

FITP6  
2000  
0107

## SKRIPSI

# IDENTIFIKASI DAN KAJIAN KEAMANAN MIKROBIOLOGI PRODUK-PRODUK MINUMAN SARI JAHE YANG BEREDAR DI SEKITAR KOTA BOGOR

Oleh

DIANA HAPSARI

F02496029



2000

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR



“Dan seandainya pokok-pokok di hutan menjadi tua dan lau menjadi remis  
lalu diambilkan syuh lau lagi sesudah kerangnya  
maka suara nadia habis dituliskan kalimat Al-Habib

*Qesimyyah Al-Habib Ma'had Tarkas ihsi' Al-Habib Basyirah*  
(QQS Luponan 27).

*Kupersenalkan karya kecil ini untuk yang terdekat di sini:*

*Ibu (alm.) Papak, Mbak Endang, Mas Wahyu, Mbak Ibu,*

*Mas Fibri, Mbak Suci, Mas Heru, Rani*

*dan asa tercinta, Agung*

DIANA HAPSARI. F02496029. Identifikasi dan Kajian Keamanan Mikrobiologi Produk-produk Minuman Sari Jahe yang Beredar di Sekitar Kota Bogor. Di bawah bimbingan Dr. Ir. Ratih Dewanti-Hariyadi, MSc.

## RINGKASAN

Minuman sari jahe yang kini banyak dijumpai di pasaran sudah sejak dulu dikonsumsi masyarakat karena dipercaya mempunyai khasiat khusus bagi kesehatan dan kebugaran tubuh. Seperti makanan tradisional lainnya, minuman tradisional yang diproduksi dengan cara kurang higienis memiliki resiko cemaran mikrobiologi yang tinggi. Meskipun penggunaan pestisida dan *food additive* serta adanya kontaminasi zat kimia dari lingkungan banyak menyebabkan bahaya bagi keamanan dan kesehatan konsumen, tetapi menurut FAO (1979) yang dikutip oleh Winarno (1997) sebagian besar keracunan makanan dan penyakit yang ada kaitannya dengan konsumsi pangan terjadi karena mikroba serta toksin yang diproduksinya. Lebih dari 80% keracunan makanan disebabkan oleh kontaminasi bakteri patogen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi keamanan mikrobiologi produk-produk minuman sari jahe hasil olahan pabrik yang beredar di sekitar kota Bogor. Hasil analisis mikrobiologi juga dihubungkan dengan komposisi produk, kode pendaftaran dari Departemen Kesehatan, jenis kemasan serta tanggal kadaluarsa, dan kondisi tempat penjualan yang berbeda

Identifikasi dilakukan dengan melakukan survei terhadap dua belas jenis produk minuman sari jahe yang dijumpai di pasaran. Identifikasi produk meliputi nama produk, produsen, komposisi, klaim, tanggal kadaluarsa, kode pendaftaran dari Departemen Kesehatan, bentuk produk, serta jenis kemasan. Uji mikrobiologi sampel dilakukan terhadap total mikroba, kapang-kamir untuk produk bubuk atau bakteri pembentuk spora untuk produk cair, *Staphylococcus*, serta analisis kualitatif terhadap *Escherichia coli* dan *Salmonella-Shigella*. Masing-masing sampel diambil dari dua



tempat yang berbeda untuk mengetahui pengaruh tanggal kadaluarsa dan kondisi tempat penjualan yang berbeda terhadap jumlah mikroba yang tumbuh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel minuman sari jahe diproduksi oleh industri besar maupun kecil dari daerah Jawa Tengah dan Jabotabek, dengan kode pendaftaran dari Departemen Kesehatan mulai dari SP (Sertifikat Penyalahan), TR (Obat Tradisional), dan MD (Makanan Dalam Negeri). Sebagian besar produsen mencantumkan klaim bahwa produknya dapat menghangatkan badan, menambah nafsu makan, dan menyembuhkan rematik. Komposisi utama produk terdiri dari jahe dan gula, tetapi beberapa produk menggunakan bahan tambahan lain seperti kopi, ramuan serbat, susu, telur, madu, jahe, dan ginseng. Dari dua belas jenis sampel yang diidentifikasi, sebelas jenis berbentuk bubuk instan yang dikemas dalam bentuk *sachet* maupun plastik dan satu jenis berbentuk cair yang dikemas dalam botol kaca berwarna gelap. Tanggal kadaluarsa, kode pendaftaran, jenis kemasan, dan kondisi tempat penjualan produk tidak berpengaruh terhadap mutu mikrobiologi. Hasil analisa mikrobiologi menunjukkan bahwa kandungan total mikroba pada minuman sari jahe dengan bahan baku jahe dan gula relatif lebih rendah ( $0 - 3,1913 \log \text{CFU/g}$ ) dibandingkan dengan minuman sari jahe yang ditambah dengan bahan-bahan lain. Kandungan total mikroba tertinggi terdapat pada sampel berbentuk cair yaitu sebesar  $4,8999 \log \text{CFU/ml}$ . Kandungan kapang, kamir, dan bakteri pembentuk spora pada produk sangat rendah ( $< 2 \log \text{CFU/g}$ ). Sampel dengan kode B, D, dan H mengandung *Staphylococcus*. Seluruh sampel yang diuji tidak mengandung *E. coli*. Dari dua belas jenis sampel yang diuji, dua jenis sampel yang menggunakan inggridien tambahan susu, telur, madu, ginseng dan kopi mengandung *Salmonella paratyphi A*. Sebanyak empat jenis produk dari dua belas jenis yang dianalisa tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia dan persyaratan Dirjen POM untuk kandungan mikroba pada minuman tradisional. Adanya zat antimikroba pada jahe, nilai  $a_w$  dan pH produk mungkin menghambat pertumbuhan *E. coli*, seperti dibuktikan pada uji tantangan (*challenge test*) dimana *E. coli* yang diinokulasikan pada salah satu produk tidak bertahan/tumbuh setelah 24 jam.

# IDENTIFIKASI DAN KAJIAN KEAMANAN MIKROBIOLOGI PRODUK-PRODUK MINUMAN SARI JAHE YANG BEREDAR DI SEKITAR KOTA BOGOR

Oleks

DIANA HAPSARI

F02496029

## SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

## SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

## Pada Jurusan Teknologi Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

2000

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR**



INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

**IDENTIFIKASI DAN KAJIAN KEAMANAN MIKROBIOLOGI  
PRODUK-PRODUK MINUMAN SARI JAHÉ YANG BEREDAR  
DI SEKITAR KOTA BOGOR**

Oleh

DIANA HAPSARI

F02496029

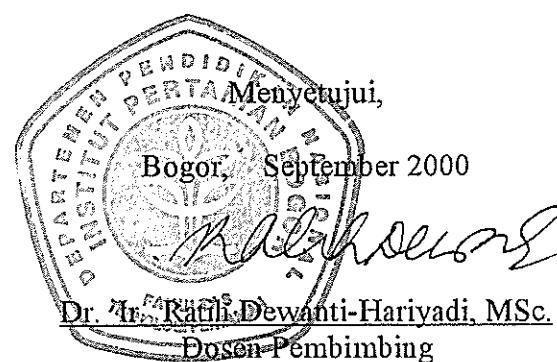
**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada Jurusan Teknologi Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

Dilahirkan pada tanggal 1 Februari 1978 di Muntilan

Tanggal lulus : September 2000





## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah Penulis haturkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi dengan baik. Skripsi ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Ucapan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya Penulis sampaikan kepada :

1. Ibuku tercinta (alm.), Bapak, Mbak Endang, Mas Wahyu-Mbak Ita, Mas Fibri-Mbak Sum, Mas Heru, dan Rani atas doa, semangat, dan dukungan yang telah diberikan.
2. Dr. Ir. Ratih Dewanti-Hariyadi, MSc. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu, membimbing, serta memberikan pengarahan selama penelitian dan penulisan skripsi dengan penuh kesabaran.
3. Dr. Ir. Winiati Pudji Rahayu, MSc. dan Dr. Ir. Yadi Haryadi, MSc. yang telah bersedia menjadi dosen penguji, atas saran dan masukannya selama ujian sidang.
4. M. Agung Kurniawan atas segala doa, asa, ketulusan, dan kasih sayang, semoga 'kan abadi.....
5. Nedya atas suka dukanya selama penelitian, penderitaan menjelang sidang dan wisuda....'ma kasih ya, Ne'.....
6. Udin dan Mirna yang menjadi teman sebimbingan dan diskusi, atas kerja samanya selama penelitian.
7. Mas Fajar Pramono yang menjadi tempat bertanya, atas bantuan, masukan, dan segala kebaikan.
8. Mas Adi yang ngetik terus, atas bantuan dan kebaikannya.
9. Mbak Ary atas ilmu dan kesabarannya, Pak Taufik, Pak Ryzal, Bu Iin, Mbak Resty, Mas Nawi, Mas Ical, Mbak Nani, dan Bi Omah. Juga Iswahanik, Enung, Rahma, Singgih, Yusnizar, Sumi, Echa, Mas Iwan, Mbak Novi, dan seluruh kru lab. Kimia PAU.



10. Sahabat-sahabatku: Yane, Vera, Imel, Pipi, dan teman-teman di Wismo Ayu.
11. Mas Eko, Mas Asep, Mas Ikra, dan Agus (Palem *crew*) atas bantuannya.
12. Teman-teman TPG'33.
13. Semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan bagi ilmu dan pengetahuan, khususnya di bidang Mikrobiologi Pangan.

Bogor, September 2000

**Penulis**



## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii
I. PENDAHULUAN .....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
A. JAHE ( <i>Zingiber officinale</i> , Roscoe) .....	4
1. Botani .....	4
2. Komposisi kimia .....	5
3. Sifat antimikroba .....	7
4. Produk-produk dari rimpang jahe .....	8
5. Minuman sari jahe sebagai minuman fungsional tradisional .....	10
B. KARAKTERISTIK BEBERAPA MIKROBA DALAM REMPAH-REMPAH .....	14
1. Kapang .....	14
2. Kamir .....	15
3. Bakteri pembentuk spora .....	17
4. <i>Staphylococcus</i> .....	18
5. <i>E. coli</i> .....	20
6. <i>Salmonella</i> .....	21
7. <i>Shigella</i> .....	22
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	25
A. BAHAN .....	25
B. ALAT .....	25
C. METODE PENELITIAN .....	26
1. Identifikasi produk .....	26



2. Evaluasi keamanan mikrobiologi produk minuman sari jahe.....	26
a. Mutu mikrobiologi produk .....	26
b. <i>Challenge test</i> .....	29
3. Analisis hubungan antara identifikasi produk dengan hasil uji mikrobiologi .....	30
4. Analisis pendukung.....	31
a. Pengukuran pH.....	31
b. Pengukuran $a_w$ .....	31
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
A. IDENTIFIKASI PRODUK .....	32
B. MUTU MIKROBIOLOGI MINUMAN SARI JAHE .....	36
C. NILAI $a_w$ DAN pH.....	44
D. <i>CHALLENGE TEST</i> .....	48
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>51</b>
A. KESIMPULAN .....	51
B. SARAN .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>59</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1. Komposisi kimia jahe segar dan jahe kering .....	5
2. Hasil identifikasi produk-produk minuman sari jahe .....	33
3. Mutu mikrobiologi produk-produk minuman sari jahe dari tempat I	37
4. Mutu mikrobiologi produk-produk minuman sari jahe dari tempat II	37
5. Uji kualitatif <i>E. coli</i> dan <i>Salmonella-Shigella</i> pada produk minuman sari jahe tempat I .....	41
6. Uji kualitatif <i>E. coli</i> dan <i>Salmonella-Shigella</i> pada produk minuman sari jahe tempat II .....	42
7. Reaksi spesifik bakteri enteropatogenik dari sampel B dan H (tempat I) pada TSIA dan SIM .....	42
8. Reaksi spesifik bakteri enteropatogenik dari sampel B dan H (tempat II) pada TSIA dan SIM .....	43
9. Hasil pengukuran pH sampel .....	45
10. Batas $a_w$ minimal untuk pertumbuhan mikroba .....	46
11. Hasil pengukuran $a_w$ sampel .....	47
12. <i>Challenge test</i> produk minuman sari jahe <i>Pure Ginger WAA</i> dengan mikroba uji <i>E. coli</i> .....	48

**DAFTAR GAMBAR**

Halaman

Gambar 1. Penampang melintang rimpang jahe.....	7
2. Produk-produk minuman sari jahe yang beredar di Bogor .....	32



## DAFTAR LAMPIRAN

### Halaman

- |   |    |
|---|----|
| Lampiran 1. Hasil perhitungan jumlah koloni TPC, kapang-kamir, spora bakteri, <i>Staphylococcus</i> produk minuman sari jahe tempat I | 59 |
| 2. Hasil perhitungan jumlah koloni TPC, kapang-kamir, spora bakteri, <i>Staphylococcus</i> produk minuman sari jahe tempat II         | 60 |
| 3. Reaksi spesifik bakteri enteropatogenik pada TSIA dan SIM ...  | 61 |



## I. PENDAHULUAN

Masalah gizi dan beberapa penyakit degeneratif yang banyak ditemukan dalam dekade terakhir ini mendorong kesadaran masyarakat akan upaya yang ditujukan untuk hidup sehat. Menjamurnya pusat kebugaran di perkotaan, berbagai jenis minuman kesehatan, pil, dan kapsul penambah gizi/ peningkat vitalitas dijual di mana-mana adalah contoh-contoh upaya menuju hidup sehat tersebut. Kondisi ini dimanfaatkan dengan baik oleh industri pangan untuk menghasilkan produk pangan yang mempunyai nilai tambah berupa khasiat bagi kesehatan/ kebugaran tubuh. Disamping itu, kesibukan setiap individu di perkotaan yang semakin meningkat telah merangsang industri pangan untuk menghasilkan produk pangan yang lebih praktis untuk dikonsumsi. Atas dasar itulah, dewasa ini berkembang dengan pesat produk-produk minuman fungsional yang dirancang praktis serta diformulasi sehingga mengandung komponen-komponen yang dianggap berkhasiat bagi kesehatan.

