

**UJI DAYA HAMBAT *Pediococcus acidilactici* 0110 <-TAT-1
TERHADAP PERTUMBUHAN *Escherichia coli* IFO 3301 SECARA
IN VIVO PADA SOSIS FERMENTASI IKAN LELE DUMBO
(*Clarias gariepinus*) SELAMA 5-28 HARI INKUBASI**

**LAPORAN SKRIPSI
TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

Oleh :

DEVITA ACHDALIA

NIM. 0210830020



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN
MALANG
2007**

**UJI DAYA HAMBAT *Pediococcus acidilactici* 0110 <-TAT-1
TERHADAP PERTUMBUHAN *Escherichia coli* IFO 3301 SECARA
IN VIVO PADA SOSIS FERMENTASI IKAN LELE DUMBO
(*Clarias gariepinus*) SELAMA 5-28 HARI INKUBASI**

Oleh:

DEVITA ACHDALIA

NIM. 0210830020

Dosen Penguji I

(Ir. SRI DAYUTI)

Tanggal : _____

Dosen Penguji II

(Ir. TITIK DWI S. MP)

Tanggal: _____

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. KARTINI ZELANI, MS)

Tanggal : _____

Dosen Pembimbing II

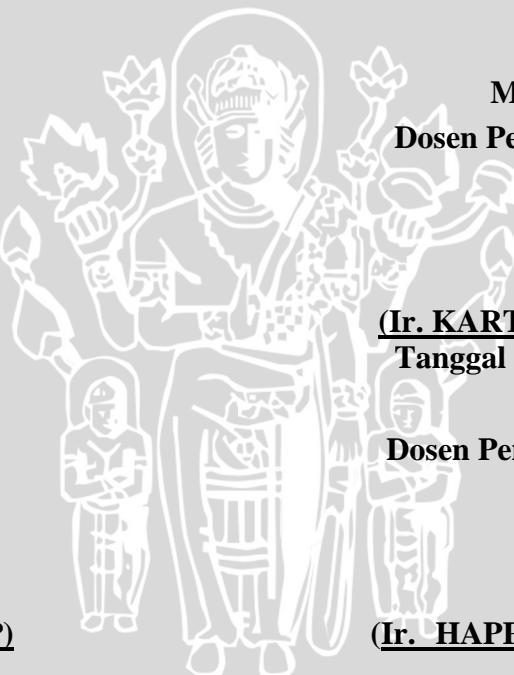
(Ir. HAPPY NURSYAM, MS)

Tanggal : _____

Mengetahui ,
Ketua Jurusan

(Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS)

Tanggal : _____



RINGKASAN

DEVITA ACHDALIA. Skripsi tentang Uji Daya Hambat *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 Terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* IFO 3301 secara *In Vivo* pada Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Selama 5-28 Hari Inkubasi. (**Dibawah Bimbingan Ir. Kartini Zaelani,MS dan Ir. Happy Nursyam, MS**)

Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui uji daya hambat BAL (*Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1) terhadap *Escherichia coli* IFO 3301 pada sosis fermentasi ikan lele dumbo selama masa inkubasi 5 – 28 hari.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Perikanan, Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang pada bulan September sampai Oktober 2006.

Metode Penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pengambilan data secara eksperimen dan rancangan percobaan menggunakan uji t. Perlakuan yang digunakan adalah sosis fermentasi ikan lele dumbo dengan penambahan kultur bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 sebesar 4 ml 10^5 cfu/ml tanpa ditambah kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 (BAL), dan sosis fermentasi ikan lele dumbo dengan penambahan kultur bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 sebesar 4 ml 10^5 cfu/ml kemudian ditambahkan kultur bakteri asam laktat (BAL) sebesar 4 ml 10^8 cfu.ml. Variabel terikat pada penelitian ini meliputi a_w , pH, Total *E.coli*, Total BAL dan TPC.

Rerata hasil penelitian diperoleh data nilai terendah dan tertinggi adalah sebagai berikut : pH antara 4.84 sampai 5.41, a_w berkisar antara 0.628 sampai dengan 0.800, total *E.coli* antara 1.8972 sampai 4.2772, total BAL antara 3.1217 sampai 4.6047 dan TPC antara 4.2552 sampai 8.2374.

Penambahan kultur starter bakteri *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 pada sosis fermentasi ikan lele dumbo yang telah ditambah dengan bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 selama penyimpanan 28 hari memberikan pengaruh terhadap kualitas kimia dan mikrobiologi yang meliputi pH, a_w , Total *E.coli*, Total BAL, dan TPC. Dari penelitian menunjukkan bahwa bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 dapat dihambat walaupun tanpa penambahan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1. Dan masih perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui cara meningkatkan daya simpan sosis fermentasi serta uji organoleptik untuk kualitas fisik sosis ikan lele dumbo selama masa simpan 28 hari.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulisan laporan ini dapat terselesaikan. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya

Atas terselesaikan laporan skripsi ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Kartini Zaelani, MS, selaku Dosen Pembimbing I
2. Bapak Ir. Happy Nursyam, MS, selaku Dosen Pembimbing II
3. Seluruh staf Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Perikanan, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran, Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang
4. Ibu dan Bapak tercinta yang dengan kesabarannya telah memberikan motivasi, petunjuk serta doa.
5. Adekku Galuh yang selalu memberikan semangat dan doanya , dan Andhika yang selalu mendukungku selama proses penggerjaan skripsi ini.
6. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga dapat tersusun laporan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berminat dan memerlukannya.

Malang, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Kegunaan	3
1.6 Tempat dan Waktu	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Keamanan Pangan Produk Perikanan	4
2.2 Ikan Lele Dumbo (<i>Clerias geierepinus</i>)	4
2.3 Deskripsi dan Daya Simpan Sosis	5
2.4 Cemaran Mikrobia Pada Produk Perikanan	6
2.5 <i>Escherichia coli</i>	7
2.6 Peranan Bakteri Asam Laktat (BAL) sebagai Pengawet Alami	8
2.7 <i>Pediococcus acidilactici</i>	9
2.8 Casing Sosis (Selongsong).....	10
2.9 Bumbu dan Bahan Tambahan	11
2.9.1 Na-Nitrat dan Na-Nitrit	11
2.9.2 Garam (NaCl)	12
2.9.3 Gula (Sukrosa, Glukosa dan Fruktosa)	13
2.9.4 Lada (<i>Piper nigrum L</i>)	15
2.9.5 Ketumbar (<i>Coriandrum sativum</i>)	16
2.9.6 Bawang Putih (<i>Allium sativum</i>)	16
2.9.7 Jahe (<i>Zingiber officinale Roscoe</i>)	17
2.9.8 Cengkeh (<i>Eugenia caryophyllus</i>)	17
2.9.9 Kayu Manis (<i>Cinnamom seylanicum</i>).....	17
2.10 Fermentasi	18
2.11 Pengasapan.....	21
2.12 Inkubasi Suhu Komersil.....	23

III MATERI DAN METODE PENELITIAN	24
3.1 Materi Penelitian	24
3.1.1 Bahan Penelitian	24
3.1.2 Alat Penelitian	24
3.2 Metode Penelitian	25
3.3 Variabel	25
3.4 Rancangan Percobaan	26
3.5 Proses Pembuatan Sosis Fermentasi	27
3.5.1 Pemisahan Daging Dari Komponen Lainnya	27
3.5.2 Penggilingan Daging	28
3.5.3 Penambahan Garam, Difreezer, Dithawing	28
3.5.4 Pencampuran Dengan Bumbu	28
3.5.5 Pencampuran Bakteri	28
3.5.6 Pengisian adonan ke dalam Casing / Selongsong	29
3.5.7 Fermentasi	29
3.5.8 Pengasapan	29
3.5.9 Penyimpanan / Pemasakan	29
3.5.10 Analisa sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo	29
3.6 Diagram Alir Pembuatan Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo	29
3.7 Parameter Uji	31
3.7.1 Analisa A_w	31
3.7.2 Analisa pH	31
3.7.3 Analisa Total <i>E.coli</i> , Total BAL dan TPC	31
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 pH	32
4.2 A_w (Aktivitas air)	35
4.3 Total <i>E.coli</i>	38
4.4 Total BAL	41
4.5 TPC	44
V KESIMPULAN DAN SARAN	47
4.1 Kesimpulan	47
4.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

Tabel

	Hal
1 Rata-rata Hasil Uji Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>)	32
2 Data Hasil Uji t pH Terhadap Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) selama Masa Simpan	33
3. Data Hasil Uji t Aw Terhadap Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) selama Masa Simpan	36
4. Data Hasil Uji t Total <i>E.coli</i> Terhadap Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) selama Masa Simpan	39
5. Data Hasil Uji t Total BAL Terhadap Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) selama Masa Simpan	42
6. Data Hasil Uji t Total TPC Terhadap Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) selama Masa Simpan	44
7. Data Penelitian untuk pengukuran nilai pH	56
8. Data Penelitian untuk pengukuran nilai Aw	56
9. Data Penelitian untuk pengukuran nilai Total <i>E.coli</i>	57
10. Data Penelitian untuk pengukuran nilai Total BAL.....	57
11. Data Penelitian untuk pengukuran nilai Total TPC	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
1. Rumus Bangun Sukrosa	13
2. Rumus Bangun Glukosa.....	14
3. Rumus Bangun Fruktosa.....	15
4. Jalur Embden-Meyerhoff-Parmas (EMP)	20
5. Diagram Alir Pembuatan sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo	30
6. Grafik histogram perubahan nilai pH selama masa inkubasi.....	34
7. Grafik histogram perubahan nilai a_w selama masa inkubasi	37
8. Grafik histogram perubahan total <i>Escherichia coli</i> selama masa inkubasi.....	40
9. Grafik histogram perubahan total BAL selama masa inkubasi.....	43
10. Grafik histogram perubahan total TPC selama masa inkubasi	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
1 Parameter Uji Obyektif	53
2 Data dan Grafik Normality Test	56



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan lele dumbo merupakan salah satu dari sekian banyak jenis ikan yang dimanfaatkan sebagai sumber bahan pangan oleh manusia. Selama ini ikan lele dumbo pada umumnya masih dikonsumsi dalam keadaan segar. Ikan lele dumbo segar mengandung kadar air sebesar 75,69%. Setelah air komponen terbesar lainnya adalah protein yaitu sebesar 15,19%, kadar lemak 6,90% dan kadar abu 2,1% (Heruwati dan Indrati, 1987).

Sosis ikan adalah salah satu bentuk diversifikasi makanan yang berasal dari ikan. Sosis merupakan makanan setengah basah sehingga mudah sekali mengalami kerusakan karena aktivitas mikroorganisme yang menyebabkan daya awetnya lebih rendah. Menurut Naruki (1991), sosis merupakan olahan produk emulsi minyak dalam air, dimana lemak membentuk fase diskontinyu, air membentuk fase kontinyu dan protein daging sebagai emulsifier. Menurut Khairun dan Amri (2002), salah satu jenis ikan yang bisa digunakan sebagai bahan baku sosis adalah ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*), karena lele dumbo mempunyai tekstur daging yang empuk, enak dan gurih. *Escherichia coli* merupakan salah satu mikroba yang terdapat dalam produk hasil perikanan. *Escherichia coli* dapat menyebabkan sakit perut dengan gejala spesifik yaitu mencret, panas dan badan lemah (Soekarto, 1990). Oleh karena itu, untuk mengatasi terjadinya aktivitas mikroba yang tidak terkontrol tersebut, maka dicoba dengan menggunakan penambahan kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* yang dicampurkan dalam adonan. Pemanfaatan ikan lele dumbo sebagai bahan pembuat sosis dengan penambahan bakteri asam laktat yang berfungsi sebagai starter untuk meningkatkan daya

awet, keamanan produk, dan mutu organoleptik dalam mempertahankan nilai gizi produk pemilihan starter bakteri *Pediococcus acidilactici* yang mampu menghasilkan *pediocin* yang merupakan suatu zat antimikroba (Anonymous,2000).

1.2 Rumusan Masalah

Pemanfaatan ikan lele dumbo sebagai bahan pembuat sosis merupakan salah satu diversifikasi produk untuk meningkatkan nilai ekonomis ikan lele dumbo.

Sosis ikan lele dumbo merupakan makanan setengah basah yang mudah sekali mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas mikrobiologi yang berasal dari bahan baku maupun terkontaminasi dalam proses pengolahannya sehingga dapat menurunkan mutu, daya awet sosis dan menyebabkan penyakit bagi yang mengkonsumsinya.

Dengan penambahan bakteri asam laktat kedalam sosis ikan lele dumbo jenis *Pediococcus acidilactici* diharapkan mampu menghambat aktivitas mikrobiologi patogen yang menyebabkan penyakit. *Pediococcus acidilactici* merupakan bakteri asam laktat yang memproduksi zat antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain. Permasalahan yang belum diketahui apakah penambahan bakteri *Pediococcus acidilactici* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan mempengaruhi karakteristik kimiawi dan mikrobiologi pada sosis ikan lele dumbo yang meliputi a_w , pH, total *Escherichia coli*, total BAL dan total TPC.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui uji daya hambat Bakteri Asam Laktat (*Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* yang mempengaruhi karakteristik kimia dan mikrobiologi pada sosis fermentasi ikan lele dumbo dan mengetahui siklus pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 selama masa inkubasi 5-28 hari.

1.4 Hipotesis

Diduga bakteri *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 dan mempengaruhi karakteristik kimia dan mikrobiologi pada sosis fermentasi ikan lele dumbo selama masa inkubasi 5-28 hari.

1.5 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini adalah:

- Untuk mengembangkan diversifikasi produk dari ikan lele dumbo sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis dari lele dumbo tersebut.
- Memberikan informasi kepada peneliti, pengusaha, institusi dan lembaga lain mengenai kualitas produk sosis fermentasi ikan lele dumbo.
- Memberikan informasi daya hambat bakteri asam laktat (*Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 pada sosis fermentasi lele dumbo.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Dasar Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang pada bulan September sampai Oktober 2006

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keamanan Pangan Produk Perikanan

Keamanan pangan adalah standar dan ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi untuk mencegah pangan dari kemungkinan adanya bahaya, baik karena cemaran biologis, kimia dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan dan membahayakan kesehatan manusia (Anonymous, 2004).

Bahan pangan yang terkontaminasi mikroorganisme dapat menyebabkan sakit sampai matinya seseorang yang memakannya. Bakteri yang tumbuh pada pangan mengubah pangan menjadi zat organik untuk memperoleh energi melalui proses metabolisme. Hasil proses metabolisme bakteri patogen merupakan eksotoksin yang berbahaya bagi kesehatan. Hidrolisis protein pangan oleh mikroorganisme menyebabkan bau busuk dan perubahan cita rasa dalam makanan, karena terbentuk komponen penyebab bau busuk (Dwidjoseputro, 1998).

2.2 Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Lele dumbo (*clarias gariepinus*) merupakan jenis ikan yang termasuk dalam famili *Claridae* dan jenis *clarias*. Ikan lele memiliki bentuk badan yang memanjang, berkepala pipih, tidak bersisik, memiliki empat pasang kumis yang memanjang sebagai alat peraba, dan memiliki alat pernapasan tambahan (Najiyati, 2003).

Ikan lele dumbo memiliki alat pernapasan tambahan yang terletak dibagian kepala didalam rongga yang dibentuk oleh dua pelat tulang kepala. Siripnya terdiri atas lima jenis, yaitu sirip dada, sirip punggung, sirip perut, sirip anal dan sirip ekor. Patil

pada lele dumbo tidak begitu kuat dan tidak begitu beracun dibanding jenis lele lainnya (Najiyati, 2003).

Pada ikan lele dumbo, kulit badannya terdapat bercak-bercak kelabu seperti jamur kulit manusia (panu). Kepala dan punggungnya berwarna gelap kehitaman atau kecoklatan. Lele dumbo memiliki sifat tenang dan tidak mudah berontak saat disentuh atau dipegang dan akan meloncat bisa merasa tidak aman. Lele dumbo termasuk binatang malam (*nocturnal*) karena aktif mencari makan bila keadaan gelap atau pada malam hari. Lele dumbo termasuk golongan ikan karnivor, yaitu jenis ikan yang menyukai protein hewani sebagai makanan utamanya (Puspowardoyo dan Djarijah, 2002).

Klasifikasi ikan lele dumbo menurut Saanin (1984) sebagai berikut :

Phylum	:	Chordata
Kelas	:	Pisces
Sub kelas	:	Teleostei
Ordo	:	Ostariophysi
Sub ordo	:	Siluroidea
Famili	:	Claridae
Genus	:	Clarias
Spesies	:	<i>Clarias gariepinus</i>

2.3 Deskripsi dan Daya Simpan Sosis

Sosis berasal dari kata *salsus* (bahasa latin) yang berarti menggarami (Astawan dan Astawan, 1989). Sedangkan menurut Sudarisman dan Elvina (1996), sosis ikan adalah hasil olahan ikan berupa campuran daging yang digiling dengan garam dan bumbu-bumbu serta lemak, yang dimasukkan kedalam selongsong bisa dari usus hewan atau tiruan yang bisa dimakan atau plastik. Pemasukan sosis ditujukan untuk

menyatukan komponen-komponen adanom sosis yang merupakan emulsi lemak-air dengan protein myosin daging sebagai penstabilnya, memantapkan warna daging serta meng-inaktifkan mikroba.

Penggunaan kultur starter pada produk akan menghasilkan nilai pH akhir 4-4,5 dan tanpa menggunakan sterter nilai pH akhir adalah 4,6-5,0. Pada sosis nilai pH-nya 4,5-4,7 akan dihasilkan pada fermentasi selama 72 jam. Fermentasi sosis pada suhu 30°C dan 37°C akan lebih berperan penting pada pH akhir yang rendah daripada suhu 22°C serta nilai pH ini menunjukkan pada jumlah produksi asam laktat (Jay, 1992). Sedangkan nilai pH pada sosis fermentasi tanpa menggunakan penambahan kultur starter akan menurun setelah fermentasi 24 jam dengan nilai pH 4,9 dan akan kembali meningkat sampai akhir fermentasi selama 120 jam dengan nilai 5,3 (Antara *et al.*, 2004).

2.4 Cemaran Mikrobia Pada Produk Perikanan

Aspek mikrobia mempunyai peranan yang sangat penting dalam penilaian mutu produk pangan. Secara umum adanya mikrobia dalam produk pangan tidak selalu merugikan atau membahayakan. Meskipun demikian, adanya kandungan mikrobia dalam produk pangan haruslah dihadapi dengan waspada dan perlu disadari arti pentingnya penanganan produk selanjutnya, agar infeksi penyakit dari bahan pangan dapat dihindari (Soekarto, 1990).

Soekarto (1990) mengemukakan bahwa mikrobia pada produk perikanan terdiri dari dua golongan besar yaitu mikrobia patogenik dan non patogenik. Mikrobia patogenik sangat penting dalam kaitannya dengan mutu produk perikanan. Mikrobia patogenik ini dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu: mikrobia fekal, mikrobia yang

berasal dari sampah rumah tangga, dan mikrobia non fekal. Mikrobia yang banyak dijumpai pada produk perikanan dapat mengkontaminasi pangan melalui tiga jalur, yaitu:

1. Kontaminasi mikrobia dari air dimana ia tinggal.
2. Kontaminasi dari bahan-bahan pembantu selama proses pengolahan produk perikanan.
3. Kontaminasi dari manusia yang mengolah produk perikanan tersebut.

Hasil pangan dari perikanan memiliki kandungan air yang tinggi sehingga rentan tercemar oleh mikroorganisme. Produk-produk hasil perikanan seperti ikan, udang dan kerang mempunyai potensi yang besar terhadap keracunan makanan. Meskipun makanan-makanan hasil laut langsung dikonsumsi setelah ditangkap, tetapi kontaminasi oleh bakteri patogen dapat terjadi selama penangkapan, penanganan, dan pengolahan. Beberapa cemaran mikrobia yang patut dicurigai antara lain: *Salmonella sp.*, *Shigella sp.*, dan *Escherichia coli* (Fardiaz, 1992).

2.5 *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* termasuk dalam *Enterobactericeae* yang memiliki ciri yaitu merupakan gram negatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora. *Escherichia coli* mampu memfermentasi laktosa dengan memproduksi asam dan gas selama 48 jam pada suhu 32°C - 35°C , mereduksi nitrat menjadi nitrit, fakultatif anaerob, bersifat katalase positif dan oksidasi negatif (Fardiaz, 1992).

