	
113,8779	120,9803	46,0367	2119,3749	113,8779	38,9343	1515,8765	
	74,9437	0,0000	3668,2111		-14,8942	3298,0018	

Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) Me pada Suhu 29° C

$X_i$	$Y_i$	$Y_i - \bar{Y}_i$	JKT	$\hat{Y}_i = X$	$\hat{Y}_i - \bar{Y}_i$	JKR	$R^2$
35,2689	36,4252	-19,5045	380,4236	35,2689	-20,6608	426,3690	0,9249
42,7802	41,6462	-14,2835	204,0187	42,7802	-13,1495	172,9087	
61,8946	58,5522	2,6225	6,8777	61,8946	5,9649	35,5805	
84,3889	87,0951	31,1654	971,2834	84,3889	28,4592	809,9282	
	55,9297	0,0000	1562,6034		0,6139	1445,2864	

Keterangan:  $X_i$  = Me Observasi $Y_i$  = Me PrediksiJKT= Jumlah Kuadrat Total =  $(Y_i - \bar{Y}_i)^2$ JKR= Jumlah Kuadrat Regresi =  $(\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2$  $R^2$  = Koefisien Determinasi = JKR/JKT



## Lampiran 10: Uji Modulus Deviasi Me

## Uji Modulus Deviasi Me pada Suhu 3°C

Me Obs	Me Pred	Obs - Pre /Obs	Pi	(Pi-Prerata) <sup>2</sup>	S	P + S	P - S	Keterangan
52,2151	53,6809	0,0281	2,8072	3,0544	2,4333	6,9881	2,1216	Tepat
68,8427	64,1786	0,0678	6,7751	4,9294				
106,2819	99,3554	0,0652	6,5171	3,8504				
131,9041	134,7005	0,0212	2,1200	5,9283				
			4,5548	17,7625				

## Uji Modulus Deviasi Me pada Suhu 7°C

Me Obs	Me Pred	Obs - Pre /Obs	Pi	(Pi-Prerata) <sup>2</sup>	S	P + S	P - S	Keterangan
46,5424	45,8508	0,0149	1,4860	0,0823	1,3890	3,1619	0,3840	sangat tepat
54,4555	54,8031	0,0064	0,6383	1,2374				
88,6191	85,2613	0,0379	3,7890	4,0644				
123,4678	124,9228	0,0118	1,1785	0,3534				
			1,7730	5,7876				

## Uji Modulus Deviasi Me pada Suhu 11°C

Me Obs	Me Pred	Obs - Pre /Obs	Pi	(Pi-Prerata) <sup>2</sup>	S	P + S	P - S	Keterangan
42,2382	42,8706	0,0150	1,4973	13,0487	3,5901	8,6997	1,5195	tepat
48,7395	53,4246	0,0961	9,6125	20,2756				
80,0249	82,4991	0,0309	3,0919	4,0714				
113,8779	120,9803	0,0624	6,2369	1,2707				
			5,1096	38,6664				

## Uji Modulus Deviasi Me pada Suhu 29°C

Me Obs	Me Pred	Obs - Pre /Obs	Pi	(Pi-Prerata) <sup>2</sup>	S	P + S	P - S	Keterangan
35,2689	36,4252	0,0328	3,2787	0,1263	1,2103	4,8144	2,4238	sangat tepat
42,7802	41,6462	0,0265	2,6508	0,9608				
61,8946	58,5522	0,0540	5,4001	3,1188				
84,3889	87,0951	0,0321	3,2063	0,1826				
			3,6341	4,3946				

Keterangan:

$P_i$  = Modulus deviasi ke-l

$P$  = rata-rata  $P_i$

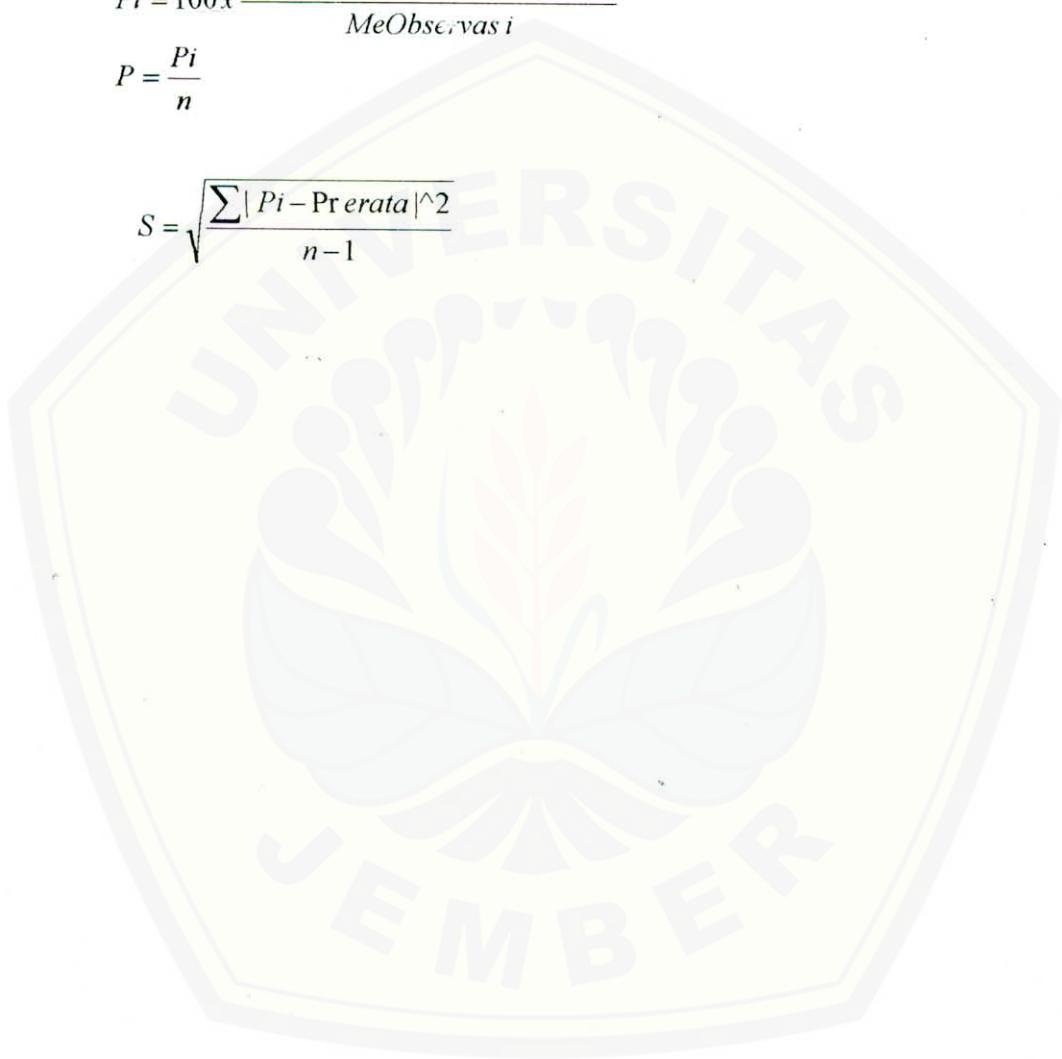
$n$  = Jumlah data

$S$  = Standar deviasi

$$P_i = 100 \times \frac{|MeObservasi - MePrediksi|}{MeObservasi}$$

$$P = \frac{P_i}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum |P_i - Prerata|^2}{n-1}}$$





## Lampiran 11: Contoh Perhitungan Penentuan Kadar Air Sosis Sapi Prediksi

☆ Diketahui :  $T = 3^{\circ}\text{C}$

$$A_w = 0,69$$

$$c = 0,0017 T + 0,0466$$

$$= 0,0517$$

$$n = 0,0018 T + 0,778$$

$$= 0,7834$$

$$\text{Me Prediksi} = \exp \frac{\ln[-\ln(1 - A_w)] - \ln c}{n}$$

$$\text{Me Prediksi} = \exp \frac{\ln[-\ln(1 - 0,69)] - \ln 0,0517}{0,7834}$$

$$\text{Me Prediksi} = 53,6799$$