Kecenderungan meningkatnya penggunaan obat tradisional untuk kesehatan tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga di negara-negara lain. Di negara-negara maju dewasa ini masyarakat menunjukkan indikasi lebih menyukai obat alam (terutama yang berasal dari tumbuhan) daripada obat sintetik. Kecenderungan ini menyebar ke berbagai negara di dunia, sehingga telah timbul suatu gaya hidup baru, yang dikenal dengan slogan *back to nature*.

Sudah sejak lama rempah-rempah digunakan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan beberapa jenis penyakit. Indonesia memiliki sejarah yang kaya dan panjang mengenai penggunaan obat tradisional yang dikenal dengan jamu. Menurut Winarno (1997), beberapa jenis jamu yang dibuat dari berbagai ramuan baik dari dedaunan, rumput-rumputan, umbi-umbian, kulit kayu serta bahan baku lainnya merupakan obat mujarab untuk segala jenis penyakit. Berdasarkan pengamatan terhadap jamu yang beredar di pasar, rempah-rempah yang digunakan dalam ramuan jamu kebanyakan berasal dari tanaman suku *Zingiberaceae*, seperti kunyit (*Curcuma domestica* Val.), temulawak (*Curcuma xanthorizza* Roxb.), jahe (*Zingiber officinale*



Roscoe), kencur (*Kaemferia galanga* L.), lempuyang (*Zingiber aromaticum*), dan lengkuas (*Alpinia galanga* Stuntz) (Subarnas dan Sidik, 1997).

Jahe merupakan salah satu tanaman rempah-rempah yang dikenal oleh masyarakat Indonesia karena manfaatnya sebagai bumbu dapur, obat-obatan, dan bahan untuk industri minuman. Jahe telah diyakini mempunyai khasiat sebagai obat masuk angin, influensa, batuk, rematik, dan diare. Jahe juga digunakan untuk menghangatkan badan, menambah nafsu makan, memperkuat lambung serta memperbaiki pencernaan. Sifat lain yang dimiliki oleh komponen bioaktif jahe adalah antioksidan yang dapat menetralisir reaktifitas dari *Reactive Oxygen Species*.

Secara tradisional, jahe biasa digunakan untuk membuat minuman bandrek atau sekoteng. Karena khasiatnya yang banyak dan telah lama dikenal masyarakat sebagai bahan untuk minuman, dewasa ini berkembang dengan pesat produk-produk minuman sari jahe yang diproduksi oleh industri kecil maupun industri besar.

Di era globalisasi dimana makanan luar negeri mulai menyerbu pasar makanan domestik, mutu dan keamanan minuman fungsional tradisional perlu mendapat perhatian khusus untuk ditingkatkan. Minuman tradisional yang diproduksi dengan cara kurang higienis menyebabkan cemaran mikrobiologi cukup tinggi, sehingga mempunyai nilai jual yang lebih rendah dibandingkan dengan minuman lainnya.

FAO (1979) yang dikutip oleh Winarno (1997) menyatakan bahwa sebagian besar keracunan makanan dan penyakit yang ada kaitannya dengan konsumsi pangan terjadi karena mikroba serta toksin yang diproduksinya, meskipun penggunaan pestisida dan bahan tambahan pangan serta adanya kontaminasi zat kimia dari lingkungan banyak menyebabkan bahaya bagi keamanan dan kesehatan konsumen. Lebih dari 80% keracunan makanan disebabkan oleh kontaminasi bakteri patogen. Beberapa faktor yang menyebabkan cemaran mikroba pada minuman tradisional diantaranya adalah penggunaan bahan mentah yang tercemar atau tidak segar, peralatan, proses pengolahan yang tidak sempurna, pekerja yang tidak higienis atau menderita infeksi, umur simpan produk yang sudah melebihi batas, dll.



Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi keamanan mikrobiologi produk-produk minuman sari jahe yang beredar di sekitar kota Bogor.

Hasil Cipta Diketahui Universitas Bogor

1. Diketahui bahwa sari jahe merupakan minuman yang

4. Pengambilan sampel untuk klasifikasi pada tahap analisis, penulisan laporan dan dilanjutkan

b. Pengambilan sampel dengan menggunakan saringan yang bersifat

3. Diketahui menggunakan analisis referensi dengan hasil sejauh ini belum



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. JAHE (*Zingiber officinale*, Roscoe)

#### 1. Botani

Jahe merupakan salah satu rempah-rempah penting yang diperoleh dari rimpang tanaman jahe. Menurut klasifikasinya tanaman jahe tergolong pada divisi *Spermatophyta*, kelas *Angiospermae*, sub kelas *Monocotylodoneae*, ordo *Zingiberales*, famili *Zingiberaceae*, genus *Zingiber*, dan spesies *Officinale* (Purseglove et al., 1981). Tanaman jahe terdiri akar, batang, daun, dan bunga. Jahe merupakan tanaman rumput-rumputan yang hidup merumpun, berbatang semu, tegak atau condong dengan ketinggian antara 30 sampai 100 cm (Purseglove et al., 1981). Seluruh batangnya tertutup oleh kelopak daun dan melingkari batang, bunganya berbentuk mayang berwarna kuning kehijauan dengan bibir bunga berwarna ungu (Hill, 1952).

Tanaman jahe umumnya tumbuh baik pada curah hujan 2500-4000 mm per tahun, pada suhu sekitar 25-35°C dengan kelembaban sedang sampai tinggi. Jahe dapat tumbuh di daerah tropis dan sub tropis dengan ketinggian 0-2000 m di atas permukaan laut (dpl), tetapi pada umumnya ditanam pada ketinggian 200-600 m (dpl) (Koswara, 1995).

Jahe dapat mulai dipanen pada saat batangnya berubah warna dari hijau menjadi kuning dan kering (umur 9-10 bulan) atau sampai warnanya agak coklat (umur 12 bulan). Untuk pembuatan manisan dan keperluan bumbu dapur, pemanenan dapat dilakukan pada waktu tanaman masih muda, yaitu umur 4-7 bulan (Koswara, 1995).



## 2. Komposisi Kimia

Komposisi rimpang jahe menentukan tinggi rendahnya nilai aroma dan rasa pedas jahe. Banyak hal yang mempengaruhi komposisi kimia rimpang jahe, diantaranya adalah jenis jahe, tanah tempat tumbuhnya, umur panen, penanganan dan pemeliharaan tanaman, perlakuan pra panen, pemanenan, dan penanganan pasca panen. Komposisi kimia jahe segar dan jahe kering disajikan pada Tabel 1. Secara garis besar, rimpang jahe mengandung minyak atsiri (0,25-3,30%), oleoresin, lipida (6,00-8,00%), protein (9,00%), karbohidrat (>50,00%), serta beberapa vitamin dan mineral (Rismunandar, 1988).

Tabel 1. Komposisi kimia jahe segar per 100 gram (bb) dan jahe kering per 100 gram (bk)

Komponen	Jumlah	
	Jahe segar	Jahe kering
Energi (KJ)	184,0	1424,0
Protein (g)	1,5	9,1
Lemak (g)	1,0	6,0
Karbohidrat (g)	10,1	70,8
Kalsium (mg)	21	116
Phosphor (mg)	39	148
Besi (mg)	4,3	12
Vitamin A (SI)	30	147
Thiamin (mg)	0,02	-
Niasin (mg)	0,8	5
Vitamin C (mg)	4	-
Serat kasar (g)	7,53	5,9
Total abu (g)	3,70	4,8
Magnesium (g)	-	184
Natrium (mg)	6,0	32
Kalium (mg)	57,0	1342
Seng (mg)	-	5

Sumber: Depkes RI (1979); Farrel (1985); Watt dan Annabel (1975) yang dikutip oleh Koswara (1995)

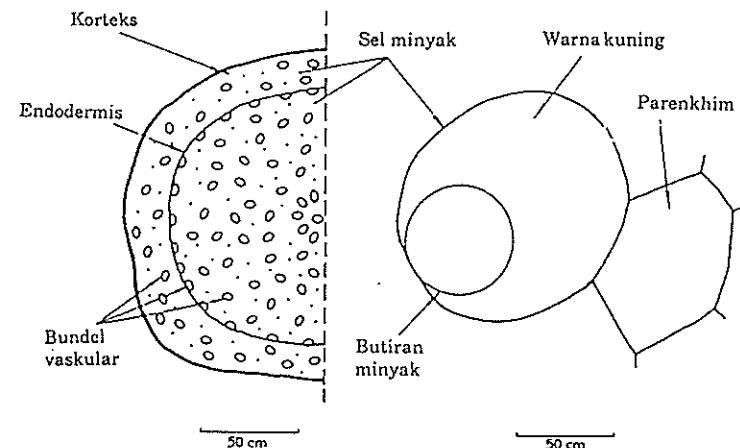


Paimin dan Muhamanto (1991) dan Koswara (1995) menyatakan bahwa sifat khas yang dimiliki jahe berasal dari kandungan kimia winya, terutama minyak atsiri dan oleoresin. Aroma harum berasal dari minyak atsiri, sedangkan rasa pedas dan pahit lebih disebabkan oleh oleoresin.

Menurut Purseglove et al., (1981) dan Koswara (1995), minyak atsiri jahe terdiri atas komponen-komponen volatil, yaitu seskuiterpen dan monoterpen. Seskuiterpen terdiri dari seskuiterpen hidrokarbon dan seskuiterpen alkohol. Seskuiterpen hidrokarbon terdiri dari  $\alpha$ -zingiberen,  $\beta$ -zingiberen, kurkumen,  $\beta$ -bisabolen,  $\beta$ -elemen,  $\beta$ -parmesen,  $\beta$ -seskuiphelandren,  $\delta$ -salinen, dan seskuitujen. Seskuiterpen alkohol terdiri dari zingiberol (*cis*- $\beta$ -endesmol dan *trans*- $\beta$ -endesmol), nerediol, *cis*- $\beta$ -seskuiphelandrol, *trans*- $\beta$ -seskuiphelandrol, *cis*-sabinen, dan zingiberenol. Monoterpen hidrokarbon pada minyak jahe terdiri dari d-camphen, 4-3-karen, p-simen, kurkumen, d-limonen, mirsen, d-beta phelandren, alfa pinen, beta pinen, dan sabinen. Sedangkan monoterpen teroksidasi pada jahe terdiri dari d-borneol, bornil asetat, 1,8-sineol, sitral, sistroneol asetat, gereniol, dan linalool.

Oleoresin (5,40-14,30%) merupakan gambaran utuh kandungan jahe, yaitu minyak atsiri (komponen volatil) dan *fixed oil* (komponen non volatil yang memberi rasa pedas jahe) yang terdiri dari gingerol, resin, dan shagaol serta zingeron. Minyak atsiri dan oleoresin terdapat dalam sel-sel minyak pada jaringan korteks dekat permukaan kulit, seperti terlihat pada Gambar 1.

/ Dalam proses pengolahan dan penyimpanan terjadi perubahan baik aroma maupun rasa pedas jahe. Perubahan rasa pedas atau berkurangnya rasa pedas jahe disebabkan oleh transpor senyawa gingerol menjadi shagaol atau zingeron (Purseglove et al., 1981).



Gambar 1. Penampang melintang rimpang jahe (*Tropical Product Institute*, 1973)

### 3. Sifat Antimikroba

Beberapa komponen bioaktif jahe telah dilaporkan memiliki sifat antimikroba. Senyawa-senyawa yang dianggap memiliki sifat antimikroba adalah zingeron dan gingerol yang terdapat dalam oleoresin jahe, selain itu juga alfa-pinol, 1-8 sineol, limonen, alfa felandren, p-simen, dan linalool yang terdapat dalam minyak atsiri jahe.

Penambahan bubuk jahe pada konsentrasi 1 dan 5% akan menghambat pertumbuhan kapang *Aspergillus flavus*, sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi (10%) bubuk jahe akan menstimulasi pertumbuhan kapang tersebut. Penambahan bubuk jahe 1, 5 dan 10% cukup efektif dalam menghambat produksi aflatoksin (Siliker et al., 1980; Thomas, 1984 dalam Undriyani, 1987). Undriyani (1987) melaporkan bahwa pada



*sp.*, bahkan pada konsentrasi 0,25% bubuk jahe sudah bersifat fungisidal terhadap *Aspergillus niger*.

Kamir *S. cerevisiae* dan *Shizosaccharomyces pombe* mengalami perpanjangan fase persiapan pertumbuhan pada konsentrasi bubuk jahe 1,0-5,0% setelah waktu kontak satu hari (Undriyani, 1987).

Bubuk jahe sebesar 2% bersifat bakterisidal terhadap pertumbuhan bakteri Gram positif *M. varians*, *Leuconostoc sp.*, dan *Bacillus subtilis*, sedangkan terhadap bakteri Gram negatif *Pseudomonas sp.* dan *Enterobacter aerogenes*, bubuk jahe hanya bersifat bakteristatik. Konsentrasi yang tinggi dan semakin lamanya waktu kontak akan menghasilkan penghambatan yang semakin tinggi (Undriyani, 1987). Zingeron dan gingerol yang merupakan senyawa turunan fenol dan ketofenol mempunyai aktivitas sporostatik terhadap bakteri pembentuk spora *Bacillus subtilis* pada konsentrasi 0,0, 0,9 dan 1% (Nienaber et al., 1997).