Menurut Jawetz *et al.*, (1986), *Escherichia coli* diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Prokaryotae
Divisi	: Gracilicutes
Klas	: Scotobacteria
Ordo	: Eubacteriales
Famili	: Enterobactericeae
Genus	: Escherichia
Spesies	: <i>Escherichia coli</i>

Banyak jenis mikroba yang mempunyai habitat pada saluran pencernaan. Beberapa diantaranya termasuk patogen, yaitu: *Escherichia*, *Proteus*, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus*. Dalam jumlah yang lebih kecil, mikroba ini tidak menyebabkan gangguan penyakit yang gawat. Akan tetapi jika jumlah dalam tubuh manusia besar, maka akan menyebabkan penyakit, seperti gangguan perut dan pencernaan lainnya (Soekarto, 1990).

Escherichia coli merupakan salah satu mikroba yang dominan dalam produk perikanan. *Escherichia coli* dapat menyebabkan sakit perut dengan gejala spesifik yaitu mencret, panas dan badan lemah. *Escherichia coli* sering terdapat dalam saluran pencernaan manusia tanpa menyebabkan yang bersangkutan sakit, orang yang demikian disebut pembawa kuman, mereka menjadi *reservoir* *Escherichia coli* dan juga sumber penularan atau pencemaran. Orang yang daya tahan tubuhnya menurun, akan menjadi rentan terhadap *Escherichia coli* jika terkena infeksi melalui makanan (Soekarto, 1990).

2.6 Peranan Bakteri asam laktat (BAL) sebagai Pengawet Alam.

Bakteri asam laktat dibagi menjadi 2 jenis yaitu bakteri homofermentatif dan bakteri heterofermentatif. Jenis-jenis homofermentatif yang terpenting menghasilkan hanya asam laktat dari metabolisme gula sedangkan jenis-jenis heterofermentatif

menghasilkan karbondioksida dan sedikit asam-asam volatile lainnya *alcohol* dan ester disamping asam laktat (Wibowo, 1990).

Bakteri asam laktat merupakan mikroflora yang normal terdapat di dalam daging. Selain itu bakteri asam laktat mungkin juga masuk ke dalam daging selama proses pengolahan. Penambahan garam, gula, nitrit dan asap serta penyimpanan atau pemeraman produk pada suhu rendah dengan potensi oksidasi-reduksi yang menurun (misalnya dalam wadah pembungkus) merangsang pertumbuhan bakteri ini mengalahkan pertumbuhan mikroorganisme lainnya yang tidak diinginkan (Fardiaz, 1992).

Asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat akan menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam. Hal ini dapat juga menghambat pertumbuhan dari beberapa jenis mikroorganisme yang lain (Buckle *et al.*, 1987), sehingga secara ekologis akan menggeser mikroorganisme yang tidak menguntungkan yang tidak tahan asam (Ostling *et al.*, 1993).

2.7 *Pediococcus acidilactici*

Pediococcus juga merupakan bakteri asam laktat dan termasuk bakteri gram positif yang memiliki sifat dan ciri-ciri yaitu katalase, berbentuk bulat dan oksidase negatif. *Pediococcus* rentan terhadap *penicillin* dan *ampicillin* juga resisten terhadap *vancomycin*. *Pediococcus* sering ditemukan pada fermentasi sayur, beer dan silase. *Pediococcus acidilactici* tumbuh dalam media Man, Rogosa and Sharpe (MRS) broth yang termodifikasi dengan komposisi 2,0%-5,0% glukosa, dimana produksi asam yang tertinggi diperoleh dari MRS broth yang mempunyai pH konstan yaitu pada kisaran pH 5 (Anna and Torres, 1998) .

Pediocin yang dihasilkan *Pediococcus acidilactici* merupakan suatu zat antimikroba yang dipengaruhi suhu dan lebih aktif pada kisaran pH 5. Dimana *pediocin* tidak efektif dalam mempengaruhi makanan tapi dimungkinkan dapat mempengaruhi *proteolyne* dan komponen makanan seperti garam, asam, protein dan lemak. Optimasi pertumbuhan *Pediococcus acidilactici* pada suhu 37°C selama 18 hari dalam MRS broth (Anonymous, 2000).

Menurut Dwijoseputro (1998), klasifikasi bakteri *Pediococcus acidilactici* adalah sebagai berikut:

Divisio	: Prothopyta
Class	: Schizomycetes
Ordo:	: Eubacteriales
Famili	: Lactobacillaceae
Genus	: Pediococcus
Species	: <i>Pediococcus acidilactici</i>

2.8 Casing Sosis (Selongsong)

Selongsong (*casing*) adalah bahan pengemas sosis yang umumnya berbentuk silinder. Selongsong atau *casing* untuk sosis ada dua tipe, yaitu selongsong alami dan selongsong buatan. Selongsong alami terbuat dari usus hewan memamah biak, seperti usus sapi, usus domba, usus kambing dan usus babi sedangkan selongsong buatan terbuat dari sellulosa atau kolagen (Soeparno, 1994).

Selongsong fibrus dapat dibuat dari selulosa yang diperkuat dengan material serat dengan cara melarutkan, generasi dan ekstruksi. Selongsong selulosa mempunyai diameter antara 1,5-15 cm. Selongsong yang layak atau tidak layak dimakan dapat dibuat dari kolagen kulit bagian korium (misalnya korium kulit sapi) dengan cara

ekstruksi. Selongsong alami, selongsong kolagen kulit regenerasi atau selongsong selulosa fibrus telah banyak dipergunakan dalam proses sosis kering dan sosis agak kering (Soeparno, 1994). Casing yang digunakan dalam pembuatan sosis fermentasi ini adalah kolagen, karena casing yang terbuat dari kolagen atau selulosa dapat ditembus oleh asap.

2.9 Bumbu dan Bahan Tambahan

2.9.1 Na-Nitrat dan Na-Nitrit

Nitrat dan nitrit biasa digunakan dalam *curing* daging yang bertujuan untuk memperbaiki warna merah yang diinginkan, tetapi nitrit mempunyai efek bakteristatik daripada asam dan direkomendasikan untuk pengawetan ikan (Frazier, 1967). Menurut Soeparno (1994), Nitrat dan nitrit dipergunakan dalam daging dengan tujuan untuk mengembangkan warna daging menjadi merah muda terang dan stabil, mempercepat proses *curing*, *preservative* microbial yang mempunyai pengaruh bakteriostatik dan sebagai agensi yang mampu memperbaiki flavour dan antioksidan. Nitrit mampu menghambat pertumbuhan *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, dan *Staphylococcus aureus* pada daging proses. Selain itu nitrit juga dapat menghambat oksidasi lemak.

Nitrat dan nitrit terdapat dalam bentuk garam kalium dan natrium nitrit. Natrium nitrit berbentuk butiran berwarna putih, sedangkan kalium nitrit berwarna putih atau kuning dan kelarutannya tinggi dalam air. Nitrit dan nitrat dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada daging dan ikan dalam waktu yang singkat. Sering digunakan pada daging yang telah dilakukan untuk mempertahankan warna merah daging (Anonymous, 2000).

Penggunaan nitrat dan nitrit didalam campuran bahan *curing* daging dapat dikombinasikan. Namun, nitrat sudah tidak lazim atau dilarang penggunaannya didalam *curing* daging, karena nitrit dapat bereaksi dengan cepat selama proses *curing* tanpa adanya nitrat (Soeparno, 1994). Dalam proses *curing* garam dapur berfungsi sebagai pengawet (ion klorida bersifat antibakteri) dan pembangkit cita rasa. Pemakaian garam sekitar 2-3 persen dari berat daging. Selama proses *curing* berlangsung, garam nitrat akan direduksi menjadi nitrit oleh bakteri. Kemudian nitrit akan bereaksi dengan pigmen daging menimbulkan warna merah yang diinginkan, sekaligus untuk menghambat pertumbuhan bakteri (Anonymous, 2004).

Di Amerika Serikat, penggunaan *sodium nitrite* dalam proses *curing* daging telah diatur secara legal oleh sebuah regulasi yang dikembangkan Departemen Pertanian AS (USDA). Dalam regulasi dijelaskan, penggunaan nitrit, nitrat, atau kombinasi dari keduanya tidak boleh melebihi jumlah 200 ppm (bagian per juta) yang diperhitungkan sebagai *sodium nitrate* dalam produk akhir. Pembatasan dalam penggunaan nitrit ini sangat diperlukan karena nitrit akan bersifat racun bila dikonsumsi dalam dosis yang berlebihan (Anonymous, 2006).

2.9.2 Garam (NaCl)

Garam merupakan penyedap utama dalam pembuatan sosis. Garam pada konsentrasi yang cukup berfungsi sebagai : (1) pengawet atau penghambat pertumbuhan mikrobia dan (2) penambah aroma dan cita rasa atau *flavour*. Garam meningkatkan tekanan osmotik medium atau bahan makanan yang juga direfleksikan dengan rendahnya aktivitas air. Sejumlah bakteri terhambat pertumbuhannya pada konsentrasi

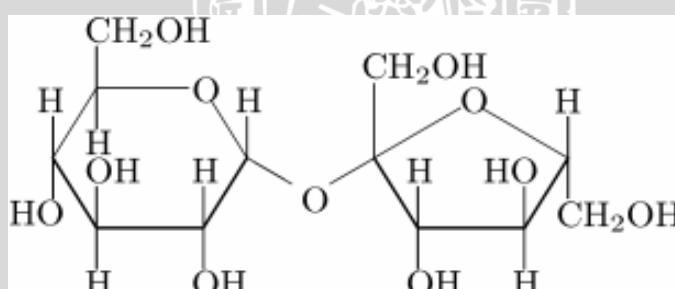
garam 2%. Bakteri lain dan ragi serta jamur dapat tumbuh pada konsentrasi larutan garam yang berbeda (Nurwantoro dan Djarijah, 1997).

Garam mudah larut dalam air tetapi tidak larut dalam eter, minyak atau hidrokarbon. Kelarutannya akan naik pada suhu yang lebih tinggi, sebaliknya kelarutan tersebut akan menurun pada suhu yang lebih rendah. Garam NaCl tidak berwarna dan berbentuk kristal kubus (Trenggono, 1991).

2.9.3 Gula (Sukrosa, Glukosa dan Fruktosa)

Sukrosa merupakan bahan pangan makro nutrient. Sukrosa mempunyai bermacam fungsi dalam produk makanan seperti pemanis, pengawet, pembentuk tekstur, humektan, bahan pendispersi, penstabil, substrat fermentasi, pembawa flavor dan bahan pencoklatan (Hui, 1992). Sukrosa mempunyai berat molekul 342,30 dan titik cair 186 °C. Sukrosa kristal murni mengandung energi 351 kalori/100 gram (Tranggono, 1990).

Rumus bangun sukrosa dapat dilihat pada Gambar 1.

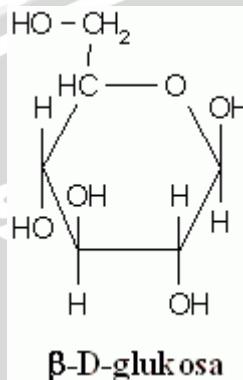


Gambar 1. Rumus Bangun Sukrosa (Winarno, 2002)

Glukosa mempunyai berat molekul 180,18. glukosa juga dikenal sebagai D – glukosa, Dextrosa, Glucolin, dextropur, Dextrosol, gula darah, gula anggur, dan gula sirup jagung (Tranggono, 1990).

Glukosa merupakan nutrisi yang diperlukan sebagai nutrisi pertumbuhan mikroorganisme dalam fermentasi makanan termasuk untuk nutrisi pertumbuhan bakteri asam laktat *Lactobasillus casei* dalam fermentasi susu (Short, 2002).

Rumus bangun dari glukosa dapat dilihat pada Gambar 2.



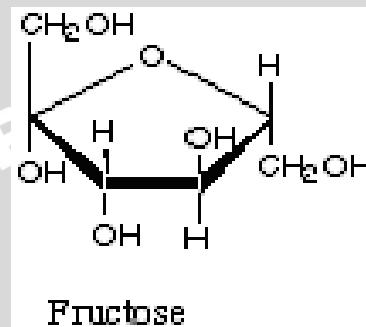
Gambar 2. Rumus Bangun Glukosa (Winarno, 2002)

Fruktosa adalah suatu heksosa dengan gugus keton pada atom karbon nomor dua dan mempunyai sifat memutar cahaya terpolarisasi kekiri dan kerananya disebut juga selulosa D-fruktosa dan gula buah (Bennion, 1980).

Fruktosa mempunyai berat molekul 180,16. Bentuk yang terbanyak dialam adalah D – fruktosa, terutama isomer β – D – fruktosa. Fruktosa lebih mudah larut dalam air daripada glukosa, satu gram fruktosa dapat larut dalam 15 ml *alcohol* atau dalam 14 ml methanol, juga larut dalam aseton, priding, etilamin dan metilamin (Tranggono, 1990)

Kristal fruktosa bersifat higroskopis, jika jumlah udara yang kontak dengan permukaan kristal fruktosa meningkat maka kelarutan fruktosa akan meningkat pula dan bila kelembaban udara menurun akan terjadi pengerasan dan penggumpalan (Nabor and Ronert, 1991).

Fruktosa dialam banyak ditemukan bersama dengan glukosa dalam buah-buahan dan madu. Sumber fruktosa adalah sari buah, madu, hidrolisis gula tebu dan insulin dari umbi dahlia. Senyawa fruktosa mirip dengan glukosa secara kimiawi kecuali susunan atom-atom molekulnya sedikit berbeda (Gaman dan Sherrington, 1992). Rumus bangun dari fruktosa dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rumus Bangun Fruktosa (Winarno, 2002)

2.9.4 Lada (*Piper nigrum L*)

Tanaman lada atau *Piper nigrum L* termasuk familia Piperaceae, tempat tumbuhnya di Indonesia seperti Sumatra, Jawa dan Ujung Pandang. Lada yang masak dan kering banyak diperlukan sebagai obat, tidak berbau dan rasanya pedas (Kartasapoetra, 1988).

Menurut Kardinan (2005), komposisi kimia dari lada hitam adalah air 8-13 %; protein 11 %; karbohidrat 22-42 %; minyak atsiri 1-4%; piperin (alkaloid) 5-9%; zat P₂O 11,2%; zat sulfur 8,6%; zat K₂O 29,8%; zat kapur (CaO) 16,1%. Sedangkan komposisi kimia dari lada putih adalah air 9,9-15 %; protein 11 %; karbohidrat 50-65 %; minyak atsiri kurang dari lada hitam; piperin (alkaloid) 5-9%; zat P₂O 20,8%; zat sulfur 4,1%; zat K₂O 17,1%; zat kapur (CaO) 18,1%.

2.9.5 Ketumbar (*coriandrum sativum*)

Menurut Kartasapoetra (1988), ketumbar termasuk dalam familia Umbelliferae. Di Indonesia, tanaman ini banyak tumbuh di daerah Sumatra, Jawa, Bali, Biak dan Sulawesi. Khasiat dari buahnya dapat digunakan sebagai bahan bakal obat bila diremas akan timbul bau aromatik yang mempunyai rasa khas.

Ketumbar digunakan dalam bentuk bubuk dan sebagai pemberi rasa serta aroma pada produk yang dipanggang seperti cookies dan produk olahan daging seperti dendeng, sosis dan lainnya (Lewis, 1984).

2.9.6 Bawang Putih (*Allium sativum*)

Tanaman bawang putih merupakan tanaman anggota famili Liliaceae, banyak tumbuh di Indonesia terutama di Jawa Tengah dan Nusa Tenggara (Kartasapoetra, 1988).

Bawang putih mempunyai bau dan rasa yang sangat kuat. Ketajaman areoma bawang putih tergantung pada umur dan varietas bawang putih itu sendiri (Muradjo, 1976). Menurut Santoso (1989), bawang putih (*Allium sativum*) merupakan salah satu komoditi pertanian yang banyak digunakan sebagai bumbu masak atau penyedap masakan karena mempunyai bau yang khas merangsang hidung. Bau khas tersebut disebabkan adanya minyak atsiri (allisin) dan diketahui bahwa allisin ini mempunyai daya bunuh terhadap jamur dan bakteri.

Bawang putih termasuk salah satu familia *Liliaceae* dan kandungan airnya mencapai 60,9-57,8%, kandungan protein mencapai 3,5-7%, lemak 0,3%, serta kandungan serat 0,7%. Disamping itu umbi bawang putih juga mengandung mineral-mineral penting dan beberapa vitamin dalam jumlah tidak besar (Wibowo, 2001).

2.9.7 Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe)

Tanaman jahe adalah sejenis tanaman anggota familia Zingiberaceae, banyak tumbuh di berbagai daerah di Indonesia dan telah banyak yang memanfaatkannya, baik bagi kepentingan-kepentingan pengobatan maupun sebagai bumbu masakan. Jahe itu berbau aromatik, rasanya pedas menyegarkan (Kartasapoetra, 1988).

Rimpang jahe bercabang-cabang, berwarna putih kekuningan dan berserat. Bentuk rimpang jahe pada umumnya gemuk agak pipih dan kulitnya mudah dikelupas. Rimpang jahe berbau harum dan berasa pedas (Muchtadi dan Sugiyono, 1992).

Menurut Sediaoetomo (2000), komposisi kimia dari jahe per 100 gram adalah air 86 g; protein 1,5 g; lemak 1,0 g; karbohidrat 10,1 g; Ca 21 mg; P 39 mg; Fe 1,0 mg; Vit A 30 SI/100g; Vit B1 0,02 mg, Vit C 4 mg; Energi 51 kal.

2.9.8 Cengkeh (*Eugenia aromatica*)

Cengkeh merupakan famili dari *mystaceae*. Saat ini cengkeh selain digunakan untuk rempah-rempah dipakai juga sebagai bahan industri parfum, bahan baku pembuatan vanilin, membeningkan preparat sehingga dapat lebih mudah dilihat dibawah mikroskop dan juga untuk obat sebagai rempah-rempah cengkeh dapat menambah aroma pada sosis yang dihasilkan. Komponen bunga cengkeh yaitu kadar air 5,0-0,3%, kadar abu 5,3-7,6%, kadar minyak atsiri 14,0-21,0%, kadar protein 5-7% dan serat kasar 6,0-9,0% (Syarieff dan Irawati, 1988).

2.9.9 Kayu Manis (*Cinnamomum seylanicum*)

Tanaman kayu manis yaitu sejenis tanaman yang termasuk familia Lauraceae. Bagian dari tanaman ini yang penting sebagai bahan bakal obat, yaitu kulit bagian dalam

dari anak batang tanaman ini yang telah dipangkas menjadi semak-semak (Kartasapoetra, 1988).

2.10 Fermentasi

Kata fermentasi berasal dari bahasa latin “ferveo” yang artinya mendidih karena timbulnya gelembung-gelembung pada waktu proses fermentasi. Pengertian fermentasi yang sampai saat ini dapat diterima adalah perubahan kimia secara oksidatif oleh mikroorganisme dalam substrat dengan produk hasil pemecahannya berupa senyawa yang lebih komplek dari pada CO_2 (Kuswanto *et al.*, 1998).

Fermentasi adalah suatu proses penguraian senyawa-senyawa kompleks yang terdapat didalam bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim atau fermentasi yang berasal dari substrat organik atau mikroorganisme dan berlangsung dalam kondisi terkontrol (Afrianto dan Liviawaty, 1989). Menurut Buckle *et al.*, (1987), perubahan-perubahan dalam proses fermentasi dapat memperbaiki gizi dari produk dan umumnya menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Factor-faktor yang berpengaruh dalam proses fermentasi adalah pH, sumber energi, O_2 , temperature, garam, dan lain-lain (Winarno *et al.*, 1980).