Menurut Lianni (1991), sari jahe mempunyai aktivitas bakteristatik terhadap *E. coli*, *Salmonella thompson*, dan *V. cholerae*. *V.cholerae* adalah yang paling mudah dihambat pertumbuhannya, sedangkan *E. coli* adalah bakteri yang paling tahan dimana sari jahe dengan konsentrasi 80,0% hanya mampu menghambat pertumbuhan bakteri ini sebesar 46,8% setelah waktu kontak 72 jam.

Apabila dibandingkan dengan zat pengawet kimia, bubuk dan minyak atsiri jahe tidak dapat mengawetkan makanan yang terkontaminasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* (Corran dan Edgar, 1933 dalam Pruthi, 1979). Jahe dan biji pala mulai menghambat pertumbuhan beberapa spesies bakteri pada konsentrasi 5%, sedangkan kayu manis dan cengkeh sudah menghambat pada konsentrasi yang lebih kecil dari 1%. Dari hasil penelitian tersebut, Fabian et al. (1939) dalam Pruthi (1979) menyimpulkan bahwa daya hambat mikroba bervariasi dan tergantung pada daya tahan mikroba yang



berlainan terhadap rempah-rempah yang sama, tergantung pula pada daya tahan mikroba yang sama terhadap rempah-rempah yang berbeda.

#### 4. Produk-produk dari Rimpang Jahe

Di Indonesia dikenal tiga produk utama jahe, yaitu: jahe segar, awetan jahe dengan gula, dan jahe kering. Jahe segar dikonsumsi sebagai rempah untuk bumbu, bahan pembuatan jamu, rimpang jahe muda dimakan sebagai lalap, acar, dan asinan jahe. Karena dapat memberi efek menghangatkan badan, jahe digunakan sebagai bahan dalam pembuatan minuman seperti bandrek, sekoteng, dan sirop jahe (Koswara, 1995).

Awetan jahe merupakan salah satu produk olahan jahe yang banyak diperdagangkan secara internasional. Ada dua jenis awetan jahe yang terdapat di pasaran, yaitu awetan jahe dalam sirop jahe dan manisan jahe.

Jahe kering dibuat melalui proses pencucian, penghilangan akar dan bagian-bagian bukan rhizoma, pemotongan rhizoma, dan pengeringan. Jahe kering digunakan untuk rempah-rempah dan diekstrak minyak atsiri serta oleoresinnya (TPI, 1979).

Jahe dalam bentuk tepung atau bubuk dibuat dengan cara menggiling jahe kering dengan menggunakan alat penggiling *hammer mill*. Untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam digunakan ayakan berukuran 0,3 mm. Bubuk jahe biasanya digunakan sebagai penyedap makanan, untuk keperluan obat/ farmasi, pembuatan minuman, bahan baku oleoresin dan minyak jahe, dan lain-lain. Untuk keperluan obat/ farmasi, makanan dan minuman, jahe digunakan dalam bentuk bubuk yang dikuliti sempurna dan tidak mengalami pemutihan dengan air kapur. Bubuk jahe dibuat dari jahe kering yang digiling dengan ukuran 50-80 mesh. Sedangkan jahe bubuk yang digunakan untuk makanan dan proses penyulingan dalam pembuatan bir, brendi, dan anggur jahe bahan bakunya adalah jahe kering



yang dikuliti sempurna atau setengah dikuliti (Koswara, 1995). Dalam bentuk tepung atau oleoresinnya, jahe digunakan sebagai bahan pemberi aroma dalam industri makanan, antara lain dalam pembuatan permen, biskuit, dan berbagai macam kue (Sugani, 1981).

Jahe instan dibuat dari sari jahe yang dicampur dengan bahan pengisi yang larut air seperti dekstrin dan gum (gum Arab, gum akasia, gum xanthan, dll), kemudian dikeringkan dengan pengering semprot (*spray dryer*). Keunggulan jahe instan adalah kelarutannya yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk membuat minuman secara cepat dan praktis, baik sendiri maupun dicampur dengan bahan lain (misalnya teh instan, kopi instan atau susu instan).

Produk-produk lain yang dapat dibuat dari jahe antara lain *ginger ale*, *ginger beer* bahkan dibuat menjadi *ginger cocktail* yaitu minuman sari jahe dengan sari buah jeruk. *Ginger beer* dan *ginger ale* merupakan produk minuman hasil fermentasi sebagai bahan pemberi aroma (Sugani, 1981).

## 5. Minuman Sari Jahe Sebagai Minuman Fungsional Tradisional

Makanan/ minuman tradisional adalah makanan atau minuman, termasuk makanan jajanan serta bahan campuran atau *ingredients* yang digunakan secara tradisional dan telah lama berkembang secara spesifik di daerah atau masyarakat Indonesia. Biasanya makanan/ minuman tradisional diolah dari resep yang sudah dikenal masyarakat setempat dengan bahan-bahan yang diperoleh dari sumber lokal dan memiliki citarasa yang relatif sesuai dengan selera masyarakat setempat. Disadari atau tidak banyak makanan/ minuman tradisional yang berkhasiat bagi kesehatan. Dilihat dari sifatnya yaitu mempunyai karakteristik sensori, bergizi, dan mempunyai sifat fisiologis berkhasiat bagi kesehatan, maka seharusnya banyak makanan/



minuman tradisional yang dapat dikategorikan sebagai makanan/ minuman fungsional (Fardiaz, 1997).

Makanan fungsional atau *foods for specified health use* didefinisikan sebagai makanan yang berdasarkan pengetahuan tentang hubungan antara makanan atau komponen makanan dengan kesehatan, diharapkan mempunyai manfaat kesehatan tertentu (Broek, 1993). Karena merupakan makanan, maka makanan fungsional harus mempunyai karakteristik sebagai makanan yaitu memberikan karakteristik sensori, baik warna, tekstur, dan cita rasanya, serta mengandung zat gizi disamping mempunyai fungsi fisiologis bagi tubuh. Fungsi-fungsi fisiologis yang diberikan oleh makanan fungsional antara lain adalah mengatur daya tahan tubuh, mengatur ritmik kondisi fisik, mencegah penuaan, dan mencegah penyakit yang berkaitan dengan makanan. Dengan demikian, meskipun mengandung senyawa yang berkhasiat bagi kesehatan, makanan fungsional tidak berupa kapsul, tablet atau bubuk yang berasal dari senyawa alami. Oleh karena itu, makanan fungsional seharusnya dikonsumsi sebagaimana layaknya makanan sehari-hari yang dapat berupa makanan atau minuman (Fardiaz, 1997).

Sudah sejak lama jahe digunakan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan beberapa jenis penyakit. Hal ini didukung dengan adanya suatu senyawa dalam rimpang jahe yang berkhasiat sebagai obat. Jamu adalah contoh obat tradisional yang banyak menggunakan rempah-rempah dalam ramuannya. Minuman sari jahe merupakan salah satu minuman asal jamu yang telah dikembangkan sebagai minuman fungsional tradisional.

Pada percobaan dengan hewan, terbukti bahwa ekstrak jahe merupakan stimulan bagi pernafasan dan jantung. Ekstrak jahe juga dapat menyembuhkan sakit rematik, desentri bakteri yang akut, penyakit malaria, radang, influensa, batuk, dan pendarahan. Disamping itu juga dapat merangsang nafsu makan, memperlancar pencernaan dan mengurangi asam perut karena adanya zat antioksidan yang merangsang selaput lendir dan usus



(Rismunandar, 1988, Paimin dan Murhananto, 1991). Rimpang jahe yang rasanya panas dan pedas berkhasiat untuk berbagai penyakit seperti untuk pencahar, penguat lambung, peluruh angin, peluruh cacing, rematik, pencernaan kurang baik, radang tenggorokan, asma, rasa nyeri, dan penyakit jantung (Darwis et al., 1991).

Jahe memiliki khasiat analgesik-antiinflamasi yang baik, dengan kerjanya menghambat biosintesis prostaglandin. Beberapa senyawa kimia dari jahe mempunyai efek yang lebih kuat daripada obat antiinflamasi endometosin. Disamping itu, jahe yang dimakan secara teratur dengan takaran 500-600 mg, sehari tiga kali dapat menghilangkan rasa nyeri pada penyakit migrain, tanpa memberi efek samping yang menghambat produksi prostaglandin (Subarnas dan Sidik, 1997).

Komponen fenol pembawa rasa pedas yaitu (6)-gingerol berfungsi sebagai analgesik dan antipyretik, serta dapat memperpanjang waktu tidur tikus percobaan (Tang dan Eisenbrand, 1992). Khasiat lain dari (6)-gingerol adalah dapat mencegah terjadinya luka lambung (Yamahara et al., 1988). Disamping itu, (6)-gingerol dan (6)-shagaol diketahui dapat menahan kontraksi perut. Komponen aktif lain seperti (6)-dehidrogingerdion, (8)-gingerol, dan (10)-gingerol terbukti dapat menghambat serotonin penyebab hipotermia dan diare (Huang et al., 1990).

Komponen-komponen *pungent* jahe seperti zingeron dan shagaol dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan (Fujio et al., 1969). Sementara itu, Kikuzaki dan Nakatani (1993) menyatakan bahwa aktivitas antioksidan (6)-gingerol, (6)-shagaol, dan (6)-gingerdol lebih tinggi daripada  $\alpha$ -tocoferol. Aktifitas antioksidan alami yang terdapat dalam jahe dikarenakan adanya senyawa-senyawa turunan fenol seperti gingerol, shagaol, zingeron, diarylheptanoid dan turunannya mampu bertindak sebagai antioksidan primer terhadap radikal lipid (Nienaber et al., 1997). Menurut Nabet (1996) gingerol



dan zingeron yang terdapat pada jahe tergolong zat antioksidan alami yang tidak dikategorikan zat gizi bagi manusia.

Menurut Susanto (1998), orang yang mengkonsumsi ekstrak jahe selama 30 hari mengalami penurunan kadar malonaldehida (MDA) dan meningkatkan kandungan vitamin E dalam plasmanya. Kemampuan antioksidan ini mampu menginaktifkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Nabet, 1996), sehingga tidak sempat bereaksi dengan komponen-komponen biologis baik seluler, subseluler, sel imun, molekuler maupun jaringan yang berakhir pada timbulnya beberapa penyakit (Chow, 1988). Nurrahman (1998) menyatakan bahwa mengkonsumsi minuman sari jahe selama 30 hari mampu meningkatkan indeks stimulasi proliferasi sel T dan daya tahan limfosit terhadap paraquat. Selama ini terdapat kecenderungan bahwa konsumsi minuman sari jahe dapat menurunkan kadar MDA limfosit dan meningkatkan aktifitas proliferasi sel B, serta menurunkan stres oksidatif dan melindungi sel imun dari stres oksidatif.

Berdasarkan penelitian *National Cancer Institute Experiment Program*, jahe merupakan bahan pangan yang mempunyai peluang terbesar sebagai anti kanker. Bahan tersebut mengandung beberapa senyawa bioaktif yang diduga dapat menghambat kerja senyawa-senyawa karsinogen dan bahan-bahan yang dapat memacu pertumbuhan sel tumor (Carragay, 1992).

Menurut Gan dan Nafrialdi (1989), jahe diduga memiliki sejenis protein yang mempunyai sifat sama dengan glukopeptida yang dihasilkan oleh *Streptomyces verticulus*. Senyawa tersebut mampu menghambat sintesis DNA sel kanker. Kurkumin yang terdapat pada jahe diduga mempunyai efek yang sama dengan kurkumin pada kunyit, yang terbukti menghambat pertumbuhan sel tumor (Huang dan Ferraro, 1992). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Agustinisari (1998), ekstrak jahe segar maupun ekstrak jahe bertunas dapat menghambat proliferasi sel kanker dan sel normal pada konsentrasi tertentu.



## B. KARAKTERISTIK BEBERAPA MIKROBA DALAM REMPAH-REMPAH

### 1. Kapang

Kapang adalah organisme dari divisi *Thallophyta*, tidak mempunyai akar, batang atau daun, dan termasuk subdivisi Fungi, yaitu tidak mempunyai klorofil. Kapang termasuk *Eumycetes* atau fungi sejati. Kapang merupakan organisme eukariotik yang mempunyai inti sel, memproduksi spora, berkembang biak secara seksual dan aseksual, beberapa mempunyai bagian-bagian tubuh berbentuk filamen dengan dinding sel yang mengandung selulosa



dan atau khitin. Kapang terdiri dari suatu *thallus* yang tersusun dari filamen bercabang yang disebut hifa. Kumpulan dari hifa disebut miselium. Identifikasi kapang dilakukan dengan melihat sifat morfologinya, terutama secara mikroskopik (Fardiaz, 1992a).

Kapang dapat bersifat parasit yaitu memperoleh makanan dari benda hidup, atau bersifat saprofit yaitu memperoleh makanan dari benda mati. Kapang yang bersifat saprofit obligat sering tumbuh pada makanan dan menyebabkan kerusakan makanan. Kapang dapat mensintesis protein dengan mengambil sumber karbon dari karbohidrat, sumber nitrogen dari bahan organik, dan mineral dari substratnya.

Suhu optimum pertumbuhan kapang adalah 25-30°C, beberapa kapang masih dapat tumbuh lambat pada suhu pembekuan -5-10°C. Kapang bersifat aerobik, pH pertumbuhannya 2-8,5, tumbuh baik pada pH 3,5-4. Kapang tumbuh pada makanan-makanan yang mengandung pati, protein, lemak dan pektin (Fardiaz, 1992a).

Kapang dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai makanan pada kondisi dimana kebanyakan bakteri dan kimir dihambat pertumbuhannya, yaitu pada  $a_w$  rendah, pH rendah atau suhu yang rendah (Fardiaz, 1989). Genus-genus kapang penyebab kerusakan mikrobiologis pada makanan antara lain adalah *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. niger*, *A. glaucus*), *Penicillium*, dan *Rhizopus*.

*A. flavus* biasanya muncul selama penyimpanan pasca panen (Damardjati et al., 1979), sehingga dapat menyebabkan penurunan mutu dan kerugian ekonomis (Budiarso, 1975). Mulya et al. (1987) menyebutkan bahwa *Aspergillus*, *Penicillium*, *Gliocladium*, *Fusarium*, *Phoma*, dan *Zygorrhynchus* adalah kapang yang ditemukan pada rimpang jahe dan kunyit. *Aspergillus* dan *Penicillium* merupakan kapang yang paling banyak ditemukan pada kulit rimpang jahe.



Kapang dapat menghasilkan senyawa beracun yang disebut mikotoksin. Mikotoksikosis adalah suatu gejala keracunan yang disebabkan oleh tertelannya hasil metabolisme beracun dari kapang. Salah satu kapang yang dapat menghasilkan mikotoksin adalah *Aspergillus* (Fardiaz, 1992a). Mikotoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus* disebut aflatoksin, yang dapat menimbulkan bahaya pada manusia dan hewan karena menyebabkan kanker hati, liver, dan kemandulan pada bimatang ternak.

Kapang banyak digunakan dalam fermentasi makanan-makanan tradisional dan dalam pemotongan keju. Dalam industri, kapang banyak digunakan untuk memproduksi berbagai asam, enzim dan antibiotik.

## 2. Kamir

Kamir termasuk fungi uniseluler yang memiliki ukuran sel bervariasi, yaitu dengan panjang 1-5  $\mu\text{m}$  sampai 20-50  $\mu\text{m}$ , dan lebar 1-10  $\mu\text{m}$ . Bentuk sel kamir bermacam-macam, yaitu bulat, oval, silinder, ogival (bulat panjang dengan salah satu ujung runcing), segitiga melengkung (*triangular*), berbentuk botol, bentuk apikulat atau lemon, membentuk pseudomiselium, dan sebagainya (Fardiaz, 1992a).

Mikrostruktur sel kamir terdiri dari kapsul, dinding sel, membran sitoplasma, nukleus, satu atau lebih vakuola, mitokondria, globula lipid, volutin atau polifosfat, dan sitoplasma. Kamir melakukan reproduksi dengan cara pertunasan, pembelahan, pembelahan tunas, dan sporulasi (spora aseksual dan seksual)

Kamir memiliki suhu optimum untuk pertumbuhan 25-30°C dan suhu maksimum 35-47°C. Beberapa kamir dapat tumbuh pada 0°C atau kurang. Aktivitas air untuk pertumbuhannya 0,88-0,94 dan umumnya kamir lebih menyukai keadaan asam yaitu pada pH 4,0-4,5 serta tidak dapat tumbuh pada medium alkali, kecuali jika telah beradaptasi (Fardiaz, 1992a).



Kamir dibedakan atas dua kelompok berdasarkan sifat metabolismenya, yaitu kamir fermentatif dan kamir oksidatif. Kamir fermentatif dapat melakukan fermentasi alkohol, yaitu memecah glukosa melalui jalur glikolisis. Kamir oksidatif bersifat aerobik dan tidak dapat melakukan fermentasi alkohol.

Berdasarkan pertumbuhannya pada makanan, kamir dikelompokkan menjadi beberapa grup seperti: (1) kamir film, tumbuh pada permukaan makanan asam seperti asam, pikel, sauerkraut, dan melakukan oksidasi asam organik sehingga makanan berkurang sifat keasamannya; (2) kamir berbentuk lemon, dapat tumbuh selama fermentasi anggur dan menyebabkan penurunan kadar alkohol, dan peningkatan asam volatil; (3) kamir osmofilik, dapat tumbuh pada substrat dengan tekanan osmotik tinggi, yaitu pada aktivitas air 0,62-0,65, sering menyebabkan kerusakan pada buah-buahan kering, sari buah konsentrat, madu, sirup, dan sebagainya; (4) kamir tahan garam, dapat tumbuh pada makanan dengan konsentrasi garam sampai 20%, misalnya ikan asin, dendeng asin, kecap, tauco, dan sebagainya (Fardiaz, 1992a).

*Schizosaccharomyces* dan *Kloeckera* merupakan kamir yang sering dijumpai pada tanah (Fardiaz, 1992a), sehingga dapat mengkontaminasi rempah-rempah.

Penggunaan kamir dalam industri antara lain untuk memproduksi alkohol dari sumber karbohidrat (dalam produksi alkohol, anggur, brem, minuman keras), dalam pembuatan roti untuk memproduksi gas karbodioksida, pembuatan protein sel tunggal, dan pembuatan makanan tradisional seperti tape (Fardiaz, 1992a).

### 3. Bakteri Pembentuk Spora

Beberapa jenis bakteri yang terdapat di dalam rempah-rempah dapat membentuk spora atau endospora. Spora adalah bentuk dorman dari sel



vegetatif. Secara struktural dan kimiawi, spora berbeda dari sel vegetatifnya. Struktur endospora bakteri terdiri dari DNA, ribosoma, kor spora, membran sitoplasma, korteks, selubung spora dan sporangium. Komposisi utama yang membedakan endospora dari sel vegetatif adalah asam dipikolonat (DPA = *dipicolonic acid*). Selain itu endospora juga mempunyai kandungan ion kalsium tinggi (Fardiaz, 1992b).

Sel bakteri dapat tetap dorman dalam bentuk spora dalam waktu yang lama (beberapa tahun), tetapi dalam lingkungan yang baik, spora akan mengalami serangkaian perubahan menjadi bentuk vegetatif. Perubahan ini terbagi dalam tiga tahap yaitu aktivasi, germinasi, dan pengembangan (Cook dan Pierso, 1983). *B. subtilis* dan *B. cereus* akan bergerminasi pada  $a_w$  di bawah 0,8 padahal  $a_w$  minimum untuk pertumbuhannya adalah 0,90.

Spora bakteri relatif tahan terhadap perlakuan-perlakuan pengolahan dibandingkan sel vegetatif, misalnya tehadap pemanasan, iradiasi, bahan pengawet, dan sebagainya. Oleh karena itu bakteri ini sering menimbulkan masalah dalam pengolahan pangan (Fardiaz, 1993). Rempah-rempah seperti lada sering terkontaminasi *Bacillus* baik di tingkat petani maupun eksportir (Hasanah, 1985), sehingga keberadaan *Bacillus* pada rempah-rempah lainnya perlu diwaspadai.

Uji spora bakteri yang dilakukan terhadap bahan pangan dibedakan atas jumlah spora bakteri: (1) aerobik mesofilik, terdiri dari semua galur dari spesies *Bacillus* yang dapat tumbuh pada suhu 35°C, tetapi tidak pada 55°C dan lebih dari 95% dari galur tersebut bersifat katalase positif. Bakteri ini sering menimbulkan kerusakan pada makanan kaleng berasam rendah; (2) anaerobik mesofilik, terdiri dari semua spesies *Clostridium*. Bakteri ini berukuran relatif besar, Gram positif, kebanyakan bersifat motil dan bersifat anaerobik meskipun dapat tumbuh dengan konsentrasi oksigen tinggi; (3) pembentuk asam dan asidurik, contohnya adalah *Bacillus coagulans*. Bakteri ini tidak bersifat patogen, motil, Gram positif meskipun beberapa galur



mungkin bersifat Gram variabel, tidak membentuk gas, banyak ditemukan di tanah dan banyak menyebabkan kerusakan pada tomat yang dikalengkan; (4) pembentuk asam dan termofilik, sebagai contoh *Bacillus stearothermophilus* yang bersifat aerobik fakultatif dan tidak membentuk gas, mempunyai ketahanan panas tinggi serta umum terdapat pada makanan kaleng berasam rendah; (5) anaerobik dan termofilik, tetapi tidak memproduksi hidrogen sulfit, contohnya adalah *Clostridium thermosaccharolyticum*. Bakteri ini bersifat anaerobik obligat, sakarolitik kuat, memproduksi asam dan gas dari glukosa, laktosa, sukrosa, salisin dan pati, tidak memecah protein, tidak mereduksi nitrat menjadi nitrit, sel vegetatifnya berbentuk panjang, mempunyai spora yang ujungnya membengkak, dan tidak memproduksi toksin. *C. thermosaccharolyticum* mempunyai suhu optimum 55°C dan pH optimum pertumbuhannya adalah 6,2-7,2, tetapi mudah tumbuh pada makanan dengan pH 4,7 atau lebih tinggi. Bakteri ini sering ditemukan pada gula, susu bubuk, pati, tepung, serealia, dan umum terdapat di dalam tanah; (6) pembentuk sulfit, contohnya adalah *Desulfotomaculum nigrificans* yang bersifat termofilik, mempunyai suhu optimum pertumbuhan 55°C, pH optimum 6,8-7,7 dan sering ditemukan pada tanah dan lumpur (Fardiaz, 1992c).

#### 4. *Staphylococcus*

*Staphylococcus* termasuk dalam famili *Micrococcaceae*. Bakteri ini bersifat Gram positif, berbentuk bulat dan kecil dengan ukuran diameter 0,5-1,5  $\mu$ , tidak membentuk spora, dan biasanya sel-selnya terdapat dalam kelompok seperti buah anggur, tetapi juga mungkin terdapat secara tunggal, membentuk pasangan, atau dalam jumlah empat sel (tetrad) (Fardiaz, 1983)

Subu optimum untuk pertumbuhan *S. aureus* adalah 35-37°C, dengan suhu minimum 6,7°C dan suhu maksimum 45,5°C. Bakteri ini dapat



tumbuh pada pH 4,0-9,8 dengan pH optimum 7-7,3 (Fardiaz, 1983). Menurut Banwart (1979)  $a_w$  optimum untuk pertumbuhan *S. aureus* adalah 0,99-1,00 dengan  $a_w$  minimum 0,83-0,86. Enterotoksin yang diproduksi oleh *S. aureus* bersifat tahan panas, dan masih aktif setelah dipanaskan pada suhu 100°C selama 30 menit. *S. faecalis* tergolong termodurik, suhu optimum 10-45°C, tahan pasteurisasi, tahan garam 6,5%, tahan basitrasin, tahan alkali sampai pH 9,6.

Keracunan *Staphylococcus aureus* disebabkan oleh toksin pada makanan yang dihasilkan oleh galur tertentu dari *Staphylococcus aureus* (Jay, 1978; Fardiaz 1983). Bakteri ini sering ditemukan pada makanan-makanan yang mengandung protein tinggi, misalnya sosis, telur, dsb. Pada rempah-rempah seperti lada, *Staphylococcus albus* sering ditemukan. Untuk dapat menyebabkan keracunan, jumlah *Staphylococcus* di dalam makanan harus mencapai  $10^5$ - $10^6$  sel/ gram makanan. Adanya kompetisi dengan mikroba lainnya di dalam makanan merupakan salah satu hal penting yang dapat menghilangkan kemampuan *Staphylococcus* untuk memproduksi toksin (Banwart, 1979).

*Staphylococcus* sering terdapat pada kulit manusia sehingga merupakan potensi kontaminan yang besar untuk produksi pangan yang diolah langsung dengan tangan. Suatu survei menunjukkan bahwa 43-97% pegawai yang bekerja pada berbagai industri pengolahan pangan merupakan pembawa *Staphylococcus*, koliform fekal, dan *Enterococcus* pada tangannya (Jenie dan Fardiaz, 1989).

## 5. *E. coli*

*E. coli* merupakan Gram negatif yang berbentuk batang, termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini mempunyai ukuran panjang 2,0-6,0 mikron dan lebar 1,1-1,5 mikron, sering terdapat dalam bentuk tunggal



atau berpasangan, dan tidak membentuk spora. Bersifat motil maupun non motil dengan flagela peritrikat (Orskov, 1984).

Bakteri ini bersifat anaerobik fakultatif, memfermentasi glukosa dan karbohidrat lainnya serta menghasilkan asam laktat, asetat, dan format. *E. coli* tumbuh dengan baik dalam medium yang sederhana dan stabil dalam medium yang mengandung glukosa, amonium sulfat, dan sedikit garam mineral (Salle, 1978). Kisaran suhu pertumbuhannya adalah 10-40°C dengan suhu optimum untuk pertumbuhan *E. coli* adalah 7,0-7,5, sedangkan  $a_w$  optimumnya adalah 0,96 (Fardiaz, 1983).

*E. coli* mempunyai ketahanan panas yang lebih tinggi dibandingkan bakteri koliform lainnya. Pertumbuhan bakteri ini pada media cair ditandai dengan kekeruhan dan endapan yang dapat terdispersi sempurna jika dikocok (Fardiaz, 1983). Pertumbuhan bakteri ini meningkat dengan pesat selama 12-18 jam pertama dan kemudian meningkat dengan perlahan-lahan sampai 48-72 jam masa pertumbuhannya (Gross dan Holmes, 1983)

*E. coli* memiliki habitat alami usus manusia dan hewan berdarah panas. Oleh karena itu *E. coli* digunakan sebagai bakteri indikator adanya polusi kotoran dan kondisi sanitasi, misalnya terhadap air, susu, dan makanan-makanan lainnya. Adanya *E. coli* di dalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroorganisme yang bersifat enteropatogenik dan atau enterotoksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Jenie dan Fardiaz, 1989).

*E. coli* sering ditemukan pada sayuran, pie daging, daging babi, keju, hamburger, dan susu mentah. Kontaminasi *E. coli* pada rempah-rempah dapat disebabkan karena air pencuci yang tidak diklorinasi.

Beberapa galur *E. coli* merupakan patogen yang dapat menyebabkan terjadinya diare pada manusia dan hewan. Sampai saat ini, ada empat kelompok *E. coli* yang bersifat patogen, yaitu *Enteropathogenic E. coli* (EPEC), *Enterotoxigenic E. coli* (ETEC), *Enteroinvasive E. coli* (EIEC), dan *Enterohemorrhagic E. coli* (EHEC).