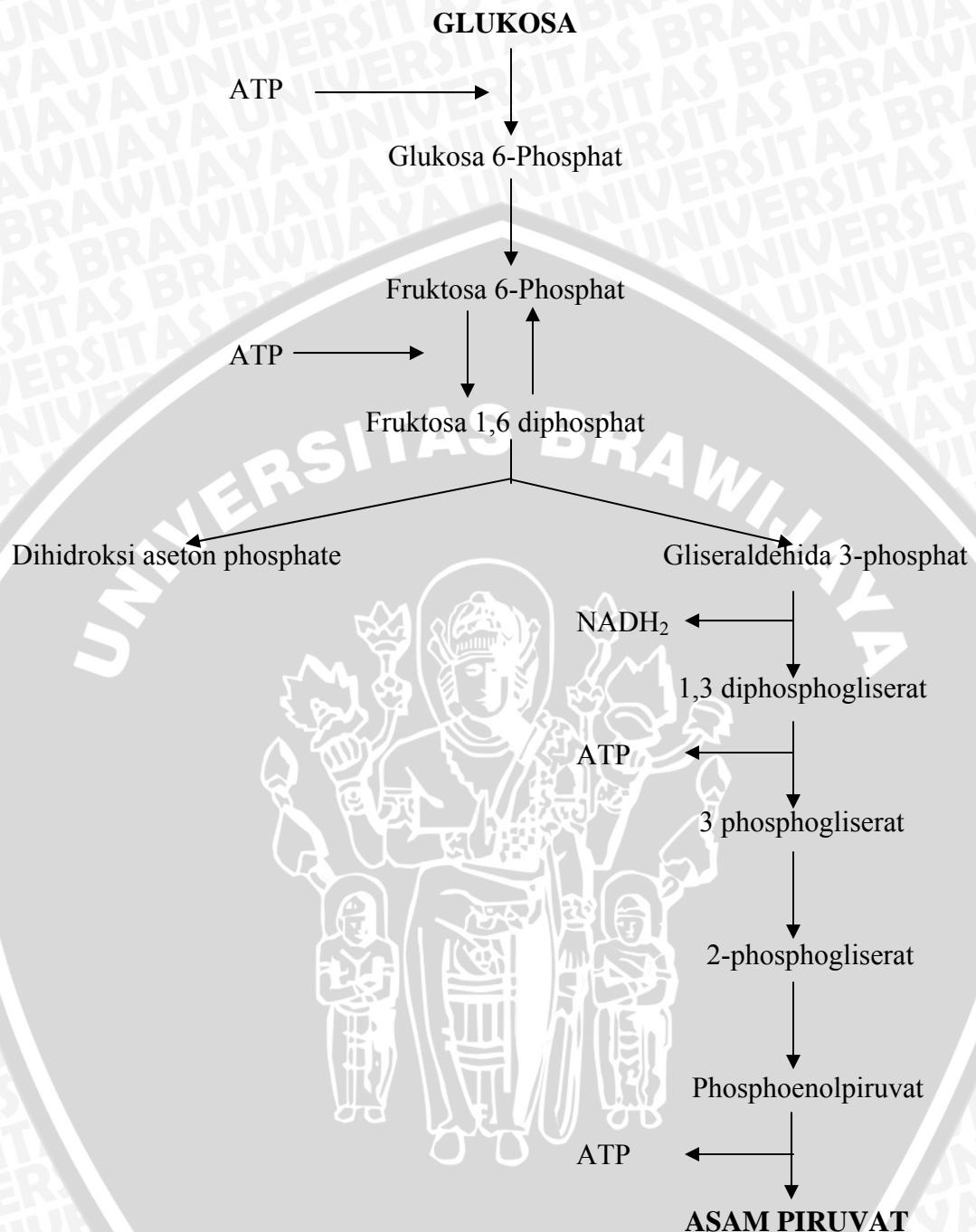
Menurut Reed dan Nagodawithana (1991), mengklasifikasikan fermentasi menjadi fermentasi alkohol karena yeast, fermentasi asam karena bakteri, fermentasi campuran alkohol/asam dan fermentasi fungi.

Fermentasi oleh bakteri pembentuk asam yang terpilih oleh khamir dan oleh kapang adalah dasar dari pengawetan berbagai bahan pangan, baik yang dilakukan dengan metode tradisional maupun melelui prosedur industri yang canggih dan terkendali. Proses fermentasi tidak saja menimbulkan efek pengawetan tetapi juga

menyebabkan perubahan tekstur, cita rasa dan aroma bahan pangan yang membuat produk fermentasi lebih menarik, mudah dicerna dan bergizi (Harris dan Karmas, 1989).

Mikroba yang melakukan fermentasi asam laktat terutama adalah bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat pada umumnya dapat dibagi menjadi dua macam yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Pada golongan homofermentatif hasil fermentasi terbesar merupakan asam laktat yaitu kira-kira 90 persen sedangkan pada heterofermentatif jumlah asam laktat yang dihasilkan kurang dari 90 persen atau kira-kira seimbang dengan hasil-hasil lainnya misalnya asam asetat, etanol, CO_2 dan sebagainya (Winarno dan Fardiaz, 1979).

Pada penelitian sosis fermentasi ikan lele dumbo ini bakteri asam laktat melakukan fermentasi asam laktat yang menghasilkan asam laktat. Bakteri asam laktat memproduksi asam laktat melalui jalur glikolisis. Jalur glikolisis yang menghasilkan asam piruvat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Jalur Embden-Meyerhoff-Parmas (EMP) (Fardiaz, 1989)

Asam piruvat yang terbentuk dari jalur glikolisis (EMP) bertindak sebagai penerima hydrogen, dimana reduksi asam piruvat oleh NADH₂ menghasilkan asam laktat



Menurut Fardiaz (1992), bakteri asam laktat ini memperoleh energi melalui fermentasi karbohidrat dan laktosa yang akan memproduksi asam laktat dan komponen *flavour* atau aroma yang spesifik. Jika proses fermentasi berlebihan dapat terjadi senyawa lain yang non asam serta *off-flavour*.

2.11 Pengasapan

Metode pengasapan sosis dilakukan didalam lemari pengasap. Sosis digantung pada rak didalam ruangan asap dan sosis tidak boleh saling bersentuhan. Asap dibuat dari luar ruangan asap dan memasuki ruangan asap dengan menggunakan sistem pengipasan. Pengasapan dilakukan pada suhu $45\pm50^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam. Pengasapan tersebut merupakan pengasapan dingin dengan menggunakan alat pengasapan tidak langsung karena suhu pengasapan dan banyak asap yang masuk akan lebih mudah diatur (Wibowo, 2002).

Tujuan dari proses pengasapan ini adalah untuk meningkatkan *flavour* yang khas tanpa peduli kemampuan daya awet dan memberikan warna pada bahan pangan serta untuk mendapatkan daya awet yang dihasilkan asap (Wibowo, 2002). Bahan-bahan yang digunakan dalam pengasapan dapat berupa serbuk gergaji, kayu atau bambu. Pada proses pengasapan sosis ini dengan menggunakan tempurung dan sabut kelapa sebagai penghasil asap. Karena tempurung kelapa merupakan jenis kayu keras yang cocok untuk proses pengasapan.

Menurut Suprapti (2002), jenis kayu atau bahan bakar yang sering digunakan untuk membentuk asap yang melimpah adalah tempurung kelapa. Penggunaan tempurung dan sabut kelapa memberikan pengaruh yang positif antara lain memberikan

rasa lezat, warna berubah menjadi kuning kecoklatan, aroma yang spesifik serta tingginya tingkat daya tahan sehingga produk menjadi awet (Sutoyo, 1987).

Menurut Sutoyo (1987), mengenai pengasapan ikan kita mengenal ada dua corak yang fungsi serta arahannya sendiri-sendiri yaitu :

1. Pengasapan Panas (*Hot Smoking*)

Ukuran suhu pada pengasapan panas (*Hot Smoking*) yang lazim berlaku adalah berkisar antara 65 – 80 °C. Rak tempat meletakkan jajaran ikan yang diasap berada tidak jauh dari tungku pembakaran. Hasil pengasapan panas, yang seolah-olah telah mengalami pemanggangan, ikan menjadi matang dan dapat langsung dimakan. Proses pengasapan jauh lebih cepat tetapi tidak begitu menjamin ketahanan untuk disimpan lama. Ikan menjadi kering tetapi tidak keras seperti kayu, sebab unsur airnya hanya sebagian saja yang diserap asap.

2. Pengasapan Dingin (*Cold Smoking*)

Ukuran suhu pada pengasapan dingin adalah sekitar 30 – 40 °C. Ruang pengasapan dingin terletak pada jarak yang berjauhan dari tungku pembakaran yang menjadi pusat panas. Hasil pengasapan dingin, yang hampir sama dengan ikan diganggang dari jarak jauh, dengan cara lambat zat airnya diserap asap sedikit demi sedikit tetapi karena lamanya pengasapan yang berlipat ganda lamanya dibanding dengan pengasapan panas membuat ikan akhirnya bisa kering seperti kayu, ikan menjadi lebih gempal mengeras, tetapi justru karenanya akan lebih tahan disimpan lama

Menurut Nicholas (1980), tempurung kelapa mengandung beberapa komposisi kimia antara lain kandungan selulosa sekitar 41-43%, hemiselulosa 20-30% dan lignin berkisar 16-25%. Bila tempurung kelapa dibakar maka bagian selulosa, hemiselulosa dan lignin akan terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana. Menurut Afrianto dan

Liviawaty (1989), selulosa akan terurai menjadi alkohol berantai pendek dan lurus, aldehyde, keton, asam organik sedangkan lignin terurai menjadi fenol, quinol, quicol dan piragalol. Hemiselulosa akan menghasilkan dari pembakaran akan bersifat bakteristatis dan bakterisidal terutama pada formaldehyde, asam asetat dan fenol. Namun fenolah senyawa utama yang dapat menghasilkan rasa dan aroma produk asap yang khas. Selain perubahan rasa, produk juga akan mengalami perubahan fisik yaitu warna kecoklatan yang terjadi karena adanya reaksi maillard.

2.12 Inkubasi

Inkubasi adalah menempatkan kultur mikroorganisme pada kondisi tertentu, terutama suhu yang baik untuk pertumbuhannya (Fardiaz, 1989). Suhu adalah salah satu faktor lingkungan terpenting yang mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan organisme (Buckle *et al.*, 1987). Masing-masing jasad renik mempunyai suhu optimum, minimum dan maksimum untuk pertumbuhannya. Hal ini disebabkan di bawah suhu minimum dan di atas suhu maksimum, aktifitas enzim akan berhenti, bahkan pada suhu yang terlalu tinggi akan terjadi denaturasi enzim (Fardiaz, 1989).

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi antara lain ikan lele (*Clarias gariepinus*), biakan murni bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 (*Institute Fermentation of Osaka*) Jepang dan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 (Djaafar, 1994, *egg plant pickle*-asinan terong) dari Laboratorium Pusat Antar Universitas (PAU) Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Bahan lain yang digunakan adalah casing sosis kolagen, Na-nitrit, Na-nitrat, sukrosa, glukosa, fruktosa, garam, dan bumbu yang terdiri lada hitam, lada putih, jahe, kayu manis, bawang putih, ketumbar, cengkeh, kertas sampul, kapas, plastik, label, tissue, dan tempurung kelapa kering. Bahan kimia yang dipergunakan antara lain aquadest, Na-fisiologis, MRSA (*De Man, Rogosa, Sharpe Agar*) Oxoid, EMB (*Eosin Metylen Blue*), BHI (*Brain Head Infusion*) Oxoid, PCA (*Plate Count Agar*) Oxoid alkohol 70% dan spiritus.

3.1.2 Alat penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tentang pembuatan sosis ikan lele dumbo ini adalah pisau, timbangan daging, timbangan analitik, blender, sendok, baskom, talenan, alat pengisi adonan ke selongsong, alat pengasapan, inkubator dingin, *freezer*, *oven* dan juga alat untuk analisa kimia seperti beaker glass, pH meter, spatula, mortar, gelas ukur, Erlenmeyer, a_w meter, nampan plastic, cawan petri, tabung reaksi,

rak tabung reaksi, *colony counter*, jarum ose, pembakar bunsen, inkubator, *autoclave*, pipet ukur, karet penghisap, triangle, *waterbath* dll.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode Deskriptif menurut Nasir (1998), adalah suatu metode dalam meneliti suatu kelompok, suatu kondisi, suatu system/kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan metode ini adalah untuk menggambarkan secara sistematis factual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat hubungan antara fenomena-fenomena yang diselidiki.

3.3 Variabel

Variabel penelitian pada dasarnya adalah sesuatu hal yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk mempelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya Sugiyono (1999). Menurut Koentjaraningrat (1983), variabel adalah faktor yang mengandung lebih dari satu nilai dalam metode statistik. Variabel penelitian ini dibedakan menjadi variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah faktor yang menyebabkan suatu pengaruh, sedangkan variabel terikat adalah faktor yang diakibatkan oleh pengaruh tadi.

Pada pengujian kualitas sosis fermentasi ikan lele dumbo yang diinfeksi bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 ini terdapat dua varibel yang digunakan yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

1. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penambahan kultur bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 dan *Pediococcus acidilactici* 0110 < - TAT-1 pada adonan sosis daging ikan lele dan lama inkubasi dari sosis fermentasi ikan lele dumbo.

2. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisa pH, analisa a_w , analisa total *E.coli*, analisa total BAL dan analisa TPC.

3.4 Rancangan Percobaan

Metode penelitian ini menggunakan uji t tidak berpasangan dengan 3 kali ulangan. Menurut Muhammad (1992), uji t digunakan untuk membedakan 2 macam perlakuan, yaitu apabila n kurang dari 30. Dalam menentukan kriteria perbedaan tersebut kita menggunakan hipotesa sebagai berikut :

$$H_0 : H_1 = U_2 \text{ lawan } H_1 : U_1 \neq U_2$$

Perlakuan dalam penelitian ini yaitu sosis fermentasi ikan lele dumbo dengan penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml dan tanpa penambahan BAL (*Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 sebanyak 0 ml 10^8 cfu/ml) (A1) dan sosis fermentasi ikan lele dumbo dengan penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml dan penambahan BAL (*Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 4 ml 10^8 cfu/ml) (A2). Perlakuan tanpa penambahan BAL (*Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1) digunakan sebagai kontrol dan merupakan pembanding dan percobaan ini menggunakan tiga kali ulangan, sedangkan proses penyimpanan selama 28 hari tidak bisa dikatakan sebagai perlakuan, karena digunakan sebagai faktor pengamatan saja.

Analisa data pada penelitian ini menggunakan uji t tidak berpasangan

$$JK(A) = \sum X_A^2 - \frac{(\sum X_B -)^2}{n}$$

$$JK(B) = \sum X_B^2 - \frac{(\sum X_A -)^2}{n}$$

$$t_{\text{hitung}} = |A - B| \sqrt{\frac{n(n-1)}{JK_A - JK_B}}$$

Membandingkan t_{hitung} dengan t_{tabel} :

- Tingkat $t_{\text{hitung}} > t_{5\%}$, tetapi lebih kecil dari $t_{1\%}$, maka perbedaan tersebut dikatakan nyata; artinya 95% dari perbedaan yang terjadi memang benar, sedangkan yang 5% karena pengaruh kebetulan.
- Jika $t_{\text{hitung}} > t_{1\%}$, maka dikatakan bahwa perbedaan yang terjadi memang benar, sedangkan yang 1% karena pengaruh kebetulan.
- Jika $t_{\text{hitung}} < t_{5\%}$, maka dikatakan bahwa perbedaan tersebut tidak nyata, karena lebih dari 5 % pengaruh kebetulan

Analisa data pada penelitian ini selain menggunakan uji t tidak berpasangan juga menggunakan software minitab 13

3.5 Proses Pembuatan Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo

Proses pembuatan sosis ikan lele dumbo ini meliputi pemisahan daging ikan lele dumbo dari komponen lainnya (fillet), penggilingan daging, pencampuran daging dengan garam-garaman (garam, nitrat, nitrit), difreezer, dithawing, penambahan daging dengan bumbu, penambahan bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 dan bakteri asam laktat (*Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1), pengadukan, pengisian ke dalam casing/selongsong, fermentasi, pengasapan, penyimpanan/pemasakan.

3.5.1 Pemisahan Daging Dari Komponen Lainnya

Daging ikan lele dumbo dipisahkan dari kepala, ekor, isi perut, kulit, sirip dan duri. Kemudian daging dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran dan darah yang masih ada kemudian ditiriskan.

3.5.2 Penggilingan Daging

Daging ikan lele yang telah dicuci dan ditiriskan, selanjutnya digiling dengan menggunakan blender selama 10 menit sampai daging ikan lele menjadi lembut.

3.5.3 Penambahan Dengan Garam, Difrezeer, Dithawing

Setelah daging ikan lele diblender sampai lembut kemudian ditambah dengan garam NaCl, nitrat, dan nitrit yang masing-masing dilarutkan dalam 50 ml aquades. Lalu semua bahan tadi diaduk sampai rata selanjutnya dimasukkan dalam kantong plastic dan dibekukan dalam *freezer* selama 24 jam. Setelah 24 jam daging ikan lele tersebut dithawing dengan air yang mengalir.

3.5.4 Pencampuran Dengan Bumbu

Daging ikan lele yang telah dithawing, dicampur dengan bumbu-bumbu yang telah ditentukan yaitu lada hitam, lada putih, ketumbar, jahe, kayu manis, bawang putih, cengkeh, sukrosa, glukosa dan fruktosa kemudian dicampur hingga merata.

3.5.5 Pencampuran Bakteri

Adonan dibagi menjadi dua yang masing-masing adonan sebanyak 1 kg. Kemudian adonan yang pertama ditambahkan bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 sebanyak 4 ml pada 10^5 cfu/ml dan tanpa penambahan bakteri *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 . Sedangkan pada adonan yang kedua ditambah dengan bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 sebanyak 4 ml pada 10^5 cfu/ml dan penambahan bakteri *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 sebanyak 4 ml pada 10^8 cfu/ml. Kemudian pada masing-masing adonan diaduk sampai merata.

3.5.6 Pengisian Adonan Kedalam Casing/Selongsong

Daging ikan lele dan bumbu yang telah diaduk merata serta ditambahkan bakteri, selanjutnya dimasukkan atau diisikan kedalam selongsong dengan menggunakan plastik kue hingga padat.

3.5.7 Fermentasi

Sosis kemudian dimasukkan dalam kantong plastik polypropilene dan kemudian disimpan pada inkubator dengan suhu 30-32 °C selama 32 jam.

3.5.8 Pengasapan

Setelah sosis difermentasi selama 32 jam, dilanjutkan dengan pengasapan pada suhu 45-50 °C selama 4 jam dengan menggunakan sabut dan batok kelapa.

3.5.9 Penyimpanan/Pemasakan

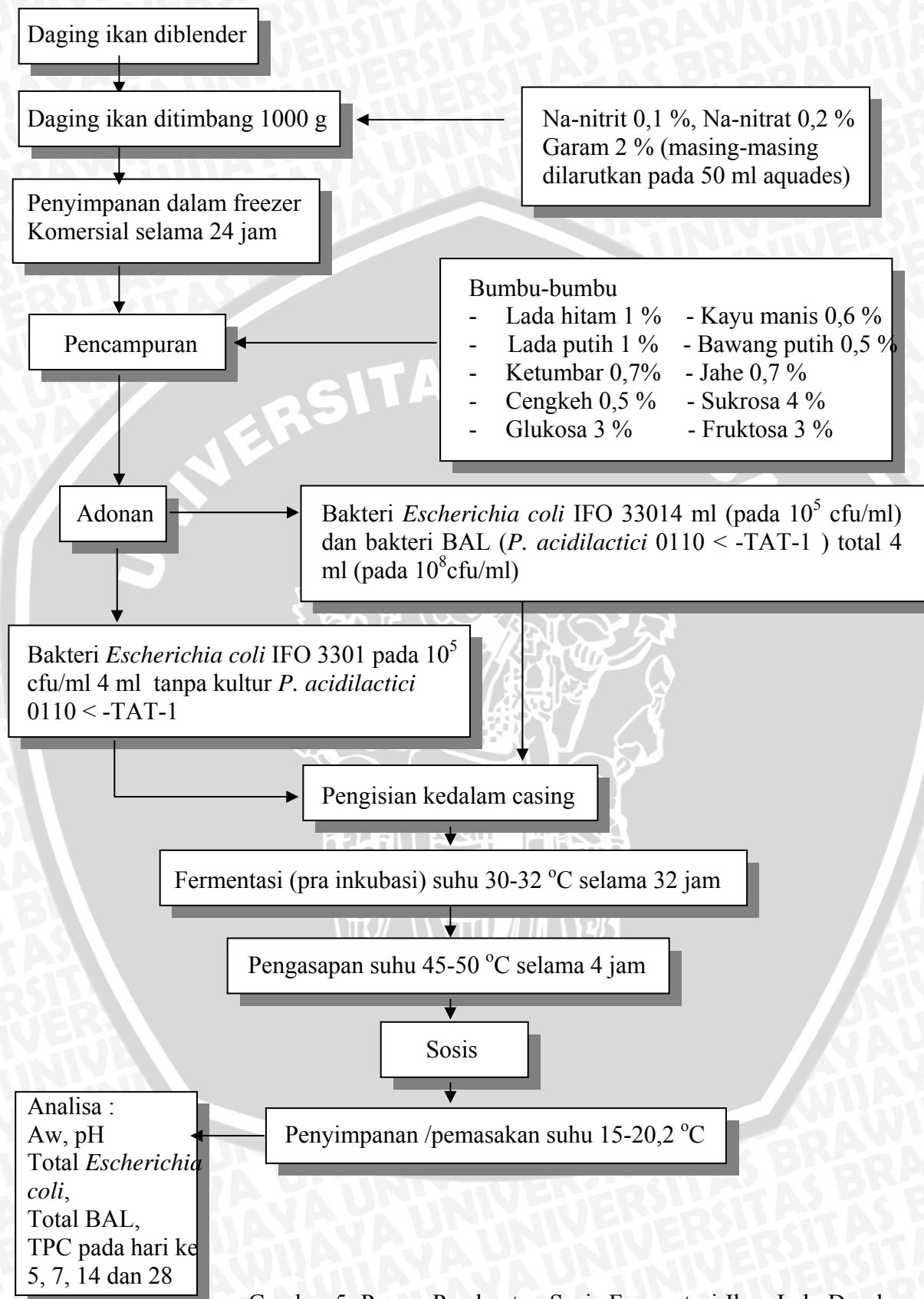
Setelah dilakukan pengasapan,sosis dimasukkan kedalam kantong plastik kembali yang terlebih dahulu didinginkan. Setelah dimasukkan kedalam kantong plastik kemudian disimpan pada suhu inkubasi yaitu 15-20,2 °C dengan RH 80-95 %.