*coli* (EPEC), *Enterotoxigenic E. coli* (ETEC), *Enteroinvasive E. coli* (EIEC), dan *Enterohemorrhagic E. coli* (EHEC).

EPEC bertanggung jawab terhadap terjadinya diare pada bayi dengan tingkat kematian mencapai 50% di negara berkembang. ETEC menghasilkan 2 jenis enterotoksin, yaitu yang bersifat stabil terhadap panas (dapat diinaktifkan dengan pemanasan pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit) dan yang bersifat labil terhadap panas (dapat diinaktifkan pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit). ETEC merupakan penyebab utama diare pada anak-anak di negara-negara berkembang, dan sering menyebabkan diare pada turis (*traveller's diarrhoea*) (Jay, 1978). EIEC bersifat invasif dan memperbanyak diri pada sel epitel usus dan menimbulkan gejala sakit seperti yang ditimbulkan oleh *Shigella*, yaitu demam, menggigil, sakit perut, dan disentri. EHEC merupakan penghasil toksin *Vero Toxin 1* dan *Vero Toxin 2* yang mirip dengan toksin dari *Shigella*, penyebab diare (*haemorrhagic colitis*), gagal ginjal (*haemolytic uremic syndrome*), dan kerusakan syaraf (*thrombotic thrombocytopenic purpura*) terutama pada anak-anak dan lanjut usia (Griffin, et al., 1998)

## 6. *Salmonella*

*Salmonella* termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*, merupakan bakteri Gram negatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, motil kecuali *Salmonella pullorum* dan *S. gallinarum*, anaerobik fakultatif, membentuk  $\text{H}_2\text{S}$ , membentuk asam dari glukosa, maltosa, manitol, sorbitol, tidak memfermentasi salicin, sukrosa dan laktosa, memberikan reaksi negatif terhadap indol, mereduksi nitrat menjadi nitrit serta menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon.

Suhu pertumbuhan *Salmonella* adalah  $5\text{-}45^{\circ}\text{C}$  (optimum pada  $35\text{-}37^{\circ}\text{C}$ ) pH 4-9 (beberapa tahan pada pH 3,7). *Salmonella* cenderung bersifat



mesofililik dan relatif tidak dapat bersaing dengan secara baik dengan bakteri-bakteri lainnya yang terdapat dalam makanan (Banwart, 1979).

Makanan yang sering terkontaminasi *Salmonella* antara lain daging, mentah, unggas, susu, telur, produk-produk susu, ikan, kelapa, saus, *salad dressing*, mentega kacang, dan coklat. *Salmonella* memiliki habitat alami saluran pencernaan manusia. Kontaminasi *Salmonella* pada rempah-rempah dapat disebabkan karena air pencuci yang digunakan tercemar fekal.

Semua spesies *Salmonella* bersifat sebagai mikroba patogen bagi manusia dan hewan vertebrata. Penyakit infeksi yang disebabkan oleh *Salmonella* disebut *salmonellosis*, antara lain adalah demam tifus, demam paratifus, dan gastroenteritis (Banwart, 1979). *Salmonella* termasuk kelompok bakteri enteropatogenik, yaitu kelompok bakteri penyebab infeksi gastrointestinal.

## 7. *Shigella*

*Shigella* merupakan Gram negatif, non motil, anaerobik fakultatif, memfermentasi karbohidrat (kecuali laktosa), dan membentuk asam tanpa gas. Semua galur mati pada suhu 63°C selama 5 menit. Suhu pertumbuhan *Shigella* adalah 7-46°C (37°C optimal) dengan pH pertumbuhan 4-8. Di dalam tepung, susu, telur, udang, *Shigella* dapat bertahan selama 50 hari jika suhu kurang atau sama dengan 25°C.

Makanan yang sering terkontaminasi *Shigella* antara lain salad, sayuran mentah, unggas, susu dan hasil olahannya. Air yang terkontaminasi fekal dan penanganan makanan yang tidak saniter merupakan penyebab kontaminasi *Shigella* yang paling sering dijumpai. Hal ini dapat menjadi peluang kontaminasi *Shigella* pada rempah-rempah.

Salah satu galur *Shigella* yaitu *Shigella dysenteriae* merupakan penyebab penyakit disentri basiler yang disebut juga dengan *shigellosis*, yaitu

hilangnya sebagian besar cairan dan elektrolit dari tubuh sehingga melemahkan tubuh. Penyakit ini merupakan infeksi akut dari usus yang umumnya disebabkan oleh praktik pekerja yang tidak higienis.



## A. BAHAN

Bahan utama yang digunakan sebagai sampel adalah dua belas jenis produk minuman sari jahe dengan berbagai merek yang masing-masing diambil secara acak dari dua tempat yang berbeda di sekitar kota Bogor.

Media untuk pertumbuhan mikroba yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Plate Count Agar* (PCA, Merck), *Potato Dextrose Agar* (PDA, Merck) ditambah dengan asam tartarat 10%, *Nutrient Agar* (NA, Oxoid), *Vogel Johnson Agar* (VJA, Difco) ditambah telurit 1%, *Lactose Broth* (LB, Oxoid), *Eosin Methilene Blue* (EMB, Oxoid), *Selenite Cystein Broth* (SCB, Merck), *Salmonella Shigella Agar* (SSA, Oxoid), *Sulfit Indol Motility* (SIM, Difco), dan *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA, Difco). Media yang digunakan untuk persiapan kultur bakteri adalah *Nutrient Broth* (NB, Merck), dan untuk pengenceran digunakan larutan NaCl (Merck) 85%.

Untuk menguji keamanan sampel dilakukan *challenge test* dengan *E. coli* patogen galur O157 : H7 ATCC No. 43895 sebagai bakteri ujinya. Bakteri ini diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Pangan Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi.

## B. ALAT

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cawan petri, tabung ulir, erlenmeyer, gelas ukur, pipet mohr, alat timbang, sudip, mikropipet, tips, *colony counter*, otoklaf (121<sup>0</sup>C, 20 menit), oven (150<sup>0</sup>C), inkubator, refrigerator, pH meter, a<sub>w</sub> meter, penangas air, bunsen, ose, kapas, plastik steril, alkohol, spiritus, dan aluminium foil.



## C. METODE PENELITIAN

### 1. Identifikasi Produk

Identifikasi produk dilakukan dengan mensurvei produk-produk minuman sari jahe di warung, supermarket, dan lain-lain di sekitar kota Bogor. Dari survei tersebut, dicatat data-data mengenai nama produk, produsen, komposisi produk, klaim, tanggal kadaluarsa, kode pendaftaran dari Departemen Kesehatan, bentuk produk, dan jenis kemasan.

### 2. Evaluasi Keamanan Mikrobiologi Produk-produk Minuman Sari Jahe

#### a. Mutu mikrobiologi produk

Pengujian mikrobiologi dilakukan terhadap sampel sebanyak dua kali ulangan, meliputi perhitungan total mikroba (*Total Plate Count*), kapang-kamir untuk produk berbentuk serbuk, spora bakteri untuk produk berbentuk cair, *Staphylococcus*, uji kualitatif terhadap bakteri *Escherichia coli*, dan *Salmonella-Shigella*.

##### i. *Total Plate Count (TPC)* (Fardiaz, 1989)

Sebanyak 10 gram sampel disuspensikan ke dalam 90 ml larutan 0,85% NaCl. Untuk menghitung jumlah mikroba yang ada pada sampel tersebut, dilakukan pemupukan dengan metode agar tuang. Sebanyak 1 ml sampel yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam cawan petri steril dan dituangi media agar PCA  $\pm$  15 ml kemudian digoyang secara mendatar supaya contoh menyebar rata. Setelah agar membeku, dilakukan inkubasi dengan posisi terbalik pada suhu 37°C



selama 48 jam. Koloni yang tumbuh dihitung dan dilaporkan sebagai jumlah koloni per gram menurut *Standard Plate Count* (SPC).

#### ii. Total kapang dan kamir (Fardiaz, 1993)

Untuk menghitung total kapang dan kamir digunakan metoda yang sama dengan TPC, tetapi media yang digunakan adalah PDA yang ditambah dengan asam tartarat 10%, dan inkubasi dilakukan pada suhu ruang selama 48 jam.

#### iii. Bakteri pembentuk spora (Fardiaz, 1993)

Untuk menghitung jumlah spora bakteri pada sampel, terlebih dahulu sampel dipanaskan pada suhu 80°C selama 10 menit dalam penangas air untuk membunuh sel vegetatif bakteri, kapang dan kamir maupun spora kapang dan kamir. Metode yang digunakan sama dengan metode untuk menghitung TPC, media yang digunakan adalah NA dan inkubasi dilakukan pada suhu 60°C selama 48 jam.

#### iv. *Staphylococcus* (Jenie dan Fardiaz, 1989)

Untuk menghitung jumlah koloni *Staphylococcus* yang spesifik digunakan medium selektif VJA, dengan metode yang sama dengan TPC. Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Koloni *Staphylococcus* yang tumbuh dihitung, yaitu koloni berukuran kecil, berwarna hitam dan dikelilingi oleh areal kuning.



#### v. *E. coli* (Jenie dan Fardiaz, 1989)

Uji kualitatif *E. coli* dilakukan melalui uji penduga dan uji penguat. Uji penduga dilakukan dengan cara mengimokulasikan sampel ke dalam tabung reaksi yang berisi LB dan tabung durham, kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Uji penduga dinyatakan positif jika terbentuk gas sebanyak 10% atau lebih dari volume di dalam tabung durham.

Terbentuknya gas di dalam LB tidak selalu menunjukkan jumlah bakteri koli karena mikroba lainnya mungkin juga ada yang memfermentasi laktosa dengan membentuk gas. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji penguat dengan cara menggoreskan satu ose suspensi dari tabung LB yang menunjukkan pertumbuhan pada agar cawan EMBA. Inkubasi dilakukan selama 24 jam pada suhu 37°C. Pertumbuhan koloni *E. coli* ditandai dengan koloni berwarna hijau metalik di atas EMBA.

#### vi. *Salmonella* dan *Shigella* (Jenie dan Fardiaz, 1989)

Sebanyak 5 gram sampel disuspensikan ke dalam 45 ml SCB sebagai media *enrichment* dan diinkubasikan selama 12-16 jam pada suhu 37°C. Dari kultur *enrichment* yang positif diambil satu ose dan digoreskan dengan goresan kuadran pada medium selektif SSA, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Beberapa koloni yang tumbuh pada SSA, baik yang tidak berwarna, keruh atau bening dengan warna hitam di tengahnya atau tidak, diidentifikasi dengan cara penggoresan dan penusukan pada agar miring TSIA. Isolat tersebut juga ditusukkan tegak lurus pada agar tegak SIM dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Pada tahap selanjutnya diamati reaksi spesifik



*Salmonella-Shigella* pada kedua medium dan hasil yang diperoleh dicocokkan dengan tabel reaksi spesifik bakteri enteropatogenik pada agar TSI dan medium SIM, sehingga dapat diduga spesies bakteri yang diuji.

### b. *Challenge test*

*Challenge test* ini dilakukan setelah dilakukan analisa mikrobiologi terhadap sampel. Dari hasil analisa mikrobiologi diketahui bahwa mutu mikrobiologi sampel cukup baik. Untuk mengetahui penyebabnya, maka dilakukan *challenge test* dengan tujuan untuk menganalisa pertumbuhan mikroba uji dalam selang waktu pengamatan, dalam hal ini adalah 0, 1, 2, dan 7 hari.

Pada pengujian ini, dipilih satu produk yang memiliki mutu mikrobiologi terbaik, yaitu jahe instan *Pure Ginger* WAA. Dari hasil analisa mikrobiologi, diketahui bahwa produk ini tidak mengandung total mikroba, kapang-kamir, *Staphylococcus*, *E. coli*, *Salmonella*, dan *Shigella*. Langkah pertama dari pengujian ini adalah persiapan kultur bakteri uji dan dilanjutkan dengan uji pertumbuhan *E. coli* dalam sampel.

#### i. Persiapan kultur bakteri

Kultur stok yang lama dalam bentuk agar miring diinokulasikan sebanyak satu ose ke dalam 10 ml media cair NB, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 16-24 jam. Setelah itu dari media NB diinokulasikan kembali sebanyak 0,1 ml ke dalam 10 ml media NB pada suhu 37°C selama 16 jam, dan kultur bakteri tersebut siap untuk digunakan sebagai bakteri pengujian.



## ii. Pengujian *E. coli* dalam sampel

Kultur bakteri penguji sebanyak 0,1 ml diinokulasikan ke dalam 9,9 ml larutan pengencer, kemudian dari larutan pengencer ini diinokulasikan secara aseptik sebanyak 0,1 ml ke dalam sampel (70 gram). Setelah ditutup kembali, sampel yang telah diinokulasi dengan bakteri penguji dicampur secara manual sampai rata dan kemudian dipupukkan sebanyak 1 gram ke media LB untuk menguji pertumbuhan *E. coli* pada hari ke-0. Dari tabung LB yang menunjukkan pertumbuhan *E. coli*, dilakukan penggoresan dengan metode gores kuadran pada media EMB.

Sisa sampel digunakan untuk menguji pertumbuhan *E. coli* dalam sampel dengan waktu kontak 1 hari, 2 hari, 7 hari pada suhu ruang dan suhu refrigerasi, dilakukan dengan cara sampel dibagi-bagi ke dalam plastik steril. Pengujian terhadap sampel yang disimpan pada suhu ruang dan suhu refrigerasi untuk hari ke-1, ke-2, ke-7 dilakukan dengan cara yang sama, yaitu uji penduga *E. coli* pada media LB dilanjutkan dengan uji penguat menggunakan media EMB jika hasil uji penduga positif.

## 3. Analisis Hubungan Antara Identifikasi Produk dengan Hasil Uji Mikrobiologi

Kajian terhadap hasil analisa mikrobiologi akan dikaitkan dengan:

1. Komposisi produk
2. Tanggal kadaluarsa yang berbeda dari jenis sampel yang sama
3. Kode pendaftaran dari Departemen Kesehatan
4. Kondisi tempat penjualan
5. Jenis kemasan.



## 4. Analisis Pendukung

### a. Pengukuran pH

Pengukuran pH produk dilakukan dengan melarutkan sampel ke dalam air sesuai dengan petunjuk penggunaan yang tercantum dalam label kemasan sampel. Selanjutnya dilakukan pengukuran pH dengan menggunakan pH meter.

### b. Pengukuran $a_w$

Nilai  $a_w$  produk diukur dengan menggunakan  $a_w$  meter WA-360 *SHIBAURA*. Sebanyak  $\pm 2$  gram sampel dimasukkan ke dalam  $a_w$  meter yang telah dikalibrasi. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan NaCl (untuk  $a_w < 0,7$ ) atau K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (untuk  $a_w < 0,9$ ).





Tabel 2. Identitas sampel produk-produk minuman sari jahe hasil olahan industri yang beredar di sekitar kota Bogor

Kode	Nama Produk	Khasiat	Komposisi	Proses	Jin	Bahan	Kemasan	Tempat Penjualan	
								1	2
A	Jahe Kopi Intra	- Memperlakukan kesegaran jasmani - Mencegah rasa kantuk, lelah, lesu dan kedinginan	- Jahe - Kopi - Gula pasir	Indonesian Traditional Food and Beverage Industry, Solo Indonesia	SP	Sebuk	Sachet (alif)	Yogya Dept. Store (Des 2002)	Ngesi (Juni 2002)
B	Es Te Em Je	- Memberi manfaat kesegaran, energi dan vitalitas	- Susu - Telor - Madu - Jahe	PT. Sido Muncul	MD	Sebuk	Sachet (alif)	Ngesi (6 Desember 2000)	Al-Amin (1 Februari 2001)
C	Serbat Wangi Intra	- Menghangatkan badan	- Sari jahe - Ramuan serbat - Gula merah - Gula pasir	Indonesian Traditional Food and Beverage Industry, Solo Indonesia	SP	Sebuk	Sachet (alif)	Yogya Dept. Store (Juni 2002)	Ngesi (Maret 2002)
D	Instant Jahe Wangi Ginger Tea	- Menghangatkan dan menyegarkan badan	- Sari jahe segar - Gula	PT. Sido Muncul	MD	Sebuk	Sachet (alif)	Pakali (22 Maret 2001)	Al-Amin (24 Mei 2001)
E	Jahe ginseng Madu	- Mengobati masuk angin, encok dan rematik - Melancarkan peredaran darah - Memperkuat lambung - Menaudah nafsu makan - Kejang urat di pagi hari - Untuk wanita baru melahirkan - Nyeri ibaid - Melancarkan pembuangan zat lewat pori-pori kulit - Menormalkan kesejahteraan - Menghangatkan badan - Menurunkan kolesterol - Menormalkan gangguan urat syaraf - Menurunkan tekanan darah - Mengelarikan keringat, pagal iniu - Memperbaiki pencernaan	- Zingiberis rhizoma 50% - Ginseng radix 2% - Madu 10%	Perusahaan Jarmu Paten	TR	Cair Bolu kaca	Piazza Bogor	Yogya Dept. Store	



Code	Nama Produk	Klasifikasi Produk	Kategori	Prestasi	Jml	Bahan Pangan	Kemasan	Tempat pembelian
				SP	Serbuk	Plastik	Gravida	Al-Amin
F	Sari Jahe	-	- Jahe	Cilacap, Indonesia	SP	Serbuk	Plastik	
		- Perangsang lendir perut dan usus						
		- Memambat nafsu makan						
		- Memperkuat lambung						
		- Memperbaiki sistem cerna						
		- Berkhasiat untuk rematik, masuk angin, pегal linu, kesemutan						
G	Jahe Wangi Intra	-	- Sari jahe segar	Indonesian Traditional Food and Beverage Industry, Solo Indonesia	SP	Serbuk	Sachet (alifio)	Ngesi (Juni 2002)
		- Ramuan tradisional						Yogyo Dept. Store (Desember 2002)
		- Gula						
		- Menghangatkan badan						
		- Menyembuhkan rasa capek, pегal linu, perut kembung dan gejala masuk angin						
H	Kopi Jahe Cap "Kepala Jenggot"	-	- Jahe Kopi Gula	PT. Gunung Subur, Solo Indonesia	MD	Serbuk	Sachet (alifio)	Robinson (21 Oktober 2002)
		-						Ngesi (1 Desember 2002)
I	Instant Ginger Segar	-	- Kadar air	1,52%	SP	Serbuk	Plastik	Al-Amin (3 November 2000)
		- Mencegah rematik, masuk angin, pегal linu	- Kadar abu	0,50%				Al-Amin Junior (19 Januari 2001)
		- Memambat vitalitas dan menyegarkan	- Kadar oleoresin	1,29%				
		-	- Kadar minyak jahe	0,22%				
		-	- Kadar gula	90,72%				
J	Minuman Instant Sari Jahe Zanzabil	-	- Sari jahe segar	PT. Zanzablia, Bogor	SP	Serbuk	Plastik	Gravida (17 November 2000)
			- Gula pasir					Al-Amin (22 Desember 2001)
K	Instant Ginger Tea Jahe Wangi Indo Sri	-	- Sari jahe	PT. Intan Sekar Puspita PO BOX 1957 Jaktim, Bogor, Indonesia			Sachet (alifio)	Al-Amin (March 2001)
			- Ramuan tradisional					
			- Gula pasir					
L	Jahe Instan Pure Ginger	-	- Ekstrak jahe	CV. Wiro Agro Abadi, Bogor Indonesia	SP	Serbuk	Plastik	Al-Amin (15 April 2000)
		- Menghangatkan badan	- Sukrosa					
		- Memperlancar peredaran darah						
		- Memambat nafsu makan						
		- Menyegakkan tubuh						
		- Menyembuhkan radang tenggorokan						
		- Mencegah rematik						
		- Anti masuk angin						
		- Bagus untuk pencernaan						



Beberapa klaim yang banyak digunakan oleh para produsen adalah menghangatkan badan, menyembuhkan rematik dan menambah nafsu makan. Klaim-klaim ini sesuai dengan khasiat jahe yang diambil dari beberapa pustaka, antara lain jahe dapat merangsang nafsu makan, memperlancar pencernaan dan mengurangi asam perut karena adanya zat antioksidan yang merangsang selaput lendir dan usus (Rismunandar, 1988, Paimin dan Murhananto, 1991). Rimpang jahe yang rasanya panas dan pedas berkhasiat untuk berbagai penyakit seperti untuk pencahar, penguat lambung, peluruh angin, peluruh cacing, rematik, pencernaan kurang baik, radang tenggorokan, asma, rasa nyeri dan penyakit jantung (Darwis dkk., 1991).

Dari seluruh sampel yang diidentifikasi, diketahui bahwa bahan baku utama minuman sari jahe adalah jahe dan gula. Beberapa produk menggunakan inggridien tambahan lain seperti kopi, ginseng, madu, susu, telur, dan ramuan tradisional, dengan maksud untuk meningkatkan cita rasa maupun khasiat produk-produk tersebut. Produk dengan komposisi jahe dan gula saja sebanyak 41,67%, sedangkan produk yang menggunakan inggridien tambahan disamping jahe dan gula sebanyak 58,33%.

Minuman-minuman sari jahe ini diproduksi oleh industri yang terletak di daerah Jabotabek dan Jawa Tengah, yaitu sebanyak 44,44% dan 55,55% yang terdiri dari industri kecil dan besar, dengan kode yang terdaftar di Departemen Kesehatan berupa SP (Sertifikat Penyuluhan), MD (Makanan Dalam Negeri), maupun TR (Obat Tradisional). Produk-produk yang bertanda SP adalah sebanyak 58,33%, produk bertanda MD sebanyak 25%, sedangkan yang bertanda TR hanya 8,33%. Hal ini menunjukkan bahwa produk-produk minuman sari jahe sebagian besar masih diproduksi oleh industri kecil.

Sebanyak 66,67% produk-produk minuman sari jahe yang bertanda MD mencantumkan klaim produsen pada label kemasannya, dan untuk produk-produk yang bertanda SP sebanyak 75%. Hal ini melanggar ketentuan yang telah ditetapkan oleh Departemen Kesehatan, yaitu untuk produk-produk yang memiliki



klaim produsen tentang khasiat produk pada label kemasannya, harus daftarkan dengan kode TR. Hal ini disebabkan karena untuk memperoleh ijin TR, produk harus dibuktikan efek pengobatannya melalui uji toksitas dan uji farmakologi pada hewan percobaan (Warta Konsumen, Agustus 1998).

Sebagian besar produk (91,67%) berbentuk bubuk instan dan produk yang berbentuk cair 8,33%. Jenis kemasan yang digunakan adalah *sachet* dari bahan aluminium foil sebanyak 58,33%, kemasan plastik 33,33%, dan kemasan botol kaca berwarna gelap 8,33%. Tanggal kadaluarsa yang tercantum pada label kemasan produk berkisar antara tanggal 15 April 2000 sampai dengan Desember 2002. Produk-produk ini mulai dianalisa pada tanggal 18 Januari 2000 dan selesai pada tanggal 10 Maret 2000.

## B. MUTU MIKROBIOLOGI MINUMAN SARI JAHE

Menurut Permenkes RI No. 246/MENKES/PER/ V/ 1990, tentang ijin usaha industri obat tradisional, pengujian mikrobiologi yang harus dilakukan terhadap produk minuman tradisional meliputi pengujian total mikroba, kapang dan kamir, *Staphylococcus*, *E. coli*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Shigella*, dan *Vibrio cholerae*.

Kandungan TPC, kapang-kamir, bakteri pembentuk spora dan *Staphylococcus* pada dua belas sampel produk-produk minuman sari jahe yang diambil dari dua tempat berbeda di sekitar kota Bogor ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1 dan Lampiran 2. Sampel K dan L tidak dapat ditemukan pada tempat II, sehingga jumlah sampel dari tempat II hanya sepuluh jenis.



Tabel 3. Mutu mikrobiologi produk-produk minuman sari jahe (tempat I)

No.	Kode Sampel	Log CFU/gr atau ml			
		TPC	Kapang-Kamir	Pembentuk Spora	<i>Staphylococcus</i>
1	A	3,3862	0	*	0
2	B	2,8034	0,5198	*	0,7826
3	C	3,1580	0	*	0
4	D	1,3484	0	*	0,1747
5	E	5,2536	*	0	0
6	F	1,8719	0	*	0
7	G	2,2707	0	*	0
8	H	4,9217	0	*	1,9019
9	I	1,3752	0,5995	*	0
10	J	2,8294	0	*	0
11	K	1,5396	0,1747	*	0
12	L	0	0	*	0

Keterangan : \* : tidak dilakukan pengujian

Tabel 4. Mutu mikrobiologi produk-produk minuman sari jahe (tempat II)

No.	Kode Sampel	Log CFU/gr atau ml			
		TPC	Kapang-Kamir	Pembentuk Spora	<i>Staphylococcus</i>
1	A	2,9899	0	*	0
2	B	2,8349	1,63055	*	0,5753
3	C	2,5114	0	*	0
4	D	2,2825	0	*	0
5	E	4,5463	*	0	0
6	F	1,5231	0,3495	*	0
7	G	2,4005	0	*	0
8	H	4,7923	0	*	0,4248
9	I	0,8253	0	*	0
10	J	3,1913	0	*	0

Keterangan : \* : tidak dilakukan pengujian

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 terlihat bahwa kandungan total mikroba, kapang-kamir, bakteri pembentuk spora dan *Staphylococcus* pada sampel minuman sari jahe yang diambil dari tempat I dan tempat II tidak jauh berbeda. Perbedaan



tanggal kadaluarsa juga tidak berpengaruh terhadap mutu mikrobiologi, dimana semua sampel diuji sebelum tanggal kadaluarsa yang tercantum pada label kemasan. Rendahnya jumlah mikroba mungkin disebabkan oleh adanya zat antimikroba jahe yang menghambat pertumbuhan mikroba. Komponen bioaktif jahe yang terdapat pada oleoresin jahe seperti zingeron dan gingerol merupakan senyawa turunan fenol dan ketofenol. Menurut Pelczar dan Reid (1979), beberapa grup senyawa kimia utama yang bersifat antimikroba adalah : (1) fenol dan senyawa fenolik, (2) alkohol, (3) halogen, (4) logam berat dan senyawanya, (5) zat warna, (6) deterjen, (7) senyawa amonium kuartener, (8) asam dan basa, serta (9) gas khemosterilen.

Fenol merupakan monoterpen yang umum digunakan sebagai antiseptik. Beberapa terpen yang lain, yang mempunyai struktur sikloheksana dengan gugus hidroksil serta tambahan gugus lainnya, juga memiliki sifat yang sama dalam menghambat pertumbuhan kapang, kamir maupun bakteri (Wagner dan Wolf, 1977). Senyawa-senyawa tersebut umumnya terdapat di dalam minyak atsiri rempah-rempah.

Negueruela et al. (1982) dalam hasil penelitiannya menyatakan bahwa minyak atsiri *sweet gale* yang mengandung komponen utama alfa-pinol, 1-8 sineol, dan limonen, mempunyai aktifitas penghambatan yang cukup besar terhadap pertumbuhan *Pseudomonas aerogenes* dan *B. subtilis*. Pengaruh penghambatan mikroba oleh kayu manis disebabkan oleh kandungan eugenol, 1-felandren, p-simen, 1-alfa-pinol, 1-linalool, benzaldehid, dan sinamat aldehid (Parry, 1969). Gwan dan Rana (1982) berpendapat bahwa limonen dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus*. Dari keterangan-keterangan di atas, dapat diduga bahwa selain zingeron dan gingerol, komponen dalam minyak atsiri jahe yang bersifat antimikroba adalah alfa-pinol, 1-8 sineol, limonen, alfa-felandren, beta-felandren, p-simen, dan linalool.