3.5.10 Analisa Sosis Fermentasi Ikan Lele dumbo

Kemudian sosis dianalisa kadar pH, analisa a_w , analisa total *E.coli*, analisa total BAL, dan analisa TPC yang dilakukan pada hari ke 5, 7, 14 dan 28.

3.6 Diagram Alir Pembuatan Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo

Diagram alir pembuatan sosis ikan lele dumbo dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses Pembuatan Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo
Termodifikasi (Aryanta dkk, 1991)

3.7 Parameter Uji

Parameter yang akan diamati meliputi analisa a_w , analisa pH, analisa total *E.coli*, analisa total BAL, dan analisa total TPC.

3.7.1 Analisa a_w (Purnomo, 1995)

Prinsip pengukuran a_w berdasarkan pada pengukuran kelembaban relatif berimbang (ERH) dari bahan pangan terhadap lingkungannya. Nilai ERH sama dengan nilai a_w dari makanan yang dinyatakan dalam %. a_w sample diukur dengan menggunakan *rotronic higroskop dt* yang telah dikalibrasi menggunakan larutan garam yang mempunyai mutu kemurnian tinggi dan diketahui *relative humidity*-nya (RH). Prosedur analisis a_w dapat dilihat pada Lampiran 1.

$$\text{Perhitungan } aw = \text{ERH}/100$$

3.7.2 Analisa pH (Sudarmadji *et al*, 1984)

Prinsip analisa pH adalah pada jumlah ion H^+ dalam bahan pangan atau nilai pH ini ditentukan dengan menggunakan pH meter. Prosedur analisis pH dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.7.3 Analisa Total *Escherichia coli*, Total BAL dan TPC (Fardiaz, 1992).

Prosedur kerja yang digunakan dalam analisa mikrobiologi adalah menggunakan analisa TPC yaitu metode penghitungan cawan. Dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum dilakukan penanaman dengan metode tuang (*pour plate*). Penghitungan jumlah bakteri menggunakan *colony counter* dimana jumlah terbaik bakteri yang diperoleh antara 30-300. Prosedur analisa total *E.coli*, analisa total BAL dan analisa TPC dapat dilihat pada Lampiran 1.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan dan pengukuran terhadap beberapa parameter/variabel terikat dari variabel bebas/perlakuan yang diberikan. Pengamatan dan pengukuran tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan kultur starter *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 terhadap uji daya hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 pada sosis ikan lele dumbo yang disimpan selama 28 hari, parameter tersebut meliputi Total *Escherichia coli* IFO 3301, Total BAL, Total TPC, a_w , dan pH. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Hasil Uji Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Lama Inkubasi (Hari)	Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E. coli</i> IFO 3301 (4 ml 10^5 cfu/ml)					Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E.coli</i> IFO 3301 (4 ml 10^5 cfu/ml) dan <i>Pediococcus acidilactici</i> 0110 < -TAT-1 (4 ml 10^8 cfu/ml)				
	a_w	pH	Total TPC	Total BAL	Total <i>E.Coli</i>	a_w	pH	Total TPC	Total BAL	Total <i>E.Coli</i>
5	0.695	5.22	7.641	3.486	4.144	0.688	5.10	8.152	3.990	4.098
7	0.751	5.21	7.364	3.356	3.857	0.684	5.18	6.789	4.134	2.648
14	0.720	5.14	5.736	3.237	2.102	0.685	5.06	4.474	4.263	-
28	0.720	5.38	4.573	3.222	-	0.694	5.17	4.382	4.443	-

Sumber : Hasil Penelitian

4.1 pH

Salah satu faktor penting dalam menentukan kehidupan dan pertumbuhan mikroorganisme selama proses pengolahan, penyimpanan dan distribusi adalah pH (Silliker *et al.*, 1980). Karena setiap mikroorganisme mempunyai pH minimal, maksimal dan optimal untuk pertumbuhannya (Frazier dan Westhoff, 1978). Nilai pH sangat ditentukan oleh besarnya asam yang terkandung dalam bahan pangan,



dimana jika kandungan asam dari bahan pangan tersebut semakin tinggi, maka nilai dari pH juga akan semakin turun (Buckle *et al*, 1987).

Nilai pH sosis ikan lele dumbo dari hasil penelitian berkisar antara 4.84 sampai dengan 5.41. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat perbedaan nilai pH antara sosis ikan lele dumbo tanpa penambahan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 (kontrol) dan dengan penambahan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 selama penyimpanan 28 hari, maka dilakukan uji t dengan hasil seperti yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Uji t pH Terhadap Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) selama Masa Simpan 28 hari.

Lama Inkubasi (Hari)	Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E.coli</i> IFO 3301 (A1)	Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E.coli</i> IFO 3301+ BAL (A2)	P-value
5	5.22±0.012	5.10±0.015	0.002**
7	5.21±0.053	5.18±0.040	0.538 ^{tn}
14	5.14±0.015	5.06±0.193	0.533 ^{tn}
28	5.38±0.043	5.17±0.030	0.007**

Keterangan : tn = tidak beda nyata

* = beda nyata karena $0.01 < \text{P-value} < 0.05$

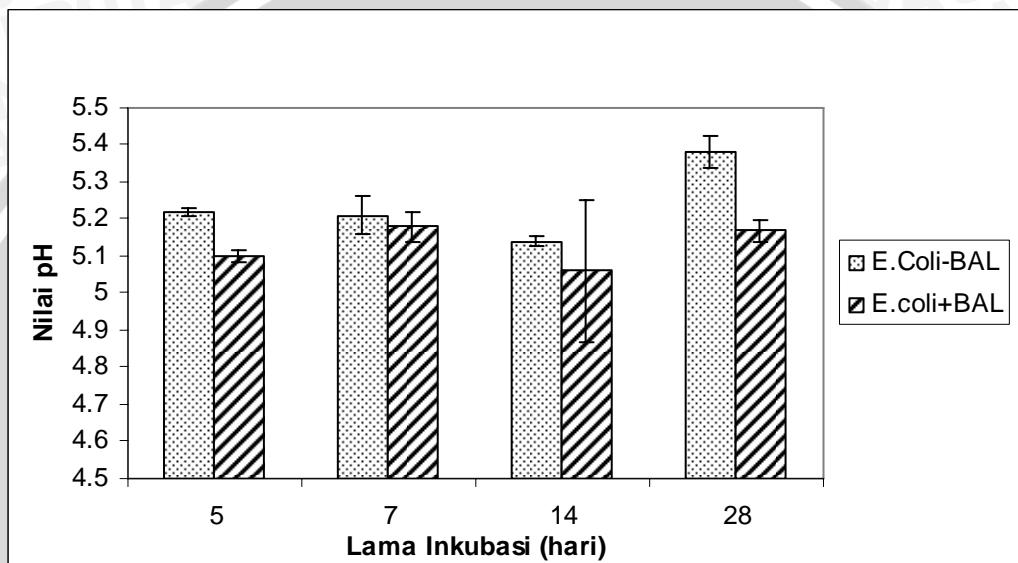
** = beda sangat nyata karena P-value < 0.01

Berdasarkan hasil uji t pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai pH antara kedua perlakuan tidak berbeda nyata ($\text{P-value} > 0.05$) pada penyimpanan selama 7 dan 14 hari. Sedangkan nilai pH perlakuan berbeda sangat nyata ($\text{P-value} < 0.01$) pada penyimpanan selama 5 dan 28 hari.

Dari Tabel 2 terlihat sosis fermentasi ikan lele dumbo penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan tanpa penambahan BAL (A1), nilai pH terendah dan tertinggi berturut-turut pada 14 dan 28 hari yaitu sebesar 5.14 ± 0.015 dan 5.38 ± 0.043 . Sedangkan pada sosis fermentasi ikan lele dumbo penambahan *Escherichia*



coli IFO 3301 dan penambahan BAL (A2), nilai pH terendah dan tertinggi berturut-turut pada hari 14 dan 7 hari yaitu sebesar 5.06 ± 0.193 dan 5.18 ± 0.04 . Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata pH berada pada kisaran nilai diatas 5. Menurut Soeparno (1994), fermentasi akan menurunkan pH sosis dari 5,8 - 6,2 menjadi 4,8 – 5,3. Grafik hubungan antara lama masa inkubasi dengan perubahan nilai pH pada sosis ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik histogram perubahan nilai pH selama masa inkubasi

Berdasarkan Gambar 6 menunjukkan selama penyimpanan, nilai pH dari sosis fermentasi ikan lele dumbo dengan penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan tanpa penambahan BAL (A1) dan sosis fermentasi ikan lele dumbo dengan penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan penambahan BAL (A2) cenderung turun pada hari ke-14, hal ini diduga disebabkan oleh bakteri *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 yang menghasilkan metabolit berupa asam. *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 merupakan bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai produk akhir (Fardiaz, 1992). Sedangkan hari ke-28 pada kedua perlakuan nilai pH cenderung naik. Diduga pada hari ke-28 sosis sudah mengalami penurunan mutu, hal ini disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri perusak. Menurut Muchtadi

(1997), mikroba seperti bakteri mempunyai daya perusak terhadap bahan pangan dengan cara menghidrolisa atau mendegradasi makromolekul-makromolekul yang menyusun bahan tersebut menjadi fraksi-fraksi yang lebih kecil seperti protein yang dapat dipecah menjadi gugusan peptida dan senyawa amida serta amoniak. Gas amoniak merupakan senyawa basa yang mampu meningkatkan nilai pH. Menurut Atherson dan New Lander (1981), peningkatan pH disebabkan karena terjadi penurunan jumlah ion H^+ yang dipicu oleh penurunan jumlah total asam. Konsentrasi asam yang terkandung didalam produk fermentasi mempengaruhi nilai pH karena peningkatan konsentrasi asam laktat akan diikuti dengan meningkatkan konsentrasi ion hidrogen sehingga pH menurun atau sebaliknya.

4.2 Aktivitas Air (a_w)

a_w merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan stabilitas bahan pangan olahan maupun yang diawetkan, reaksi kimia dan aktivitas mikroorganisme. Menurut Purnomo (1995), a_w merupakan parameter yang sangat berguna untuk menunjukkan kebutuhan air mikroorganisme dan aktivitas enzim. Lebih lanjut Buckle et al., (1987) menyatakan bahwa a_w merupakan batas terendah dari air yang tersedia untuk pertumbuhan mikroba.

Dari hasil penelitian ini diperoleh kadar a_w sosis ikan lele dumbo berkisar antara 0,628 sampai 0,800. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat perbedaan nilai a_w antara sosis ikan lele dumbo tanpa penambahan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 (kontrol) dan dengan penambahan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 selama penyimpanan 28 hari, maka dilakukan uji t dengan hasil seperti yang terdapat pada Tabel 3.

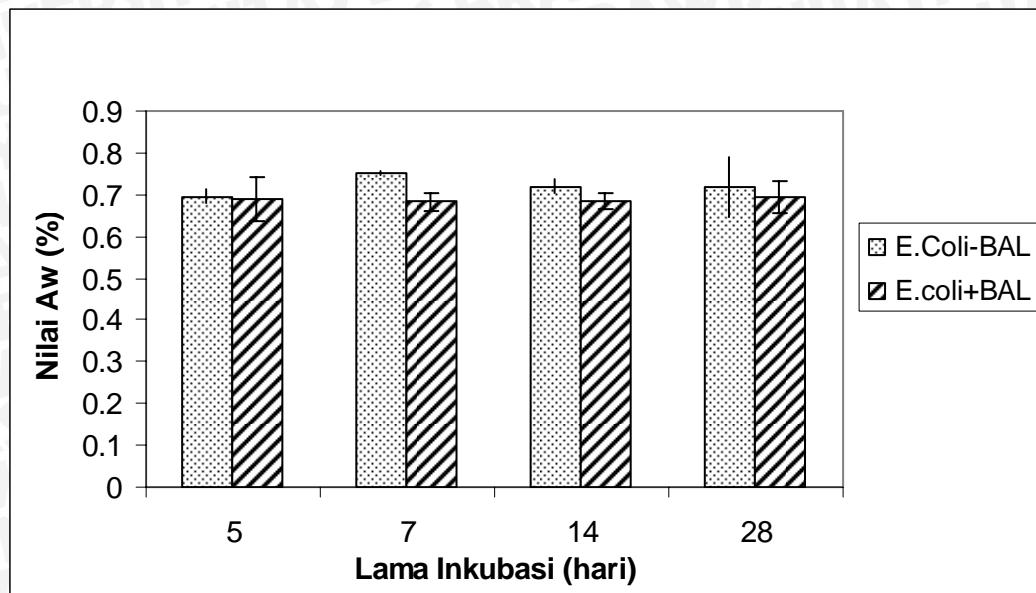
Tabel 3. Data Hasil Uji t a_w Terhadap Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) selama Masa Simpan 28 hari.

Lama Inkubasi (Hari)	Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E.coli</i> IFO 3301 (A1)	Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E.coli</i> IFO 3301+ BAL (A2)	P-value
5	0.695±0.017	0.688±0.053	0.847 ^{tn}
7	0.751±0.005	0.684±0.022	0.036 [*]
14	0.720±0.015	0.685±0.021	0.103 ^{tn}
28	0.720±0.072	0.694±0.039	0.057 ^{tn}

Keterangan : tn = tidak beda nyata
 * = beda nyata karena $0.01 < P\text{-value} < 0.05$
 ** = beda sangat nyata karena $P\text{-value} < 0.01$

Berdasarkan hasil uji t pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai a_w (aktivitas air) antara kedua perlakuan tidak berbeda nyata ($P\text{-value}>0.05$) pada lama penyimpanan selama 5 , 14 dan 28 hari. Sedangkan nilai a_w perlakuan berbeda nyata ($0.01 < P\text{-value} < 0.05$) pada penyimpanan selama 7 hari.

Dari Tabel 3 terlihat sosis fermentasi ikan lele dumbo penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan tanpa penambahan BAL (A1), nilai a_w terendah dan tertinggi berturut-turut pada hari 5 dan 7 hari yaitu sebesar 0.695 ± 0.017 dan 0.751 ± 0.005 . Sedangkan pada sosis fermentasi ikan lele dumbo penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan penambahan BAL (A2), nilai a_w terendah dan tertinggi berturut-turut pada hari 7 dan 28 hari yaitu sebesar 0.684 ± 0.022 dan 0.694 ± 0.039 . Semakin tinggi a_w dalam bahan pangan menunjukkan bahwa semakin banyak air yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri yang terdapat dalam bahan pangan (Fardiaz, 1992). Grafik hubungan antara lama masa inkubasi terhadap nilai a_w (aktivitas air) pada sosis ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik histogram perubahan nilai aw selama masa inkubasi.

Berdasarkan Gambar 7 terlihat nilai a_w dari sosis fermentasi ikan lele dumbo dengan penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan tanpa penambahan BAL (A1) menunjukkan suatu peningkatan nilai aw pada hari ke-7, hal ini diduga disebabkan karena aw dipengaruhi oleh perubahan nilai kadar air yang cenderung untuk naik. Menurut Dijelaskan oleh de Man (1997), bahwa terdapat hubungan antara nilai a_w dengan kandungan air per gram suatu bahan makanan yaitu *isotherm sorpsi* air. Pada bahan pangan *isotherm sorpsi* air yang dimiliki bahan tersebut sebagai keadaan kelembaban relatif ruang tempat penyimpanan dari produk bahan makanan tersebut (Winarno, 2002).

Pada hari ke-14 hingga hari ke-28 terjadi penurunan hal ini diduga disebabkan karena aw bahan pangan mengikuti kelembaban dari lingkungan yang dipengaruhi suhu sehingga air dapat menguap. a_w dari suatu bahan pangan sangat dipengaruhi nilai kelembaban (ERH = *equilibrium relative humidity*) dari lingkungan sekitar bahan pangan (Purnomo, 1995). Nilai a_w dari sosis fermentasi ikan lele dumbo dengan penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan penambahan BAL (A2)

menunjukkan suatu penurunan pada hari ke-7. Hal ini disebabkan karena nilai kadar air dari sosis dengan penambahan bakteri *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 cenderung menurun. Penurunan nilai aktivitas air ini diduga karena pengaruh metabolisme bakteri asam laktat yang menghasilkan asam laktat sehingga dapat menurunkan pH dan juga menghasilkan enzim proteolitik (Fardiaz, 1992). Penurunan a_w juga dapat disebabkan karena adanya penguapan air yang terjadi selama penyimpanan yang dipengaruhi RH lingkungan yang rendah sehingga terjadi penguapan air (Fennema, 1985). Terjadinya peningkatan a_w pada hari ke-28 diduga disebabkan karena pengaruh dari RH lingkungan sekitar yang cenderung tidak terkontrol sehingga mungkin sekali terjadi peningkatan a_w .

4.3 Total *Escherichia coli* IFO 3301

Escherichia coli sering digunakan sebagai indikator sanitasi makanan. Meski *Escherichia coli* merupakan penghuni normal usus manusia atau hewan, *Escherichia coli* juga bersifat patogen yang dapat menyebabkan penyakit jika terdapat dalam tubuh secara berlebihan. *Escherichia coli* dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui makanan yang terkontaminasi oleh bakteri tersebut pada saat pengolahan. Oleh sebab itu perlu dilakukannya analisa total *Escherichia coli* setelah ditambahkan bakteri asam laktat untuk mengetahui apakah tingkat pertumbuhan bakteri patogen tersebut dalam suatu bahan pangan mampu dihambat oleh bakteri asam laktat khususnya pada produk sosis ikan fermentasi.

Dari hasil penelitian ini diperoleh total *Escherichia coli* IFO 3301 yang tumbuh pada sosis ikan lele dumbo berkisar antara 1.8972 cfu/gram sampai 4.2772 cfu/gram. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat perbedaan nilai total *Escherichia coli* IFO 3301 yang tumbuh antara sosis ikan lele dumbo tanpa penambahan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 (kontrol) dan dengan penambahan

Pediococcus acidilactici 0110 < -TAT-1 selama penyimpanan 28 hari, maka dilakukan uji t dengan hasil seperti yang terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Uji t Total *Escherichia coli* IFO 3301 Terhadap Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) selama Masa Simpan 28 hari.