Wagner dan Wolf (1977) melaporkan bahwa di antara senyawa-senyawa volatil dalam jahe, limonen dan linalool merupakan suatu monoterpen dengan



aktifitas antiseptik yang cukup tinggi. Dilaporkan juga bahwa aktifitas antiseptik linalool lebih kuat 5 kali dari fenol.

Walaupun kandungan senyawa-senyawa yang diduga bersifat antimikroba terdapat dalam jumlah kecil, mungkin gabungan senyawa-senyawa tersebut akan menghasilkan kombinasi senyawa yang mempunyai keaktifan yang lebih tinggi. Hal ini telah dibuktikan, bahwa kombinasi senyawa tersebut di dalam jahe mungkin yang menyebabkan jahe (mulai konsentrasi 2%) telah mampu menghambat bakteri Gram positif (Undriyani, 1987).

Minuman sari jahe dengan bahan baku jahe dan gula tanpa tambahan bahan lain memiliki kandungan total mikroba yang sangat rendah, yaitu berkisar antara 0–3,1913 log CFU/g. Jumlah ini sudah memenuhi persyaratan batas maksimal total mikroba pada minuman tradisional serbuk, yaitu 6 log CFU/g (Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, 1994). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-4320-1996) tentang minuman tradisional serbuk, batas maksimal total mikroba adalah 3, 4771 log CFU/g.

Jumlah total mikroba pada minuman sari jahe yang menggunakan bahan lain sebagai tambahan seperti kopi, madu, ginseng, telur, susu relatif lebih tinggi dibandingkan minuman sari jahe tanpa tambahan bahan lain yaitu berkisar antara 2,8024-5,2536 log CFU/g. Kandungan total mikroba tertinggi terdapat pada satunya minuman jahe berbentuk cair yang dikemas dalam botol kaca dengan bahan campuran madu dan ginseng yaitu sebesar 4,8999 log CFU/ml. Jumlah ini melebihi persyaratan yang ditentukan untuk batas maksimal kandungan total mikroba pada minuman tradisional cair, yaitu sebesar 4 log CFU/ml (Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, 1994). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sugani (1981), minuman sari jahe yang diproduksinya memiliki kandungan total mikroba 3,9031 log CFU/ml dan meningkat menjadi 5 log CFU/ml setelah disimpan selama 4 minggu. Kontaminasi mikroba ini dapat berasal dari bahan baku, peralatan, air, maupun pekerja. Semakin banyak bahan baku yang digunakan dalam produk, semakin besar peluang kontaminasi mikroba. Selain itu, dengan adanya bahan-



bahan tambahan lain selain jahe dan gula, jumlah jahe yang digunakan untuk produk semakin berkurang.

Perbedaan jenis kemasan antara plastik dengan aluminium foil dan kode pendaftaran dari Departemen Kesehatan tidak berpengaruh terhadap mutu mikrobiologi sampel. Pada beberapa produk bertanda SP, kandungan total mikrobanya lebih rendah dibandingkan dengan produk bertanda MD maupun TR. Seperti diketahui bahwa SP diberikan untuk produk-produk yang diproduksi pada skala industri paling kecil dan memenuhi persyaratan paling sederhana dibandingkan dengan yang lainnya.

Kandungan kapang dan kamir dari sampel produk yang dianalisa sangat rendah, berkisar antara 0-1,63055 log CFU/g. Jumlah ini masih jauh dibawah persyaratan yang ditentukan untuk batas maksimal kandungan kapang dan kamir pada minuman tradisional serbuk yaitu sebesar 4 log CFU/g (Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, 1994). Shelef (1983) menyatakan bahwa kapang lebih rentan terhadap rempah-rempah dibandingkan dengan bakteri, dan pertumbuhan serta produksi mikotoksinya dapat dikontrol dalam makanan yang mengandung kayu manis dengan konsentrasi yang masih dapat diterima (1%). Jadi jahe yang terkandung dalam sampel diduga dapat mengontrol pertumbuhan kapang dan kamir.

Satu-satunya sampel berbentuk cair yang dianalisa tidak mengandung bakteri pembentuk spora. *Staphylococcus* terdapat pada produk yang berkode sampel B, D, dan H yaitu berkisar antara 0,1747-1,9019 log CFU/g. Persyaratan yang ditentukan untuk bakteri patogen pada minuman tradisional serbuk maupun cair adalah negatif, sehingga kandungan *Staphylococcus* dalam jumlah berapa pun tidak diperkenankan (Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, 1994).

Kontaminasi *Staphylococcus* berasal dari pekerja pada saat menangani produk. *Staphylococcus* umum terdapat pada kulit, hidung, mulut dan tenggorokan, serta dapat dengan mudah dipindahkan ke dalam makanan (Jenie, 1988). *Staphylococcus* sering terdapat pada kulit manusia sehingga merupakan potensi



kontaminan yang besar untuk produksi pangan yang diolah langsung dengan tangan. Suatu survei menunjukkan bahwa 43-97% pegawai yang bekerja pada berbagai industri pengolahan pangan merupakan pembawa *Staphylococcus*, koliform fekal, dan *Enterococcus* pada tangannya (Jenie dan Fardiaz, 1989).

Hasil uji kualitatif *E. coli* dan *Salmonella-Shigella* terhadap sampel ditampilkan pada Tabel 5 dan Tabel 6. Dari Tabel 5 dan Tabel 6 terlihat bahwa tidak ada sampel yang terkontaminasi *Escherichia coli*. Hal ini menunjukkan sanitasi industri yang cukup baik terhadap pekerja maupun air yang digunakan. Alat-alat yang digunakan dalam industri pengolahan pangan sering terkontaminasi *E. coli* yang berasal dari air yang digunakan untuk mencuci alat-alat tersebut, bakteri ini relatif sangat sensitif terhadap panas dan dapat diinaktifkan pada suhu pasteurisasi makanan atau selama pemasakan makanan (Fardiaz, 1983). Pengaruh proses pengolahan dan kondisi produk yang tidak sesuai dapat pula menyebabkan *E. coli* tidak mampu bertahan hidup.

Tabel 5. Uji kualitatif *E.coli* dan *Salmonella-Shigella* pada produk-produk minuman jahe dari tempat I

Uji	Media	Sampel											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<i>E.coli</i>	LB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SCB	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Salmonella-Shigella</i>	SSA	*	+	*	*	*	*	*	+	*	*	*	*
	TSIA	*	+	*	*	*	*	*	+	*	*	*	*
	SIM	*	+	*	*	*	*	*	+	*	*	*	*

Keterangan : - : negatif; + : positif; \* : tidak dilakukan pengujian



Tabel 6. Uji kualitatif *E.coli* dan *Salmonella-Shigella* pada produk-produk minuman jahe dari tempat II

Uji	Media	Sampel										
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	I	K
<i>E.coli</i>	LB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SCB	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Salmonella-Shigella</i>	SSA	*	+	*	*	*	*	*	+	*	*	*
	TSIA	*	+	*	*	*	*	*	+	*	*	*
	SIM	*	+	*	*	*	*	*	+	*	*	*

Keterangan : - : negatif; + : positif; \* : tidak dilakukan pengujian

*E. coli* merupakan bakteri koliform yang berasal dari kotoran hewan maupun manusia. Oleh karena itu *E. coli* digunakan sebagai bakteri indikator adanya polusi kotoran dan kondisi sanitasi misal terhadap air, susu dan makanan-makanan lainnya. Adanya *E. coli* di dalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroorganisme yang bersifat enteropatogenik dan atau enterotoksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Jenie dan Fardiaz, 1989).

Dari sampel yang diuji ternyata 16,67% terkontaminasi *Salmonella paratyphi A*, yaitu sampel B dan H yang menggunakan inggridien tambahan disamping jahe dan gula. Reaksi spesifik bakteri enteropatogenik yang ditunjukkan sampel B dan H yang masing-masing diambil dari dua tempat berbeda sangat konsisten, dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8. Reaksi bakteri ini dibandingkan dengan tabel reaksi bakteri enteropatogenik pada agar TSI dan medium SIM yang dapat dilihat pada Lampiran 3, sehingga dapat diketahui jenis bakteri yang teruji.

Tabel 7. Reaksi spesifik bakteri enteropatogenik dari sampel B dan sampel H (tempat I) pada agar TSI dan medium SIM

Sampel	Permukaan	Agar TSI				Medium SIM		
		Bawah	Gas	H <sub>2</sub> S	Lisin	H <sub>2</sub> S	Indol	Motilitas
B	Basa (merah)	Asam (kuning)	+	-	-	-	-	+
H	Basa (merah)	Asam (kuning)	+	-	-	-	-	+

Keterangan : - : negatif; + : positif



Tabel 8. Reaksi spesifik bakteri enteropatogenik dari sampel B dan sampel H (tempat II) pada agar TSI dan medium SIM

Sampel	Agar TSI					Medium SIM		
	Permukaan	Bawah	Gas	H <sub>2</sub> S	Lisur	H <sub>2</sub> S	Indol	Motilitas
B	Basa (merah)	Asam (kuning)	+	-	-	-	-	+
H	Basa (merah)	Asam (kuning)	+	-	-	-	-	+

Keterangan : - : negatif; + : positif

*Salmonella paratyphi A* dapat menyebabkan penyakit demam paratifus jika tertelan melalui makanan atau air yang terkontaminasi (Jenie dan Fardiaz, 1989). Hal ini berarti sampel B dan H tidak memenuhi standar bakteri patogen untuk minuman tradisional, yaitu negatif (Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, 1994). Pada pegujian ini tidak ditemukan *Shigella*, kemungkinan disebabkan proses pengolahan dengan menggunakan suhu tinggi seperti pengeringan pada saat pembuatan bubuk minuman jahe dan pemanasan pada saat pembuatan minuman jahe cair dapat membunuh *Shigella*. Pada suhu lingkungan yang cukup tinggi, *Shigella* kurang tahan hidup dibandingkan dengan *Salmonella*. Semua galur *Shigella* mati pada suhu 63°C selama 5 menit (Fardiaz 1983).

Kontaminasi *Salmonella* dapat berasal dari alat pencernaan pekerja, ternak (carrier), produk-produk unggas, binatang peliharaan, binatang penggerat, serangga, dan air buangan (Jenie, 1988). Sampel B dengan menggunakan bahan baku telur dan susu sangat potensial terhadap kandungan *Salmonella*. Menurut Jay (1982), makanan-makanan yang sering terkontaminasi *S. typhimurium* adalah telur dan hasil olahannya, ikan dan hasil olahannya, susu dan hasil olahannya, daging ayam, serta daging sapi. Kandungan *Salmonella* pada sampel B dan H diduga berasal dari pekerja, peralatan, bahan baku yang tercemar maupun lingkungan produksi yang kurang memenuhi syarat.



## B. NILAI pH DAN $A_w$

Nilai pH medium merupakan salah satu dari faktor-faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan, aktivitas fisiologis dan kematian mikroba (Foster et al., 1957). Nilai pH medium sangat mempengaruhi jenis jasad renik yang tumbuh. Kebanyakan bakteri mempunyai pH optimum, yaitu pH di mana pertumbuhannya maksimum, sekitar pH 6,5-7,5. Pada pH di bawah 5,0 dan di atas 8,5, bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik kecuali bakteri asam asetat dan bakteri oksidasi sulfur. Sebaliknya, kamir menyukai pH 4-5 dan dapat tumbuh pada pH rendah dimana pertumbuhan bakteri terhambat. Kapang mempunyai pH optimum 5-7, tetapi seperti halnya kamir, kapang masih dapat hidup pada pH 3-8,5 (Fardiaz, 1992a).

Hasil pengukuran pH sampel dapat dilihat pada Tabel 9, dimana dua belas sampel mempunyai kisaran nilai pH rata-rata antara 5,005-6,455. Nilai pH sampel secara keseluruhan masih di bawah dari pH optimum untuk pertumbuhan bakteri, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai pH sampel berpengaruh terhadap hasil analisa mikrobiologi sampel.

Sifat racun dari pH ekstrim sebenarnya bukan akibat langsung dari konsentrasi ion hidrogen, tetapi berkaitan dengan pembentukan asam atau basa lemah yang tidak terdisosiasi. Asam atau basa lemah yang tidak terdisosiasi ini akan lebih mudah berpenetrasi ke dalam sel dan secara fisiologis lebih aktif dan bersifat racun daripada yang terdisosiasi (Van Demark dan Batzing, 1987).

Przybylski dan Witter (1979) menyatakan bahwa kemungkinan pengaruh asam dalam menyebabkan kerusakan sel adalah modifikasi membran, selain itu juga dikatakan bahwa terlihat adanya kebocoran sel setelah kerusakan karena asam. Stabilitas pertumbuhan bakteri patogen juga dipengaruhi oleh pH makanan. Makanan yang mempunyai pH rendah cenderung menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan sebaliknya makanan yang berasam rendah dengan  $\text{pH} > 4,6$  mendukung terhadap perkembangan bakteri ini (Wagner et al., 1989).



Tabel 9. Hasil pengukuran pH sampel

No	Kode sampel	Nilai pH rata-rata
1	A	5,270
2	B	6,455
3	C	5,640
4	D	6,160
5	E	5,005
6	F	5,600
7	G	6,450
8	H	5,455
9	I	5,320
10	J	5,860
11	K	5,665
12	L	5,630

Lebih lanjut dijelaskan oleh Vasavada (1988) bahwa pH semata tidak dapat digunakan sebagai pengawet makanan. Nilai ini dikombinasikan dengan faktor lain untuk menunjang kestabilan produk. Proses pasteurisasi pada pembuatan keju merupakan sebuah contoh produk dimana pH bersamaan dengan faktor lain untuk stabilitas terhadap *Clostridium botulinum* dalam produk berasam rendah.