Lama Penyimpanan	Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E.coli</i> IFO 3301 (A1)	Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E.coli</i> IFO 3301 + BAL (A2)	P-value
5	4.144±0.193	4.098±0.146	0.763 ^{tn}
7	3.857±0.181	2.647±0.088	0.009 ^{**}
14	2.012±0.112	-	-
28	-	-	-

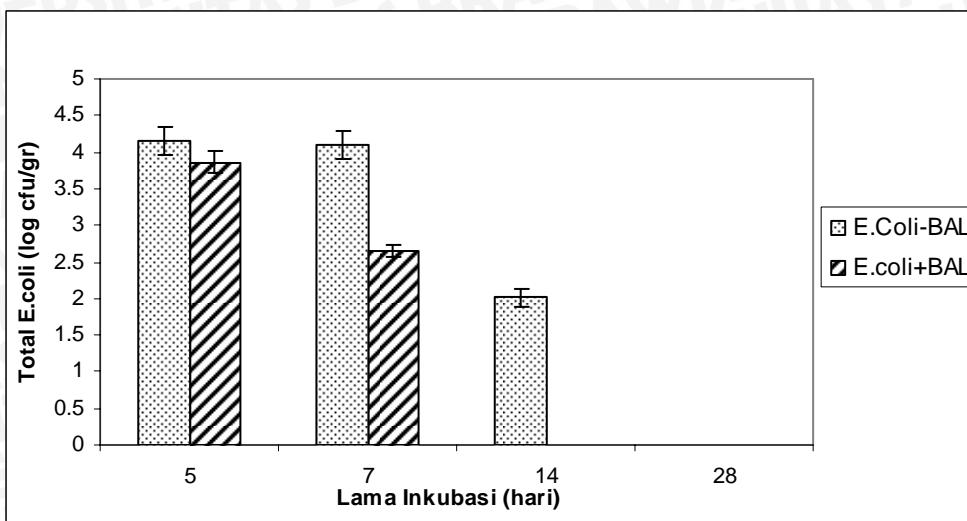
Keterangan : tn = tidak beda nyata

* = beda nyata karena $0.01 < P\text{-value} < 0.05$

** = beda sangat nyata karena $P\text{-value} < 0.01$

Berdasarkan hasil uji t pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai total *Escherichia coli* IFO 3301 yang tumbuh antara kedua perlakuan tidak berbeda nyata ($P\text{-value} > 0.05$) pada lama penyimpanan selama 5 hari. Sedangkan nilai total *Escherichia coli* IFO 3301 perlakuan berbeda sangat nyata ($P\text{-value} < 0.01$) pada penyimpanan selama 7 hari.

Dari Tabel 4 terlihat sosis fermentasi ikan lele dumbo penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan tanpa penambahan BAL (A1), nilai total *Escherichia coli* IFO 3301 terendah dan tertinggi berturut-turut pada hari 7 dan 5 hari yaitu sebesar 3.857 ± 0.181 dan 4.144 ± 0.193 . Sedangkan pada sosis fermentasi ikan lele dumbo penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan penambahan BAL (A2), nilai total *Escherichia coli* IFO 3301 terendah dan tertinggi berturut-turut pada hari 7 dan 5 hari yaitu sebesar 2.647 ± 0.088 dan 4.098 ± 0.146 . Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai total *Escherichia coli* IFO 3301 pada sosis ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8.Grafik histogram perubahan total *Escherichia coli* selama masa inkubasi.

Berdasarkan Gambar 8 menunjukkan bahwa total *Escherichia coli* IFO 3301 mengalami penurunan pada sosis fermentasi ikan lele dumbo dengan penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan tanpa penambahan BAL (A1) hingga hari ke-14, hal ini diduga karena terdapatnya bumbu yang terdiri dari rempah-rempah sehingga bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 jadi terhambat pertumbuhannya. Menurut Srikandi (1992), beberapa rempah-rempah seperti lada hitam, lada putih, jahe, paprika dan kunyit biasanya mengandung anti mikroorganisme dalam jumlah tinggi yaitu sampai satu juta atau lebih per gram sedangkan rempah-rempah lainnya seperti pala, kayu manis dan cengkeh memiliki zat anti mikroba (Allicin, Scordinin dll) yang berperan sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme. Bakteri asam laktat yang telah ada secara alami dalam daging tidak mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* IFO 3301 secara maksimal. Sedangkan pada sosis fermentasi ikan lele dumbo penambahan *Escherichia col* IFO 3301 dan penambahan BAL (A2) total *E.coli* juga mengalami penurunan, hal ini diduga selain karena terdapatnya bumbu-bumbu yang memiliki zat anti mikroba bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 juga dihambat pertumbuhannya oleh bakteri asam laktat karena adanya penambahan starter asam laktat. Menurut Buckle *et al.*, (1987), perbedaan dalam laju

pertumbuhan mikroorganisme memungkinkan suatu organisme menghabiskan zat-zat gizi yang penting dalam substrat. Selain itu bakteri asam laktat membentuk metabolit yang mempunyai kegiatan antimikroba yang sangat menghambat organisasi pembusuk biasa lainnya. Dari penelitian juga diperoleh hasil pada perlakuan (A2) hari ke 7 terjadi penurunan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 sebesar 35,4 % sedangkan pada perlakuan (A1) hari ke 7 hanya terjadi penurunan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* hanya sebesar 6,9 %. Dan pada perlakuan (A2) hari ke 14 dan 28 sudah tidak diperoleh bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 lagi sedangkan untuk perlakuan (A1) hari ke 14 masih terdapat bakteri *Escherichia coli* dengan penurunan sebesar 47,8 % dan hari ke 28 juga sudah tidak ditemukan tumbuhnya bakteri *Escherichia coli* IFO 3301.

4.4 Total BAL

Fermentasi adalah suatu proses penguraian senyawa-senyawa kompleks yang terdapat di dalam tubuh ikan menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana oleh enzim atau fermentasi yang berasal dari tubuh ikan itu sendiri atau dari mikroorganisme dan berlangsung dalam kondisi lingkungan yang terkontrol (Afrianto dan Liviawaty, 1989). Mikroba yang melakukan fermentasi asam laktat adalah bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* dan *Pediococcus*.

Dari hasil penelitian ini diperoleh total bakteri asam laktat yang tumbuh pada sosis ikan lele dumbo berkisar antara 3.1217 cfu/gram sampai 4.6047 cfu/gram. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat perbedaan nilai total bakteri asam laktat yang tumbuh antara sosis ikan lele dumbo tanpa penambahan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 (kontrol) dan dengan penambahan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 selama penyimpanan 28 hari, maka dilakukan uji t dengan hasil seperti yang terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Hasil Uji t Total BAL Terhadap Sosis Fermentasi Ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) selama Masa Simpan 28 hari.

Lama Penyimpanan	Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E.coli</i> IFO 3301 (A1)	Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E.coli</i> IFO 3301+ BAL (A2)	P-value
5	3.486±0.188	3.990±0.188	0.046*
7	3.356±0.101	4.134±0.185	0.008**
14	3.237±0.122	4.263±0.201	0.005**
28	3.222±0.111	4.443±0.161	0.002**

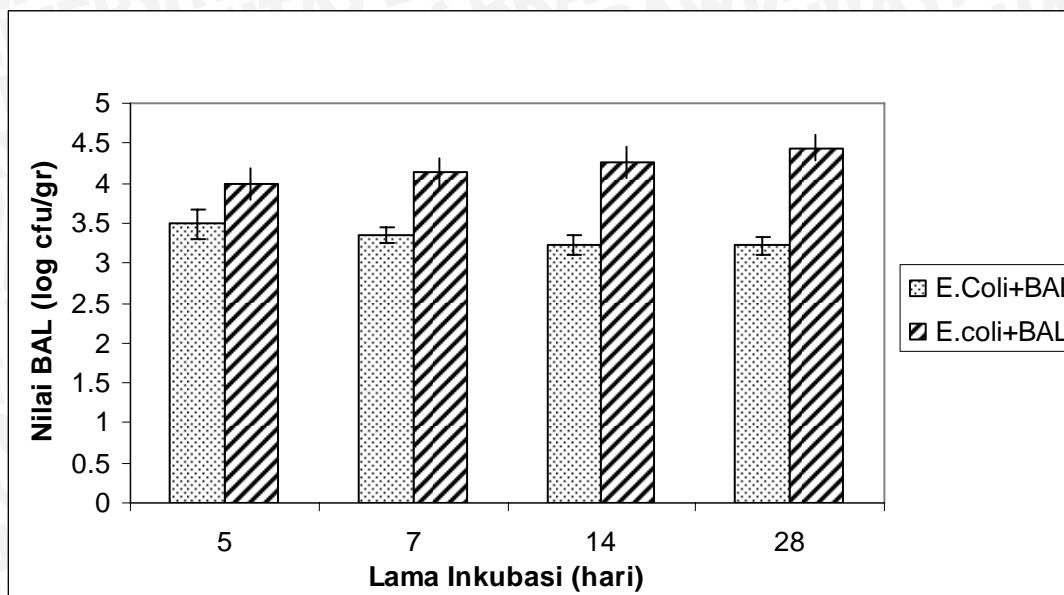
Keterangan : tn = tidak beda nyata

* = beda nyata karena $0.01 < \text{P-value} < 0.05$

** = beda sangat nyata karena P-value < 0.01

Berdasarkan hasil uji t pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa nilai total bakteri asam laktat yang tumbuh antara kedua perlakuan berbeda nyata ($0.01 < \text{P-value} < 0.05$) pada lama penyimpanan selama 5 hari. Sedangkan nilai total bakteri asam laktat perlakuan berbeda sangat nyata ($\text{P-value} < 0.01$) pada penyimpanan selama 7, 14 dan 28 hari.

Dari Tabel 5 terlihat sosis fermentasi ikan lele dumbo penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan tanpa penambahan BAL (A1), nilai total BAL terendah dan tertinggi berturut-turut pada hari 28 dan 5 hari yaitu sebesar 3.222 ± 0.111 dan 3.486 ± 0.188 . Sedangkan pada sosis fermentasi ikan lele dumbo penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan penambahan BAL (A2), nilai total BAL terendah dan tertinggi berturut-turut pada hari 5 dan 28 hari yaitu sebesar 3.990 ± 0.188 dan 4.443 ± 0.161 . Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai total bakteri asam laktat pada sosis ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik histogram perubahan total BAL selama masa inkubasi. .

Berdasarkan Gambar 9 menunjukkan perbandingan nilai total BAL pada perlakuan fermentasi sosis ikan lele dumbo dengan penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan tanpa penambahan BAL (A1) dan perlakuan fermentasi sosis ikan lele dumbo dengan penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan penambahan BAL (A2), menunjukkan hasil yang berbeda pada jumlah total BAL. Hal ini diduga karena pada perlakuan (A1) tidak ada penambahan starter bakteri asam laktat sehingga pada perlakuan (A1) yang ada hanya bakteri asam laktat yang tumbuh alami pada daging dan semakin lama pertumbuhan bakteri asam laktat akan mengalami fase menurun pertumbuhan, sedangkan pada perlakuan (A2) selain adanya bakteri asam laktat yang tumbuh alami pada daging juga dengan adanya penambahan starter bakteri asam laktat akan menyebabkan bakteri asam laktat akan terus meningkat hingga fase penurunan pertumbuhan bakteri, namun lama pertumbuhannya lebih panjang daripada perlakuan yang tanpa penambahan starter bakteri asam laktat. Menurut Rahman (1992), bahwa semakin lama waktu fermentasi, laju pertumbuhan spesifik mikroba semakin menurun sampai akhirnya pertumbuhan berhenti. Penurunan dan

berhentinya pertumbuhan disebabkan dengan semakin bertambahnya waktu fermentasi, nutrien zat esensial dalam medium semakin berkurang atau terjadi akumulasi autotoksin yang mempengaruhi laju pertumbuhan atau kombinasi dari keduanya.

4.5 Total TPC

Besarnya total koloni bakteri pada sosis ikan lele dumbo diduga disebabkan oleh terpenuhinya faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri.

Dari hasil penelitian ini diperoleh total bakteri yang tumbuh pada sosis ikan lele dumbo berkisar antara 4.2552 cfu/gram sampai 8.2374 cfu/gram. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat perbedaan nilai total bakteri yang tumbuh antara sosis ikan lele dumbo tanpa penambahan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 (kontrol) dan dengan penambahan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 selama penyimpanan 28 hari, maka dilakukan uji t dengan hasil seperti yang terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Hasil Uji t Total TPC Terhadap Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) selama Masa Simpan 28 hari.

Lama Penyimpanan	Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E.coli</i> IFO 3301 (A1)	Sosis ikan lele dumbo dengan penambahan <i>E.coli</i> IFO 3301+ BAL (A2)	P-value
5	7.641±0.231	8.152±0.088	0.070 ^{tn}
7	7.364±0.321	6.789±0.297	0.107 ^{tn}
14	5.736±0.277	4.474±0.146	0.006 ^{**}
28	4.573±0.139	4.382±0.157	0.213 ^{tn}

Keterangan : tn = tidak beda nyata

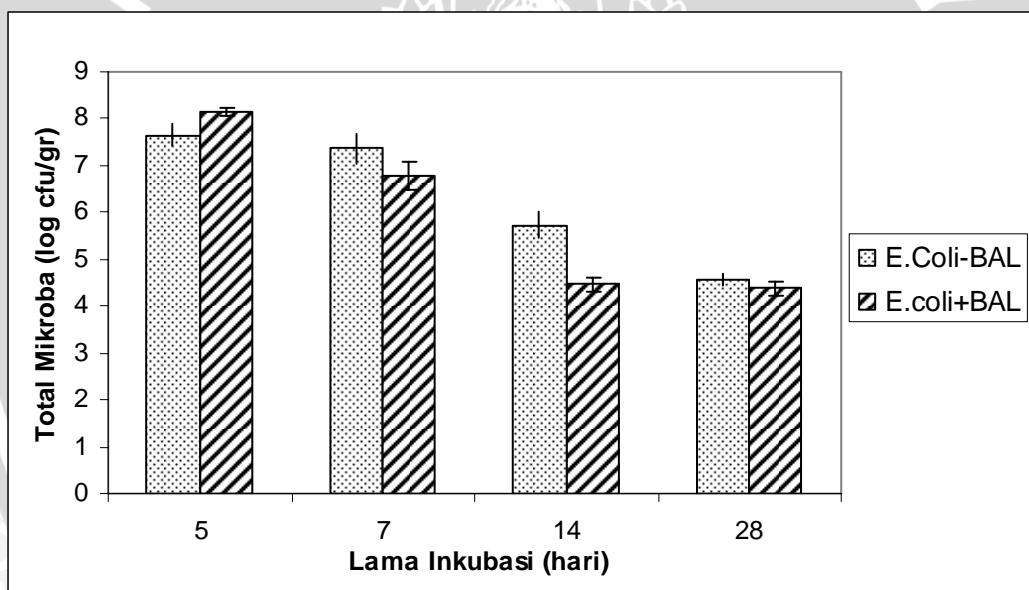
* = beda nyata karena $0.01 < \text{P-value} < 0.05$

** = beda sangat nyata karena P-value < 0.01

Berdasarkan hasil uji t pada Tabel 6 dapat diketahui bahwa nilai total bakteri yang tumbuh antara kedua perlakuan tidak berbeda nyata ($\text{P-value} > 0,05$) pada

lama penyimpanan selama 5, 7 dan 28 hari. Sedangkan nilai total bakteri perlakuan berbeda sangat nyata ($P\text{-value} < 0.01$) pada penyimpanan selama 14 hari.

Dari Tabel 6 terlihat sosis fermentasi ikan lele dumbo penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan tanpa penambahan BAL (A1), nilai TPC terendah dan tertinggi berturut-turut pada hari 28 dan 5 hari yaitu sebesar 4.573 ± 0.139 dan 7.641 ± 0.231 . Sedangkan pada sosis fermentasi ikan lele dumbo penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan penambahan BAL (A2), nilai TPC terendah dan tertinggi berturut-turut pada hari 28 dan 5 hari yaitu sebesar 4.382 ± 0.157 dan 8.152 ± 0.088 . Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai total bakteri pada sosis ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik histogram perubahan total TPC selama masa inkubasi.

Berdasarkan Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai TPC mengalami penurunan baik pada sosis fermentasi ikan lele dumbo dengan penambahan *Escherichia col* IFO 3301 dan tanpa penambahan BAL (A1) maupun pada sosis fermentasi ikan lele dumbo dengan penambahan *Escherichia coli* IFO 3301 dan penambahan BAL (A2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah bakteri

menurun dengan semakin lamanya waktu penyimpanan. Hal ini karena pertumbuhan bakteri dibatasi oleh bahan gizi yang tersedia dalam substrat. Menurut Buckle *et al.*, (1987), perbedaan dalam laju pertumbuhan mikroorganisme memungkinkan suatu organisme menghabiskan zat-zat gizi yang penting dalam substrat. Kematian bakteri juga dapat disebabkan oleh penimbunan zat racun sebagai hasil dari metabolisme.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa penambahan kultur starter bakteri *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1 dan bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 pada sosis fermentasi ikan lele dumbo selama masa simpan 28 hari memberikan pengaruh terhadap kualitas kimiawi dan mikrobiologi yang meliputi a_w , pH, total *E.coli*, total bakteri asam laktat dan total TPC. Dari penelitian menunjukkan bahwa bakteri *Escherichia coli* IFO 3301 dapat dihambat walaupun tanpa penambahan *Pediococcus acidilactici* 0110 < -TAT-1.

5.2 Saran

Disarankan adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui cara meningkatkan daya simpan sosis fermentasi serta uji organoleptik untuk kualitas fisik sosis ikan lele dumbo selama masa simpan 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E dan E. Liviawaty. 1989. **Dasar-Dasar Pengawetan dan Pengolahan Ikan.** Kanisius. Yogyakarta.
- _____. 2000. **Antibacterial Activity of the Bakteriocin Produced by *Pediococcus acidilactic* ITV 26 in Model Food System.** <http://www.jvetunud.com/archives/9/>
- _____. 2002. **Mewaspadai Si Bulat Panjang Sosis.** http://www.indohalal.com/INFO_d.php?Q=9244aecce32e53cf59e51e4d539e80af&news_id=107
- _____. 2004. **Peraturan Pemerintah No. 28 Tahun 2004.** Sekretaris Negara Republik Indonesia. Jakarta.
- _____. 2006. **Mengawetkan Daging Tanpa Formalin.** <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/2006/012006/05/cakrawala/lainnya06.htm>
- Anna, Ernani S. Sant and Torres, Regina Couli. 1998. **Growth of *Pediococcus acidilactici* on Sugar Cane Blackstrap Molasses.** <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S000137141998000300011>
- Antara, N.S., I, N, Sujana., A, Yokota., K, Asano dan F, Tomita., 2004. **Effect of Indigenous Starter Cultures on The Microbial and Physicochemical Characteristic of Urutan, a Balinese Fermented Sausage.** Journal of Bioscience and Bioengineering.
- Aryanta, R. W, Fleet, G. H, Buckle, K. A !991. **The Occurance and Growth of Microorganisms During The Fermentation of Fish Sausage.** International Journal of Food Microbiology. Departement of Food Science and Technology. The University of New South Wales. Kensington
- Atherson,H. V and Newlander, J. A. 1981. **Chemistry and Testing Dairy Product.** The AVI Publishing Company Inc. Connecticut.
- Astawan, W.M. dan Astawan, M. 1989. **Teknologi Pengolahan Pangan Hewani Tepat Guna.** CV. Akademika Pressindo. Jakarta
- Bennion. 1980. **The Science of Food.** John Wiley and Sons. Canada

- Buckle, K. A; edward, R. A; Fleet, G. H dan Wooton, M. 1987. **Ilmu Pangan.** Alih bahasa: Purnomo. UI press. Jakarta
- de, Man. 1997. **Kimia Makanan.** ITB. Bandung.
- Dwijoseputro, D. 1998. **Dasar-Dasar Mikrobiologi.** Djambatan. Malang
- Fardiaz, S. 1989. **Mikrobiologi Pangan.** Depertemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. PAU Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- _____. S. 1992. **Mikrobiologi Pangan 1.** PAU Pangan dan Gizi IPB. Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fennema, O. R. 1985. **Water and Ice.** In : Chemistry 2nd Edition. Marcel Dekker Inc. New York
- Frazier, W. C. 1967. **Food Microbiology.** Mc Graw-Hill Book.Co. New York.
- _____. and D.C. Westhoff.1978. **Food Microbiology.** Mc Graw Holl Book Company. London.
- Gaman, P. M dan K. B. Sherrington. 1992. **Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi.** UGM Press. Yogyakarta.
- Harris, R dan Endel Karmas. 1989. **Evaluasi Gizi pada Pengolahan Bahan Pangan.** ITB. Bandung
- Heruwati, E.S dan N. Indrati. 1987. **Pengolahan Ikan Lumat Ikan Beku dari Ikan Lele (Lanjutan Proceeding) Seminar Reka Pangan.** Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Hui, Y. H. 1992. **Encyclopedia of Food Science and Technology.** Volume 3. John Willey and Sons Inc. New york.
- Jawetz, E., J. L. Melnick, E. A. Adelberg. 1986. **Mikrobiologi Untuk Profesi Kesehatan.** Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta.
- Jay, J. M. 1992. **Modern Food Microbiology.** Fourt edition. Chapman and Hall. New York. London.
- Kardinan. 2005. **Pestisida Nabati Ramuan dan Aplikasi.** Penebar Swadaya. Bogor
- Kartasapoetra. 1988. **Budidaya Tanaman Berkhasiat.** PT Rineka Cipta. Jakarta.

- Khairun dan Khairul Amri. 2002. **Budidaya Lele Dumbo secara intensif**. AgroMedia Pustaka. Tangerang
- Koentjaraningrat. 1983. **Metode-metode Penelitian Masyarakat**. Gramedia. Jakarta.
- Kurmann, J. A, J. L. Rasic and m. Kroger. 1992. **Encyclopedia of Fermented fresh Milk Product**. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Kuswanto, K. R, Slamet, S. 1998. **Proses-Proses Mikrobiologi Pangan**. PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Lewis, Y. S. 1984. **Herb for Food Industry**. Food Trade Press. England.
- Muchtadi dan Sugiyono. 1992. **Ilmu Pangan Pengetahuan Bahan Pangan**. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB. Bogor
- Muradjo. 1976. **Tanaman Rempah-Rempah**. PT Penebar Swadaya. Jakarta
- Nabor and Ronert, C. G. 1991. **Alternative Sweeteners (Second Edition Devised and Exponded)** Calori Control Council Atlanta. Georgia. Marcell Dekker Inc. New York
- Najiyati, S. 2003. **Memelihara Lele Dumbo Dikolam Taman**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Naruki, S. 1991. **Gizi Terapan**. UGM. Yogyakarta
- Nazir, M. 1998. **Metode Penelitian**. Graha Indonesia. Jakarta
- Nicholas, P.C. 1980. **Wood for Energi Production**. Aan Arbor Science Publisher,Inc. United State of America.
- Nurwantoro dan Siregar, D. 1997. **Mikrobiologi Pangan Hewani-Nabati**. Cetakan I. Penerbit Kanisius. Jakarta.
- Ostling E. C. dan Lingdren, S. E. 1993. **Inhibition of Enterobacteria and Lysteria Growth by Lactic Acid and Formic Acid**. Journal of Applied Bacteriology. 75: 18-24
- Purnomo, H. 1995. **Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Bahan Pangan**. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Puspowardoyo, H dan Djadiyah, S.A. 2002. **Pembenihan dan Pembesaran Lele Dumbo Hemat Air**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Rahman, A. 1992. **Teknologi Fermentasi**. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Arcan. Jakarta

- Reed and Nagodawithana. 1991. **Yeast Technology**. Nastrand Reinhold. New York
- Saanin, H. 1984. **Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan**. PT Gramedia. Jakarta
- Santoso, H. B. 1989. **Bawang Putih**. Kanisius. Yogyakarta.
- Sediaoetomo, A. D. 2000. **Ilmu Gizi untuk Mahasiswa dan Profesi**. Jilid 1. Dian Rakyat. Jakarta.
- Short, C. 2002. **Yakult sweet success**. <http://www.ffnmag.com/ASP/30/Display-Article>
- Silliker, J. H., R. P. Elliot., A. C. Baird Parker., F. L. Bryan., j. H. B. Christian., J. C. Olsen. 1980. **Microbial Ecology of Foods**. Academic Press. New York
- Soekarto, T. S. 1990. **Dasar-Dasar Pengawasan dan Standarisasi Mutu Pangan**. PAU Pangan dan Gizi. Institut Pertania Bogor. Bogor
- Soeparno.1994. **Ilmu dan Teknologi Daging**. Gajah Mada University press. Yogyakarta
- Srikandi, S. 1992. **Minyak Atsiri**. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta
- Sudarisman, T dan Elvina, A. R. 1996. **Petunjuk memilih Produk Ikan dan Daging**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sudarmadji, S., Bambang, H. Dan Suhardi. 1989. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty Bekerja sama dengan Pusat antar Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Sugiyono. 1999. **Metode Penelitian Bisnis**. CV. Alfabeta. Bandung.
- Suprapti, M.L. 2002. **Bandeng Asap**. Penerbit Kaanisius. Jakarta.
- Sutoyo, M. D. 1987. **Pedoman Mengasap Ikan Cara Sederhana dan Modern**. CV. Titik Terang. Jakarta.
- Syarief, R dan A. Irawati. 1988. **Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian**. PT Meten Putra. Jakarta.
- Tanikawa, E. 1953. **Fish Sausage and Ham Industry in Japan In Advances In Food Research Vol. IV**. Edited by: Mark, E. M and G. F. Stewart. Academic Press Inc. Publishers. New York.
- Tranggono. 1990. **Bahan Tambahan Pangan (Food Additives)**. PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

- Tranggono. 1991. **Petunjuk Laboratorium Analisa Hasil Perikanan.** PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Wibowo, D. 1990. **Teknologi Fermentasi.** PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- _____, 2001. **Budidaya Bawang.** Penebar Swadaya. Jakarta
- _____, S. 2002. **Industri Pengasapan Ikan.** Penebar Swadaya. Jakarta
- Winarno, F. G dan Fardiaz, S. 1979. **Biofermentasi dan Biosintesa Protein.** Penerbit Angkasa. Bandung.
- _____, Srikandi, S dan Dedi, F. 1980. **Pengantar Teknologi Pangan.** Gramedia. Jakarta.
- _____. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi.** PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta



Lampiran 1. Parameter Uji Obyektif

1. Analisa a_w (Yuwono dan Susanto, 1998)

Prosedur kerja analisa a_w adalah :

- a) Bahan ditimbang 1-2 gram.
- b) Dimasukkan ke dalam wadah yang terdapat pada alat a_w meter RHDT (Rotronic Higroskop DT) dan ditutup.
- c) Alat RHDT dinyalakan sehingga a_w meter bekerja.
- d) Diamati angka pada digital pembacaan sampai konstan dan dicatat.

$$a_w = \frac{RH}{100}$$

= Bilangan pembacaan pada a_w meter / 100

2. Analisa pH (Apriyantono, et al, 1989)

Prosedur kerja analisa pH adalah :

- a) Nyalakan pH meter, biarkan stabil selama 15 – 30 menit kemudian distandarisasi/dikalibrasi dengan larutan buffer pH 4 dan 7.
- b) Timbang sampel sebanyak 5 gram lalu dihaluskan.
- c) Ditambahkan 10 ml aquadest kemudian diaduk hingga homogen.
- d) Bilas elektrode dengan larutan aquades, kemudian dikeringkan dengan kertas tissue (hati-hati dalam mengeringkan elektroda jangan sampai elektroda tergores, cukup ditempelkan saja pada bagian pinggir dan ujung elektrode, jangan ditekan atau digesek).
- e) Celupkan elektroda pada larutan sampel biarkan elektroda tercelup beberapa saat sampai diperoleh pembacaan yang stabil, catat hasilnya.

- f) Setiap kali akan mengukur pH sampel yang lain, sebelumnya elektroda dibersihkan dahulu dengan aquades dan dikeringkan dengan tissue.

3. Analisa Total *E.coli*, Total BAL dan TPC(Fardiaz, 1992)

Prosedur kerja yang digunakan dalam analisa mikrobiologi adalah menggunakan analisa TPC yaitu metode penghitungan cawan.

Prosedur Pengujinya yaitu:

- a) Sampel padat dilarutkan dalam Na-fisiologis (sample : Na-fisiologis = 1 gram : 9 ml) sebagai pengenceran 10^{-1} .
- b) Pengenceran 10^{-1} diambil 1 mlo kemudian dimasukkan tabung reaksi berisi 9 ml Na-fisiologis dan dikocok pelan-pelan hingga rata sebagai pengenceran 10^{-2} begitu seterusnya sesuai dengan jumlah pengenceran yang diperlukan.
- c) Dipipet 1 ml sample yang telah diencerkan dan dituangkan dalam cawan Petri. Ditambahkan media 9 ml dan digoyang-goyangkan hingga homogen. Penuangan pada cawan petri untuk pengenceran $10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8}$ (untuk total BAL dan TPC) dan $10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}$ (untuk total *E.coli*) dilakukan secara duplo.
- d) Setelah mengeras atau mengental dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Hitung jumlah dengan colony counter.

$$\text{Jumlah bakteri} = \text{jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{FaktorPengenceran}}$$

Penghitungan jumlah bakteri menggunakan cara hitungan cawan digunakan suatu standart yang disebut *standart plate count* (SPC) yaitu:

1. Cawan yang dipilih dan dihitung adalah yang mengandung jumlah koloni antara 30-300.

2. Beberapa koloni yang bergabung menjadi satu merupakan satu kumpulan koloni yang besar dimana koloninya diragukan dapat dihitung sebagai satu koloni.
3. Satu deretan rantai koloni yang terlihat sebagai suatu garis tebal dihitung sebagai satu koloni.

Standart plate count ditentukan cara pelaporan dan perhitungan koloni sebagai berikut:

1. Hasil yang dilaporkan terdiri dari 2 angka yaitu angka pertama satuan dan angka kedua desimal. Jika angka yang ketiga sama dengan atau lebih dari 5 dibulatkan ke angka lebih tinggi.
2. Jika pada semua pengenceran dihasilkan kuarng dari 30 koloni berarti pengenceran dilakukan terlalu tinggi. Oleh karena itu, jumlah koloni pada pengenceran terendah yang dihitung.
3. Jika semua pengenceran yang dihasilkan lebih dari 300 koloni berarti jumlah koloni pada pengenceran tertinggi yang dihitung.
4. Jika pada cawan dari 2 tingkat pengenceran yang dihasilkan koloni dengan jumlah antara 30 dan 300 dan perbandingan antara hasil tertinggi dan terendah dari kedua pengenceran tersebut lebih kecil atau sama dengan 2 dilaporkan rata-rata dari kedua nilai tersebut. Jika perbandingan lebih besar dari 2 dilaporkan hanya hasil yang terkecil.
5. Jika digunakan 2 cawan petri (duplo) per pengenceran data yang diambil harus dari kedua cawan tersebut tidak boleh diambil salah satu. Dipilih tingkat pengenceran yang menghasilkan koloni diantara 30 dan 300.

Lampiran 2. Data dan Analisa Data

Tabel 7. Data penelitian untuk pengukuran nilai pH

Perlakuan	Ulangan	Lama Penyimpanan (hari)			
		5	7	14	28
A1	1	5.23	5.27	5.16	5.41
	2	5.21	5.19	5.13	5.40
	3	5.23	5.17	5.14	5.33
Total		15.67	15.63	15.43	16.14
Rerata		5.22	5.21	5.14	5.38
A2	1	5.09	5.16	5.2	5.2
	2	5.12	5.23	4.84	5.18
	3	5.10	5.16	5.14	5.14
Total		15.31	15.55	15.18	15.52
Rerata		5.10	5.18	5.06	5.17

Keterangan :

A1 = panambahan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

A2 = penambahan kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* 4 ml 10^8 cfu/ml dan

Escherichia coli sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

Tabel 8. Data penelitian untuk pengukuran nilai a_w

Perlakuan	Ulangan	Lama Penyimpanan (hari)			
		5	7	14	28
A1	1	0.675	0.756	0.703	0.8
	2	0.704	0.746	0.724	0.66
	3	0.706	0.751	0.732	0.7
Total		2.085	2.253	2.159	2.16
Rerata		0.695	0.751	0.720	0.72
A2	1	0.709	0.693	0.661	0.739
	2	0.727	0.7	0.693	0.676
	3	0.628	0.659	0.701	0.668
Total		2.064	2.052	2.055	2.083
Rerata		0.688	0.684	0.685	0.694

Keterangan :

A1 = panambahan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

A2 = penambahan kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* 4 ml 10^8 cfu/ml dan

Escherichia coli sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

Tabel 9. Data penelitian untuk pengukuran total *E.coli*

Perlakuan	Ulangan	Lama Penyimpanan (hari)			
		5	7	14	28
A1	1	4.2772	3.6741	2.1214	0
	2	4.2325	4.0365	1.8972	0
	3	3.9227	3.8602	2.0183	0
Total		12.4324	11.5708	6.0369	0
Rerata		4.1441	3.8569	2.0123	0
A2	1	4.1532	2.5527	0	0
	2	3.9324	2.6628	0	0
	3	4.2083	2.7275	0	0
Total		12.2939	7.9430	0	0
Rerata		4.0980	2.6477	0	0

Keterangan :

A1 = penambahan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.A2 = penambahan kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* 4 ml 10^8 cfu/ml dan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

Tabel 10. Data penelitian untuk pengukuran total BAL

Perlakuan	Ulangan	Lama Penyimpanan (hari)			
		5	7	14	28
A1	1	3.4016	3.3465	3.3764	3.3413
	2	3.3549	3.2596	3.1483	3.2026
	3	3.7012	3.4618	3.1872	3.1217
Total		10.4574	10.0679	9.7119	9.6656
Rerata		3.4859	3.3560	3.2373	3.2219
A2	1	3.9955	4.3409	4.1609	4.4409
	2	4.1747	3.9847	4.4948	4.6047
	3	3.7987	4.0767	4.1328	4.2828
Total		11.9691	12.4024	12.7884	13.3285
Rerata		3.9897	4.1342	4.2628	4.4428

Keterangan :

A1 = penambahan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.A2 = penambahan kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* 4 ml 10^8 cfu/ml dan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

Tabel 12. Data penelitian untuk pengukuran total TPC

Perlakuan	Ulangan	Lama Penyimpanan (hari)			
		5	7	14	28
A1	1	7.8973	7.0043	5.5475	4.4123
	2	7.5786	7.6224	6.0545	4.6504
	3	7.4479	7.4647	5.6055	4.6562
Total		22.9238	22.0914	17.2075	13.7189
Rerata		7.6413	7.3638	5.7358	4.5730
A2	1	8.1583	6.8236	4.3436	4.3336
	2	8.2374	7.0674	4.6324	4.5574
	3	8.0614	6.4765	4.4455	4.2552
Total		24.4571	20.3675	13.4215	13.1462
Rerata		8.1523	6.7892	4.4738	4.3821

Keterangan :

A1 = penambahan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

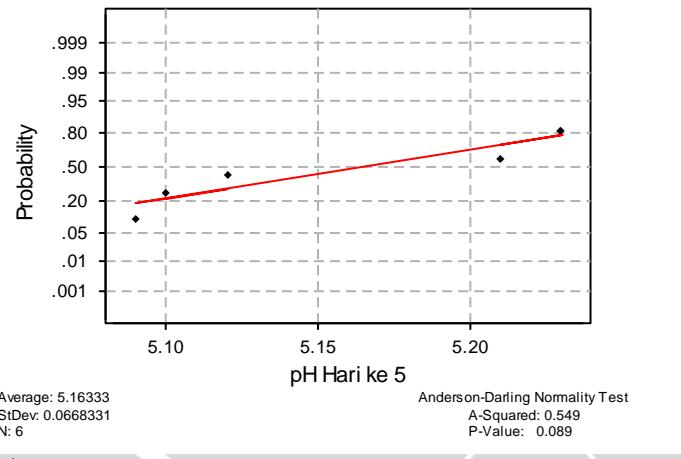
A2 = penambahan kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* 4 ml 10^8 cfu/ml dan

Escherichia coli sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

LAMA PENYIMPANAN

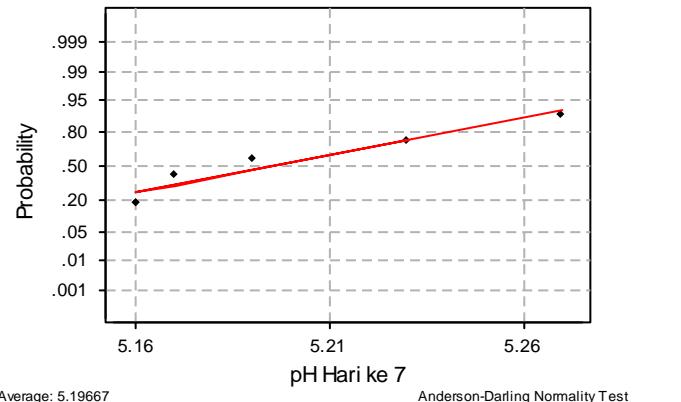
➤ pH

Normal Probability Plot



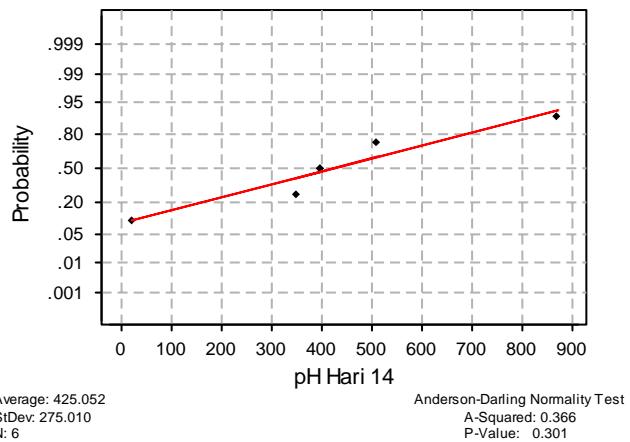
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



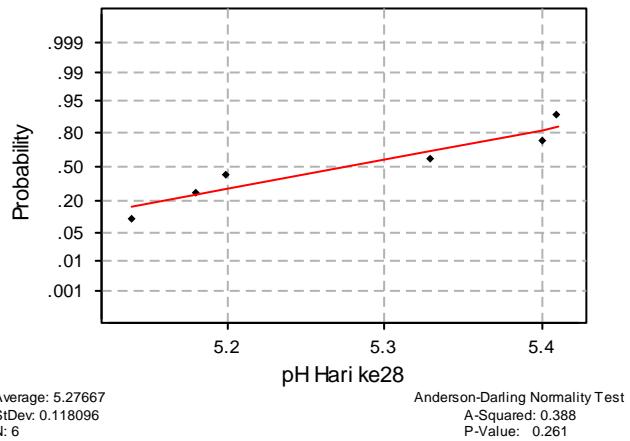
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

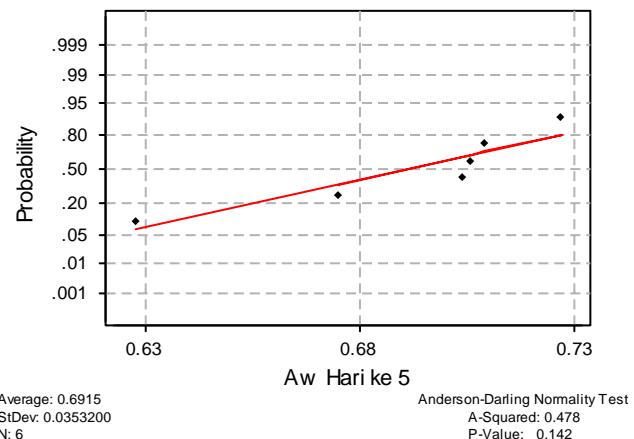
Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

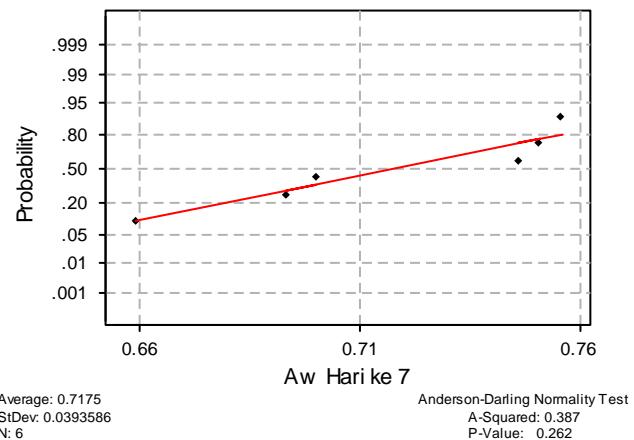
> Aw

Normal Probability Plot



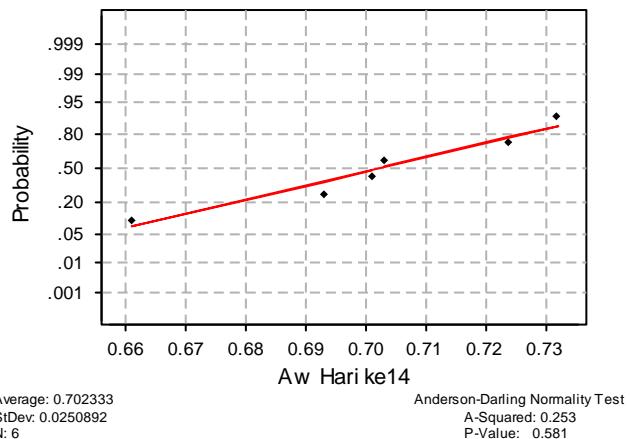
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



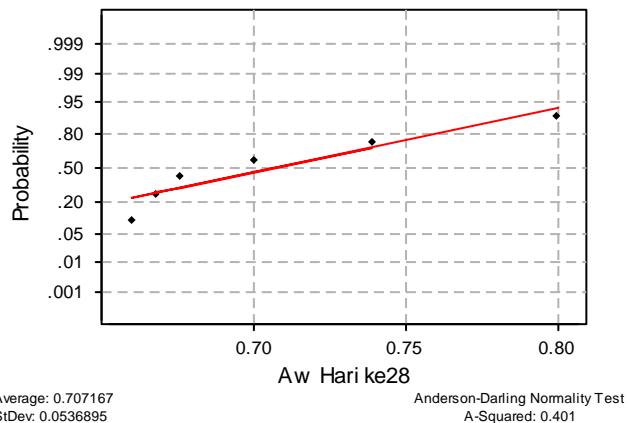
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

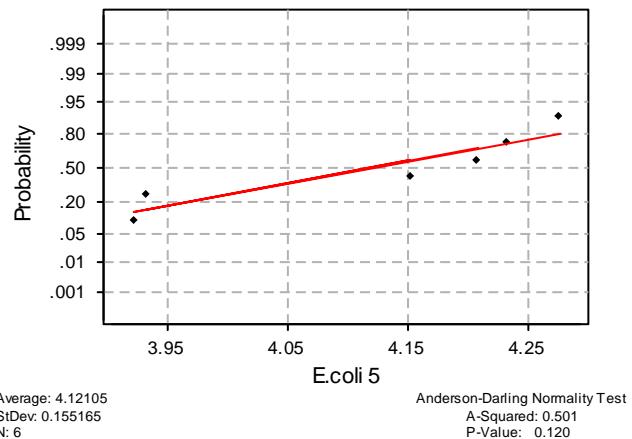
Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

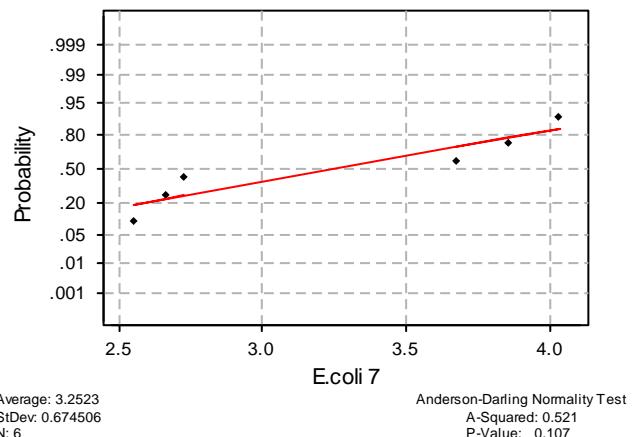
➤ E.coli

Normal Probability Plot



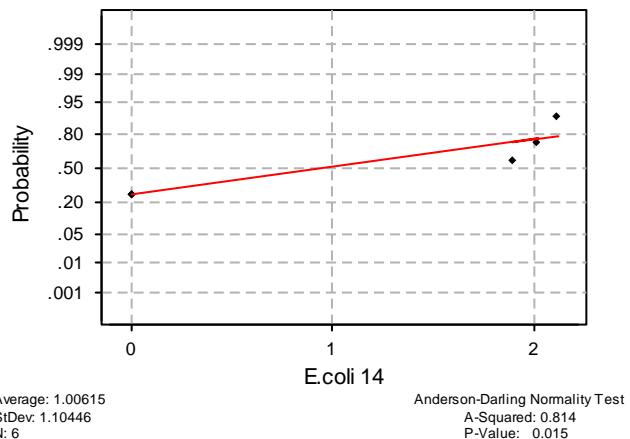
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

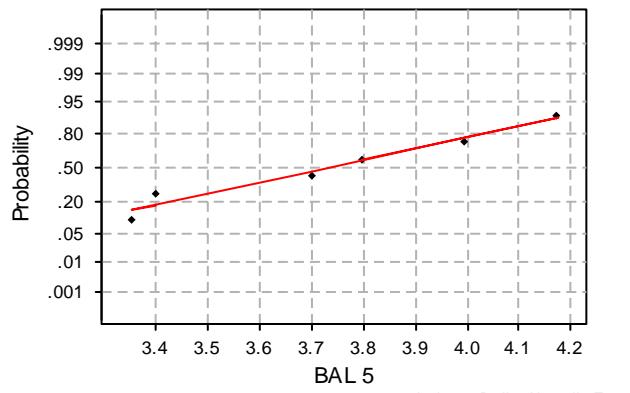
Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value < 0,05 maka data tidak menyebar dengan normal

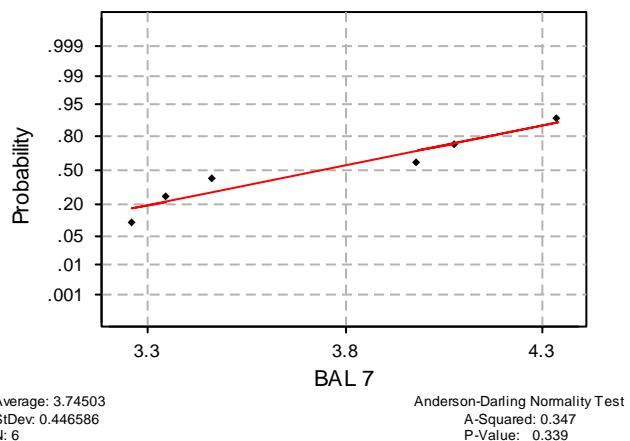
➤ BAL

Normal Probability Plot



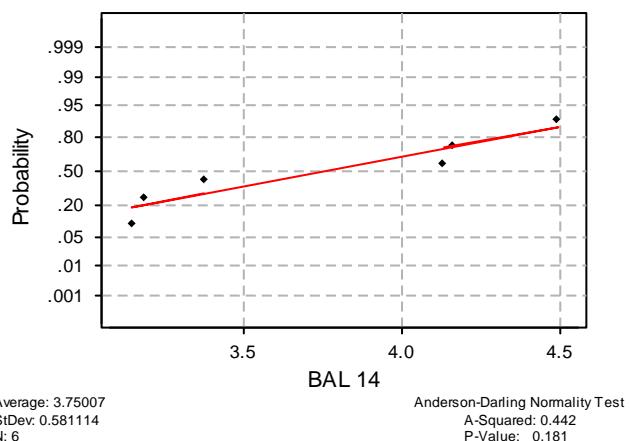
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



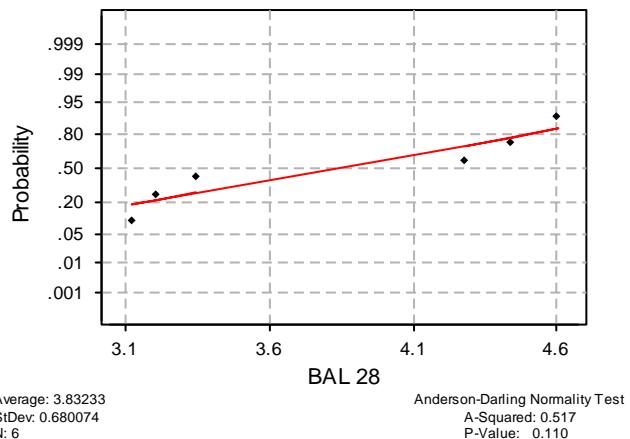
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

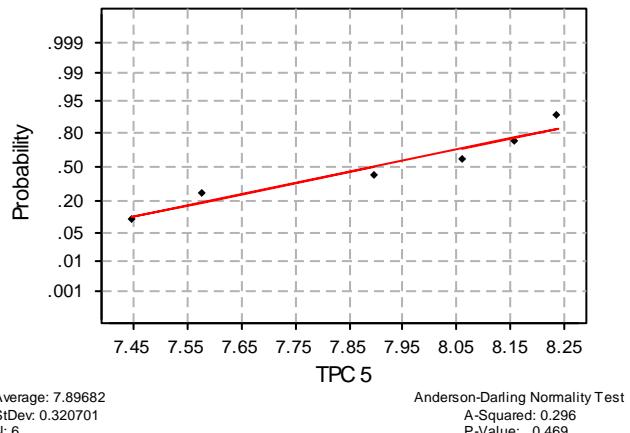
Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

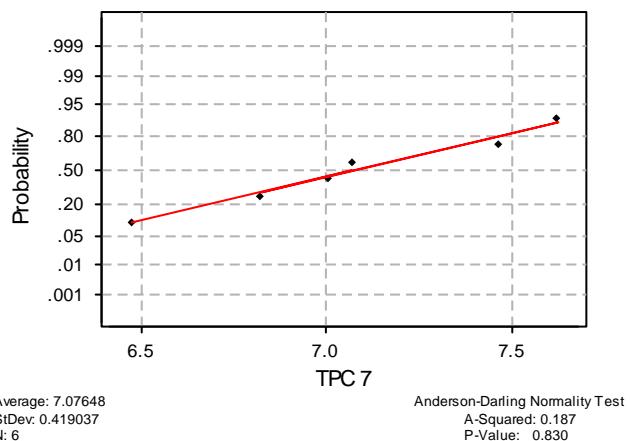
➤ TPC

Normal Probability Plot



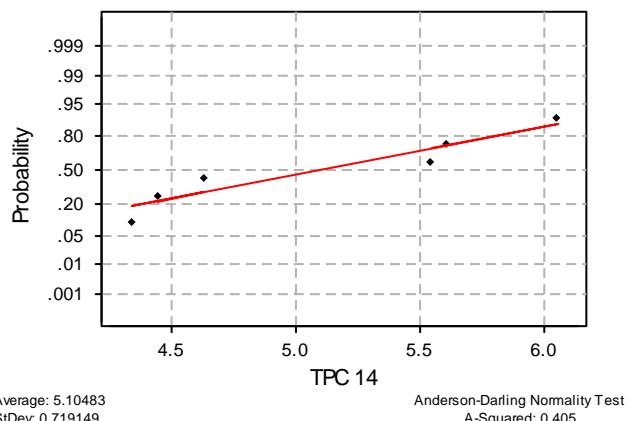
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



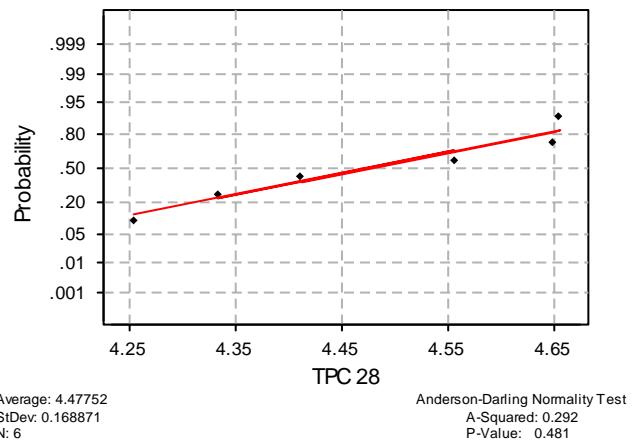
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Two-Sample T-Test and CI: Perlakuan

➤ pH

Two-sample T for pH Hari ke 5

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	5.2233	0.0115	0.0067
2	3	5.1033	0.0153	0.0088

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.1200

95% CI for difference: (0.0848, 0.1552)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 10.85 P-Value = 0.002 DF = 3

Two-sample T for pH Hari ke 7

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	5.2100	0.0529	0.031
2	3	5.1833	0.0404	0.023

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.0267

95% CI for difference: (-0.0957, 0.1490)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.69 P-Value = 0.538 DF = 3

Two-sample T for pH Hari ke 14

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	5.1433	0.0153	0.0088
2	3	5.060	0.193	0.11

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.083

95% CI for difference: (-0.397, 0.564)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.75 P-Value = 0.533 DF = 2

Two-sample T for pH Hari ke 28

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	5.3800	0.0436	0.025
2	3	5.1733	0.0306	0.018

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.2067

95% CI for difference: (0.1089, 0.3045)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 6.72 P-Value = 0.007 DF = 3

> Aw

Two-sample T for Aw Hari ke 5

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	0.6950	0.0173	0.010
2	3	0.6880	0.0527	0.030

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.0070

95% CI for difference: (-0.1309, 0.1449)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.22 P-Value = 0.847 DF = 2

Two-sample T for Aw Hari Ke7

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	0.75100	0.00500	0.0029
2	3	0.6840	0.0219	0.013

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.0670

95% CI for difference: (0.0111, 0.1229)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 5.16 P-Value = 0.036 DF = 2

Two-sample T for Aw Hari kel4

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	0.7197	0.0150	0.0086
2	3	0.6850	0.0212	0.012

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.0347

95% CI for difference: (-0.0130, 0.0823)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.32 P-Value = 0.103 DF = 3

Two-sample T for Aw Hari ke28

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	0.7200	0.0721	0.042
2	3	0.6943	0.0389	0.022

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.0257

95% CI for difference: (-0.1249, 0.1762)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.54 P-Value = 0.625 DF = 3

➤ E.Coli

Two-sample T for E.coli 5

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	4.144	0.193	0.11
2	3	4.098	0.146	0.084

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.046

95% CI for difference: (-0.399, 0.491)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.33 P-Value = 0.763 DF = 3

Two-sample T for E.coli 7

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	3.857	0.181	0.10
2	3	2.6477	0.0884	0.051

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 1.209

95% CI for difference: (0.708, 1.710)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 10.39 P-Value = 0.009 DF = 2

Two-sample T for E.coli 14

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	2.012	0.112	0.065

➤ BAL

Two-sample T for BAL 5

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	3.486	0.188	0.11
2	3	3.990	0.188	0.11

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: -0.504

95% CI for difference: (-0.992, -0.015)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -3.28 P-Value = 0.046 DF = 3

Two-sample T for BAL 7

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	3.356	0.101	0.059
2	3	4.134	0.185	0.11

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: -0.778

95% CI for difference: (-1.166, -0.391)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -6.39 P-Value = 0.008 DF = 3

Two-sample T for BAL 14

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	3.237	0.122	0.070
2	3	4.263	0.201	0.12

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: -1.026

95% CI for difference: (-1.458, -0.593)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -7.54 P-Value = 0.005 DF = 3

Two-sample T for BAL 28

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	3.222	0.111	0.064
2	3	4.443	0.161	0.093

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: -1.221

95% CI for difference: (-1.580, -0.862)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -10.81 P-Value = 0.002 DF = 3

➤ TPC

Two-sample T for TPC 5

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	7.641	0.231	0.13
2	3	8.1524	0.0881	0.051

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: -0.511

95% CI for difference: (-1.126, 0.103)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -3.58 P-Value = 0.070 DF = 2

Two-sample T for TPC 7

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	7.364	0.321	0.19
2	3	6.789	0.297	0.17

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.575

95% CI for difference: (-0.229, 1.378)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.28 P-Value = 0.107 DF = 3

Two-sample T for TPC 14

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	5.736	0.277	0.16
2	3	4.474	0.146	0.085

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 1.262

95% CI for difference: (0.685, 1.839)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 6.97 P-Value = 0.006 DF = 3

Two-sample T for TPC 28

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	4.573	0.139	0.080
2	3	4.382	0.157	0.091

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.191

95% CI for difference: (-0.194, 0.576)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.58 P-Value = 0.213 DF = 3

56

57

Lampiran 2. Data dan Analisa Data

Tabel 7. Data penelitian untuk pengukuran nilai pH

Perlakuan	Ulangan	Lama Penyimpanan (hari)			
		5	7	14	28
A1	1	5.23	5.27	5.16	5.41
	2	5.21	5.19	5.13	5.40
	3	5.23	5.17	5.14	5.33
Total		15.67	15.63	15.43	16.14
Rerata		5.22	5.21	5.14	5.38
A2	1	5.09	5.16	5.2	5.2
	2	5.12	5.23	4.84	5.18
	3	5.10	5.16	5.14	5.14
Total		15.31	15.55	15.18	15.52
Rerata		5.10	5.18	5.06	5.17

Keterangan :

A1 = penambahan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.A2 = penambahan kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* 4 ml 10^8 cfu/ml dan
Escherichia coli sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.Tabel 8. Data penelitian untuk pengukuran nilai a_w

Perlakuan	Ulangan	Lama Penyimpanan (hari)			
		5	7	14	28
A1	1	0.675	0.756	0.703	0.8
	2	0.704	0.746	0.724	0.66
	3	0.706	0.751	0.732	0.7
Total		2.085	2.253	2.159	2.16
Rerata		0.695	0.751	0.720	0.72
A2	1	0.709	0.693	0.661	0.739
	2	0.727	0.7	0.693	0.676
	3	0.628	0.659	0.701	0.668
Total		2.064	2.052	2.055	2.083
Rerata		0.688	0.684	0.685	0.694

Keterangan :

A1 = penambahan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.A2 = penambahan kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* 4 ml 10^8 cfu/ml dan
Escherichia coli sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

57

57

Tabel 9. Data penelitian untuk pengukuran total *E.coli*

Perlakuan	Ulangan	Lama Penyimpanan (hari)			
		5	7	14	28
A1	1	4.2772	3.6741	2.1214	0
	2	4.2325	4.0365	1.8972	0
	3	3.9227	3.8602	2.0183	0
Total		12.4324	11.5708	6.0369	0
Rerata		4.1441	3.8569	2.0123	0
A2	1	4.1532	2.5527	0	0
	2	3.9324	2.6628	0	0
	3	4.2083	2.7275	0	0
Total		12.2939	7.9430	0	0
Rerata		4.0980	2.6477	0	0

Keterangan :

A1 = penambahan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.A2 = penambahan kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* 4 ml 10^8 cfu/ml dan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

Tabel 10. Data penelitian untuk pengukuran total BAL

Perlakuan	Ulangan	Lama Penyimpanan (hari)			
		5	7	14	28
A1	1	3.4016	3.3465	3.3764	3.3413
	2	3.3549	3.2596	3.1483	3.2026
	3	3.7012	3.4618	3.1872	3.1217
Total		10.4574	10.0679	9.7119	9.6656
Rerata		3.4859	3.3560	3.2373	3.2219
A2	1	3.9955	4.3409	4.1609	4.4409
	2	4.1747	3.9847	4.4948	4.6047
	3	3.7987	4.0767	4.1328	4.2828
Total		11.9691	12.4024	12.7884	13.3285
Rerata		3.9897	4.1342	4.2628	4.4428

Keterangan :

A1 = penambahan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.A2 = penambahan kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* 4 ml 10^8 cfu/ml dan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

58

57

Tabel 12. Data penelitian untuk pengukuran total TPC

Perlakuan	Ulangan	Lama Penyimpanan (hari)			
		5	7	14	28
A1	1	7.8973	7.0043	5.5475	4.4123
	2	7.5786	7.6224	6.0545	4.6504
	3	7.4479	7.4647	5.6055	4.6562
Total		22.9238	22.0914	17.2075	13.7189
Rerata		7.6413	7.3638	5.7358	4.5730
A2	1	8.1583	6.8236	4.3436	4.3336
	2	8.2374	7.0674	4.6324	4.5574
	3	8.0614	6.4765	4.4455	4.2552
Total		24.4571	20.3675	13.4215	13.1462
Rerata		8.1523	6.7892	4.4738	4.3821

Keterangan :

A1 = penambahan *Escherichia coli* sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

A2 = penambahan kultur bakteri *Pediococcus acidilactici* 4 ml 10^8 cfu/ml dan

Escherichia coli sebanyak 4 ml 10^5 cfu/ml.

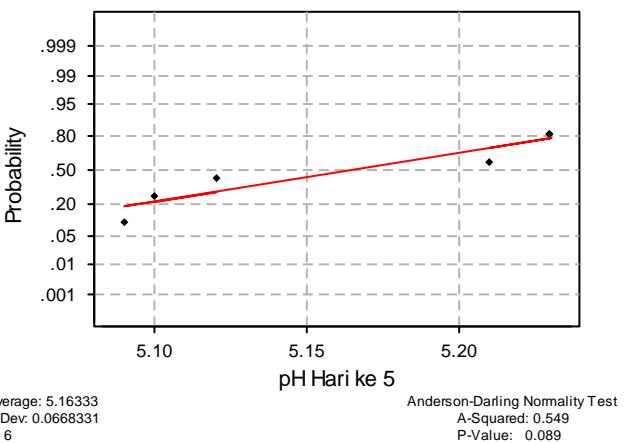
59

57

LAMA PENYIMPANAN

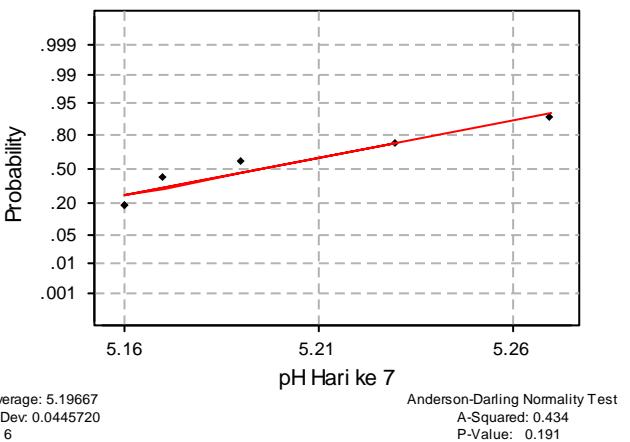
➤ pH

Normal Probability Plot



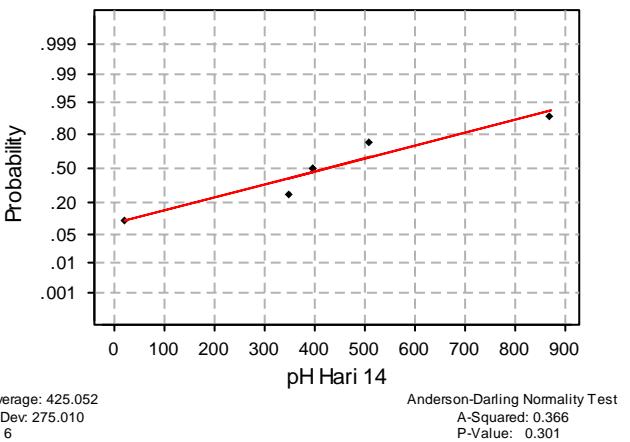
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



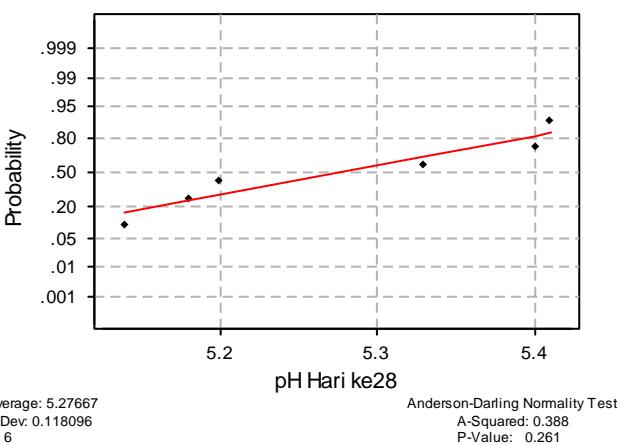
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

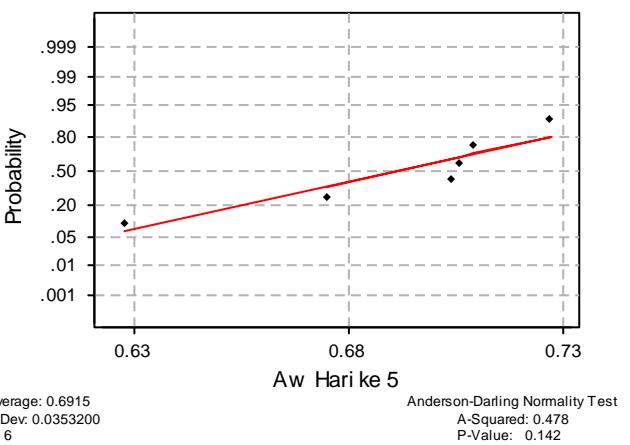
Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

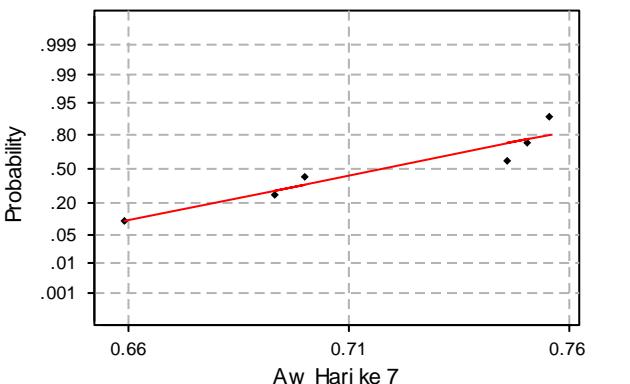
➤ Aw

Normal Probability Plot



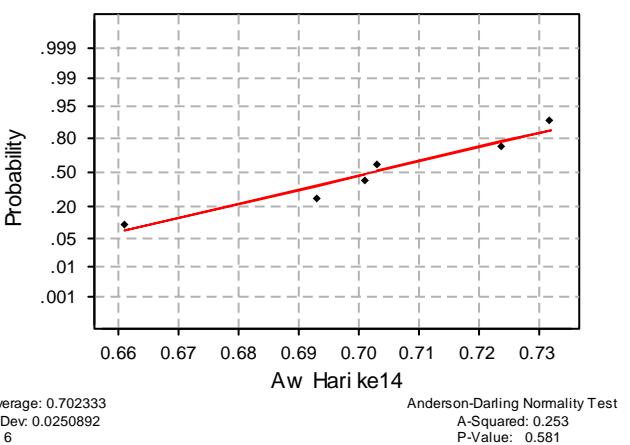
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



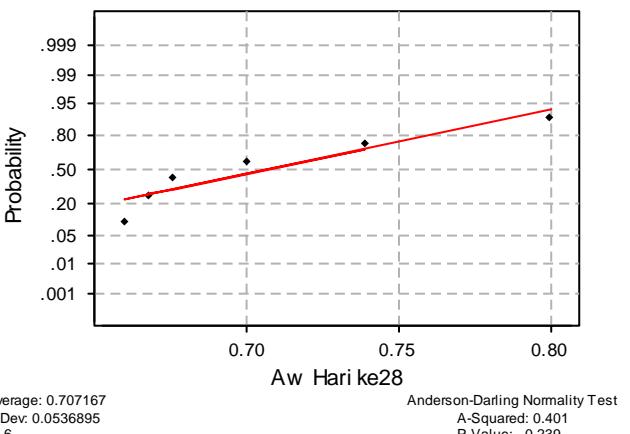
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

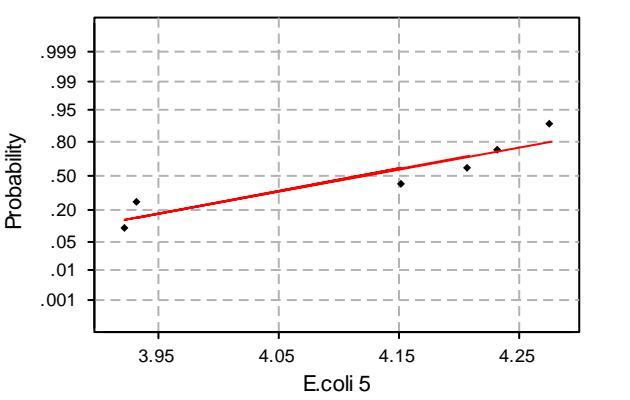
Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

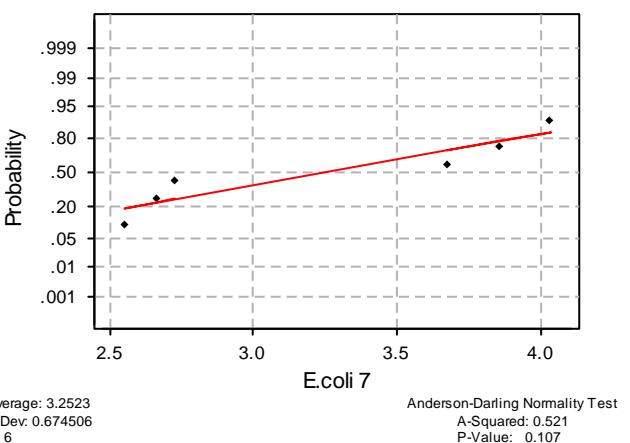
➤ E.coli

Normal Probability Plot



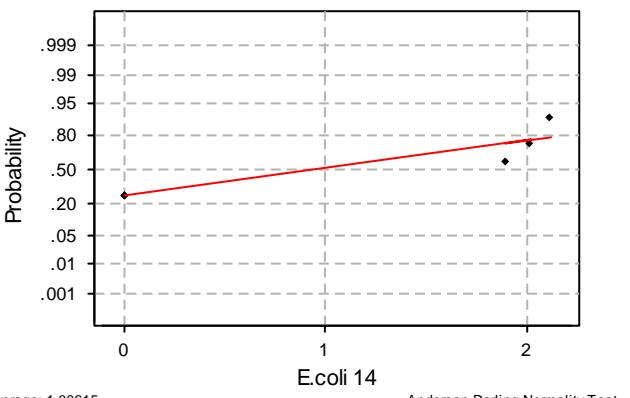
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

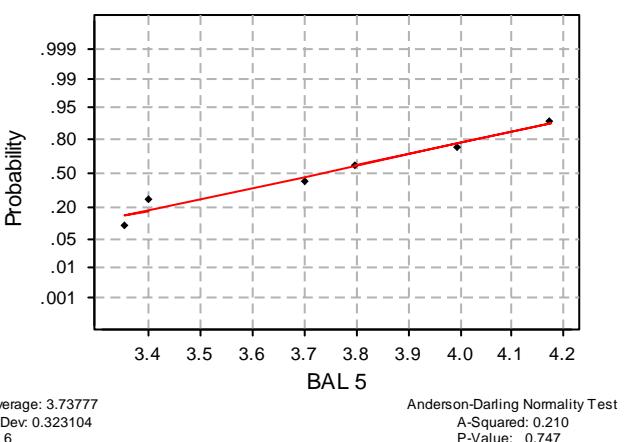
Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value < 0,05 maka data tidak menyebar dengan normal

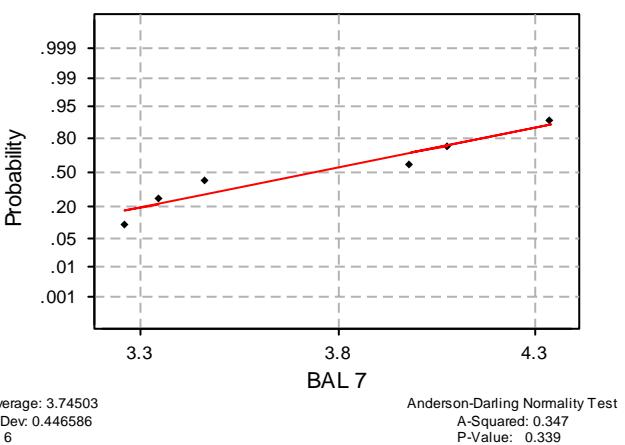
➤ BAL

Normal Probability Plot



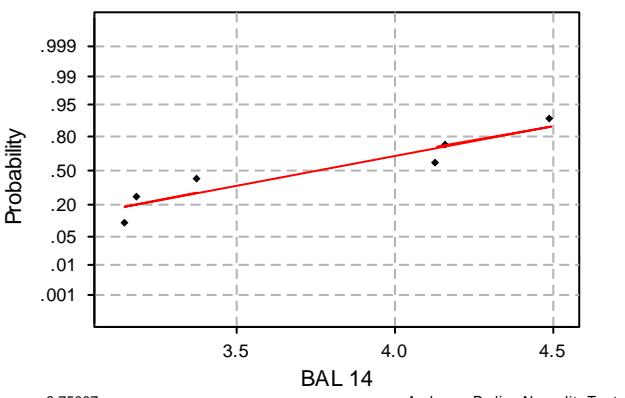
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



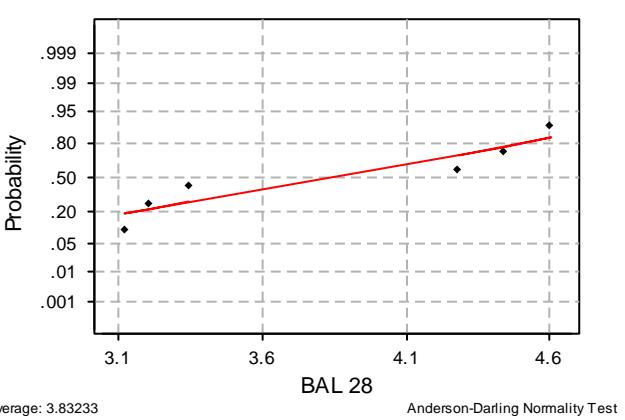
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot

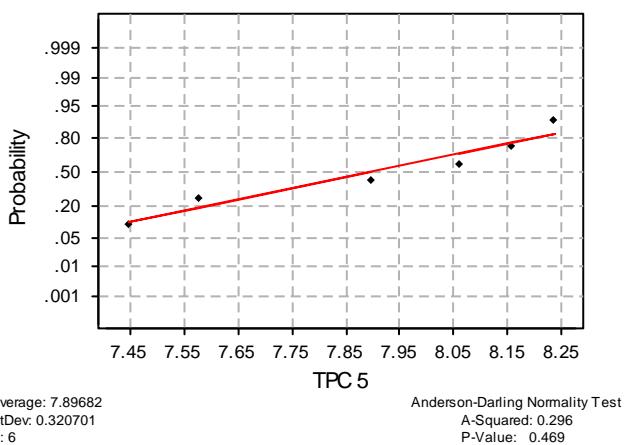


Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

64
57

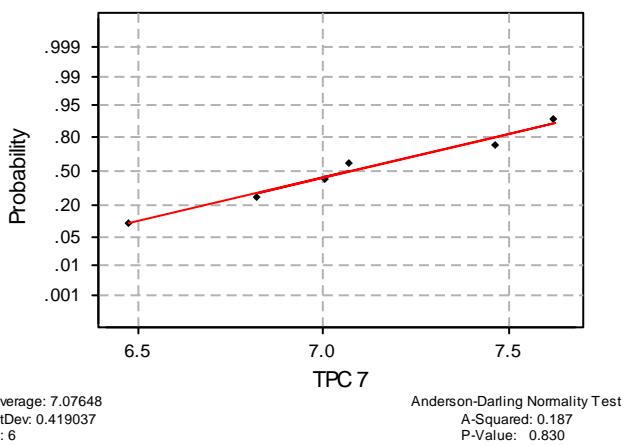
➤ TPC

Normal Probability Plot



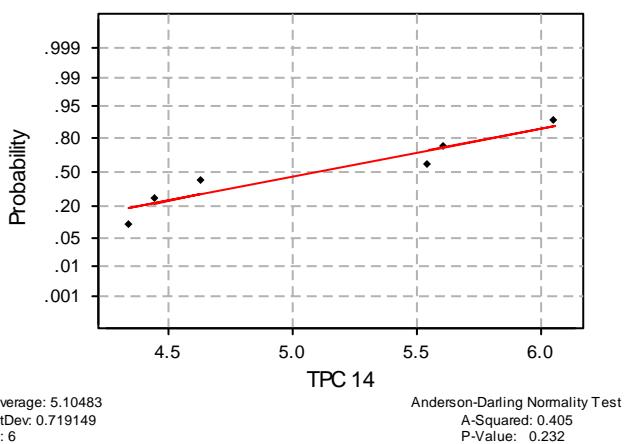
Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot

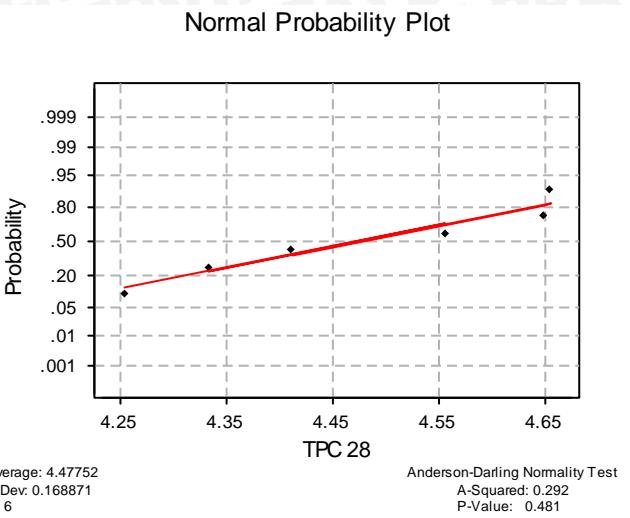


Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

Normal Probability Plot



Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

65
57

Kesimpulan : karena p-value > 0,05 maka data menyebar dengan normal

66

57

Two-Sample T-Test and CI: Perlakuan**➤ pH**

Two-sample T for pH Hari ke 5

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	5.2233	0.0115	0.0067
2	3	5.1033	0.0153	0.0088

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.1200

95% CI for difference: (0.0848, 0.1552)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 10.85 P-Value = 0.002 DF = 3

Two-sample T for pH Hari ke 7

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	5.2100	0.0529	0.031
2	3	5.1833	0.0404	0.023

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.0267

95% CI for difference: (-0.0957, 0.1490)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.69 P-Value = 0.538 DF = 3

Two-sample T for pH Hari ke 14

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	5.1433	0.0153	0.0088
2	3	5.060	0.193	0.11

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.083

95% CI for difference: (-0.397, 0.564)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.75 P-Value = 0.533 DF = 2

Two-sample T for pH Hari ke 28

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	5.3800	0.0436	0.025
2	3	5.1733	0.0306	0.018

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.2067

95% CI for difference: (0.1089, 0.3045)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 6.72 P-Value = 0.007 DF = 3



67

57

➤ Aw

Two-sample T for Aw Hari ke 5

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	0.6950	0.0173	0.010
2	3	0.6880	0.0527	0.030

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.0070

95% CI for difference: (-0.1309, 0.1449)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.22 P-Value = 0.847 DF = 2

Two-sample T for Aw Hari Ke7

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	0.75100	0.00500	0.0029
2	3	0.6840	0.0219	0.013

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.0670

95% CI for difference: (0.0111, 0.1229)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 5.16 P-Value = 0.036 DF = 2

Two-sample T for Aw Hari ke14

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	0.7197	0.0150	0.0086
2	3	0.6850	0.0212	0.012

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.0347

95% CI for difference: (-0.0130, 0.0823)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.32 P-Value = 0.103 DF = 3

Two-sample T for Aw Hari ke28

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	0.7200	0.0721	0.042
2	3	0.6943	0.0389	0.022

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.0257

95% CI for difference: (-0.1249, 0.1762)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.54 P-Value = 0.625 DF = 3

68
57

➤ E.Coli

Two-sample T for E.coli 5

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	4.144	0.193	0.11
2	3	4.098	0.146	0.084

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.046

95% CI for difference: (-0.399, 0.491)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.33 P-Value = 0.763 DF = 3

Two-sample T for E.coli 7

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	3.857	0.181	0.10
2	3	2.6477	0.0884	0.051

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 1.209

95% CI for difference: (0.708, 1.710)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 10.39 P-Value = 0.009 DF = 2

Two-sample T for E.coli 14

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	2.012	0.112	0.065



69

57

➤ **BAL**

Two-sample T for BAL 5

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	3.486	0.188	0.11
2	3	3.990	0.188	0.11

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: -0.504

95% CI for difference: (-0.992, -0.015)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -3.28 P-Value = 0.046 DF = 3

Two-sample T for BAL 7

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	3.356	0.101	0.059
2	3	4.134	0.185	0.11

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: -0.778

95% CI for difference: (-1.166, -0.391)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -6.39 P-Value = 0.008 DF = 3

Two-sample T for BAL 14

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	3.237	0.122	0.070
2	3	4.263	0.201	0.12

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: -1.026

95% CI for difference: (-1.458, -0.593)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -7.54 P-Value = 0.005 DF = 3

Two-sample T for BAL 28

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	3.222	0.111	0.064
2	3	4.443	0.161	0.093

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: -1.221

95% CI for difference: (-1.580, -0.862)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -10.81 P-Value = 0.002 DF = 3



70

57

➤ TPC

Two-sample T for TPC 5

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	7.641	0.231	0.13
2	3	8.1524	0.0881	0.051

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: -0.511

95% CI for difference: (-1.126, 0.103)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -3.58 P-Value = 0.070 DF = 2

Two-sample T for TPC 7

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	7.364	0.321	0.19
2	3	6.789	0.297	0.17

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.575

95% CI for difference: (-0.229, 1.378)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.28 P-Value = 0.107 DF = 3

Two-sample T for TPC 14

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	5.736	0.277	0.16
2	3	4.474	0.146	0.085

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 1.262

95% CI for difference: (0.685, 1.839)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 6.97 P-Value = 0.006 DF = 3

Two-sample T for TPC 28

Perlakua	N	Mean	StDev	SE Mean
1	3	4.573	0.139	0.080
2	3	4.382	0.157	0.091

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.191

95% CI for difference: (-0.194, 0.576)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.58 P-Value = 0.213 DF = 3