Faktor lain yang turut mempengaruhi pertumbuhan mikroba adalah ketersediaan air, yang biasanya dinyatakan sebagai aktivitas air atau  $a_w$ . Dibandingkan dengan mikroba lain, bakteri membutuhkan nilai  $a_w$  yang lebih tinggi untuk pertumbuhannya. Kebutuhan  $a_w$  minimal untuk pertumbuhan mikroba dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Batas  $a_w$  minimal untuk pertumbuhan mikroba \*

Kelompok jasad renik	$A_w$ minimal
Bakteri	0,91
Kamir	0,88
Kapang	0,80
Bakteri halofilik	0,75
Kapang xerofilik	0,65
Kamir osmofilik	0,60

\* Frazier dan Westhoff (1988)

Hasil pengukuran  $a_w$  sampel dapat dilihat pada Tabel 11. Nilai  $a_w$  rata-rata untuk sampel yang berbentuk serbuk sangat rendah, berkisar antara 0,4000-0,6700. Pada nilai  $a_w$  sekian, hanya kapang dan kamir tertentu saja yang mampu hidup. Sedangkan nilai  $a_w$  sampel yang berbentuk cair adalah 0,9630,  $a_w$  di mana semua mikroba dapat tumbuh, sehingga cenderung memiliki kandungan total mikroba yang lebih banyak.

Pada produk-produk minuman sari jahe ini, faktor kombinasi penghambat pertumbuhan mikroba adalah adanya senyawa antimikroba, pH dan  $a_w$  sampel. Menurut Lawrence dan Block (1971), senyawa fenolik sebagai desinfektan bersifat aktif terhadap sel vegetatif, virus dan kapang, tetapi senyawa ini tidak aktif terhadap spora bakteri. Keaktifan senyawa fenolik akan mencapai maksimal pada pH rendah. Keaktifan senyawa fenolik akan menurun jika pH medium bersifat alkali, terdapat senyawa-senyawa organik dan dilakukan pengenceran (Perlczar dan Reid, 1972).

Tabel 11. Hasil pengukuran  $a_w$  sampel

No.	Kode sampel	A <sub>w</sub> rata-rata
1	A	0,4430
2	B	0,4000
3	C	0,5425
4	D	0,5960
5	E	0,9630
6	F	0,6595
7	G	0,6221
8	H	0,4985
9	I	0,6250
10	J	0,6700
11	K	0,6610
12	L	0,6670

Frazier dan Westhoff (1988) menyatakan bahwa rempah-rempah membantu dalam mengontrol pertumbuhan mikroba dalam makanan, baik dikombinasi dengan asam dimana dapat meningkatkan penguraian maupun dengan garam atau gula yang dapat menurunkan  $a_w$ . Shelef (1983) melaporkan bahwa konsentrasi garam (16%) dengan kayu manis (0,3%) dan cengkeh (0,2%) mempunyai daya hambat germinasi spora kapang sama dengan daya hambat dari 3% kayu manis dan 0,6% cengkeh. Efektivitasnya meningkat dengan meningkatnya jumlah garam yang digunakan. Kombinasi oregano dengan NaCl mempunyai pengaruh sinergis terhadap sifat antifungi (Akgul dan Kivanc, 1988) dan kombinasi potassium sorbat dengan cengkeh pada beberapa derajat pH juga mempunyai efek yang sinergis terhadap sifat anti fungi dan anti kapang (Azzouz dan Bullerman, 1982).



### C. CHALLENGE TEST

*Challenge test* ini dilakukan setelah dilakukan analisa mikrobiologi terhadap sampel. Dari hasil analisa mikrobiologi diketahui bahwa mutu mikrobiologi sampel cukup baik. Untuk mengetahui penyebabnya, maka dilakukan *challenge test* dengan tujuan untuk menganalisa pertumbuhan mikroba uji dalam sampel selama selang waktu pengamatan, dalam hal ini adalah 0,1, 2, dan 7 hari. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 12.

Sampel yang telah diinokulasi dengan *E. coli* sebanyak  $\pm 10^6$  CFU/g kemudian dipupukkan pada media LB. Dari tabung LB yang menunjukkan pertumbuhan *E. coli* kemudian digoreskan kuadran pada medium EMB dan diinkubasi selama 24 jam  $37^{\circ}\text{C}$ . Hasil pengamatan menunjukkan koloni yang tumbuh seragam dan berwarna hijau metalik, yang artinya telah *E. coli* telah diinokulasikan. Tabel 12 menunjukkan bahwa *E. coli* diisolasi dari produk pada hari ke-0.

Tabel 12. *Challenge test* minuman sari jahe *Pure Ginger* WAA dengan mikroba uji *E. coli*

Perbaikan	Ujangan I							Ujangan II						
	0	1		2		7		0	1		2		7	
Hari ke-	0	TR	R	TR	R	TR	R	0	TR	R	TR	R	TR	R
Suhu	-							-						
Pertumbuhan <i>E. coli</i> pada media LB	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-

Keterangan = TR : suhu ruang; R : suhu refrigerasi; + : uji positif; - : uji negatif

Akan tetapi analisis sampel pada hari ke-1, hari ke-2, dan hari ke-7 menunjukkan bahwa *E. coli*, tidak lagi dapat diinokulasi dari sampel, baik yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu refrigerasi. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan *E. coli* terhambat, yang berarti kontaminasi pada saat produksi tidak selalu menghasilkan produk yang mengandung mikroba tersebut. Produk-produk yang beredar di pasaran tidak mengandung *E. coli* tidak berarti produk



tersebut tidak terkontaminasi, akan tetapi mungkin terkontaminasi pada saat produksi dan *E. coli* tidak tumbuh lagi karena diduga adanya aktivitas antimikroba jahe, serta kondisi lingkungan ( $a_w$  dan pH) yang tidak sesuai untuk pertumbuhan *E. coli*.

Fardiaz (1983) melaporkan bahwa  $a_w$  optimum untuk pertumbuhan *E. coli* 0,96 dan pH optimumnya adalah 7 – 7,5. Dari Tabel 9 dan Tabel 10 dapat diketahui bahwa  $a_w$  sampel adalah 0,6670 dan pH 5,63, sehingga tidak optimum untuk pertumbuhan *E. coli*. Disamping itu, zat antimikroba jahe merupakan satu hal penting yang dapat membunuh *E. coli*, dimana aktivitas antimikroba senyawa fenol akan meningkat dengan menurunan pH medium, karena semakin aktifnya gugus fenol dalam suasana asam (Hugo dan Russel, 1981). Menurut Lienni (1991), sari jahe mempunyai aktivitas bakteristatik terhadap *E. coli*, *Salmonella thompson*, dan *V. cholerae*.

Senyawa-senyawa turunan fenol seperti zingeron dan gingerol serta senyawa monoterpen limonen dan linalool yang terkandung dalam jahe diduga membunuh *E. coli* dengan cara merusak membran selnya. Hal ini akan berakibat terjadinya kebocoran sel *E. coli* yang ditandai dengan keluarnya makromolekul seperti protein dan asam nukleat dari dalam sel (Judis, 1962).

Menurut Prindle dan Wright (1971), senyawa fenol menyebabkan lisis pada sel mikroba sehingga racun dapat masuk ke dalam sel dan menyebabkan kebocoran metabolit esensial yang dibutuhkan mikroba. Senyawa fenol yang berada di dalam sel akan merusak sistem kerja sel tersebut. Senyawa fenolik yang mempunyai berat molekul tinggi dapat menyebabkan inaktivasi enzim esensial di dalam sel meskipun dengan konsentrasi yang rendah.

Terjadinya kebocoran nutrien sel *E. coli* diduga karena rusaknya ikatan hidrofobik komponen penyusun membran sel seperti protein dan fosfolipida, serta larutnya komponen-komponen yang berikatan secara hidrofobik, yang berakibat meningkatnya permeabilitas sel, sehingga memungkinkan masuknya senyawa-



senyawa fenol dan ion-ion organik ke dalam sel dan keluarinya substansi sel seperti protein dan asam nukleat, yang mengakibatkan kematian sel (Ingram, 1981).

Senyawa fenolik diduga mampu mengganggu proses respirasi bakteri *E. coli* dalam memperoleh energi, yaitu dengan menghambat aktivitas enzim-enzim respirasi seperti nitrat reduktase di dalam proses respirasi aerobik, enzim-enzim dalam siklus Krebs, sistem transpor elektron dan sitokrom, yang terdapat dalam membran sel. Hal ini berakibat rendahnya energi yang dihasilkan dan akan menghambat pertumbuhan sel (Kaprak et. al., 1982).

Hasil penelitian Commager dan Judis (1965) menunjukkan bahwa senyawa-senyawa fenol mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* dengan menghambat pemecahan glukosa baik secara aerobik maupun anaerobik, serta pemecahan suksinat secara aerobik. Terjadinya penghambatan ini diduga karena senyawa-senyawa fenol tersebut mampu menghambat kerja enzim glukosa dehidrogenase dan suksinat dehidrogenase yang berperan dalam pemecahan glukosa dan suksinat, sehingga mengganggu proses sintesa energi (Judis, 1965).

Hasil analisa mikrobiologi sampel menunjukkan bahwa sampel tidak mengandung *E. coli*. Hal ini dapat terjadi dengan dua kemungkinan, (1) sampel memang tidak mengandung bakteri tersebut karena cara produksi yang memenuhi syarat, (2) sampel mungkin mengandung *E. coli* akibat kontaminasi dari pekerja, air, bahan baku maupun peralatan produksi, akan tetapi bakteri tersebut mati pada hari ke-1 setelah produksi karena adanya aktivitas antimikroba jahe yang berkontribusi terhadap  $a_w$  dan pH medium.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Hasil identifikasi terhadap dua belas sampel produk-produk minuman sari jahe yang beredar di sekitar kota Bogor menunjukkan bahwa sebagian besar produsen mengklaim bahwa produknya dapat menghangatkan, menambah nafsu makan, dan menyembuhkan rematik. Komposisi produk terdiri dari jahe dan gula, beberapa produk menggunakan bahan tambahan lain yaitu kopi, rambutan serbat, susu, telur, madu, dan ginseng. Kode pendaftaran dari Departemen Kesehatan mulai dari SP, MD, maupun TR. Produsen dari produk-produk tersebut terletak di Jawa Tengah dan Jabotabek. Sebagian besar produk berbentuk serbuk instan yang dikemas dalam plastik dan *sachet* serta hanya satu sampel yang berbentuk cair dalam botol kaca.

Perbedaan kondisi tempat penjualan produk, tanggal kadaluarsa, kemasan, maupun kode pendaftaran dari Departemen Kesehatan tidak berpengaruh terhadap mutu mikrobiologi. Produk-produk yang menggunakan inggridien tambahan di samping jahe dan gula memiliki kandungan total mikroba yang lebih tinggi. Hasil analisa mikrobiologi menunjukkan bahwa secara keseluruhan, total mikroba pada sampel relatif rendah yaitu dibawah 6 log CFU/g. Total mikroba tertinggi terdapat pada sampel berbentuk cair yaitu sebesar 4,8999 log CFU/ml. Kandungan kapang-kamir dan bakteri pembentuk spora pada produk sangat rendah ( $< 2$  log CFU/g). Sampel yang berkode B, D, dan H mengandung *Staphylococcus*. Seluruh sampel yang dianalisa tidak mengandung *E.coli*, sedangkan dua sampel yang menggunakan inggridien tambahan seperti susu, telur, madu, ginseng, dan kopi mengandung *Salmonella paratyphi A*. Produk-produk yang tidak memenuhi SNI dan persyaratan Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan untuk cemaran mikroba pada minuman tradisional serbuk maupun cair adalah sampel yang berkode B, D, E, dan H.



*Challenge test* menunjukkan bahwa produk minuman sari jahe bukan merupakan substrat yang baik untuk pertumbuhan *E. coli*. Produk yang tidak mengandung *E. coli* mungkin disebabkan oleh penanganan yang baik selama produksi atau mengandung *E. coli* tetapi tidak dapat bertahan.

## B. SARAN

Pengujian mutu mikrobiologi produk perlu dilakukan terhadap bakteri *Streptococcus* dan *Vibrio cholerae* agar sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan. Selain itu dilakukan evaluasi keamanan produk dari cemaran kimia pestisida, logam (timbal, tembaga, seng, timah, arsen), bahan tambahan makanan (pengawet, pemanis, pewarna) dan mikotoksin (aflatoksin).

*Challenge test* dengan menggunakan bakteri uji *Salmonella* perlu dilakukan karena adanya *Salmonella* pada produk. Terhadap dua jenis produk yang tidak aman terhadap *Salmonella* disarankan kepada produsen untuk meningkatkan kontrol terhadap bahan baku, higiene pekerja dan lingkungan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustinisari, I. 1998. Pengaruh Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) Segar dan Bertunas Terhadap Proliferasi Beberapa Sel Kanker dan Normal. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Akgul, A. dan M. Kivanc. 1988. Inhibitory effects of selected Turkish spices and oregano components on some food borne fungi. *J. Food Microbiology* 6: 263-268.
- Azzouz, M. A. dan L.B. Bullerman. 1982. Comparative antimycotic effect of selected herbs, spices, plant components and commercial antifungal agents. *J. food Protections.* 45 no. 14: 1298-1301.
- Banwart, G.J. 1981. Basic Food Microbiology. AVI Publishing Co., Inc. New York.
- Broek, A. 1993. Functional foods : the Japanese approach. IFI 1/2 : 4 – 9.
- Budiarso, I.T. 1975. Pencemaran Mikotoksin di Dalam Bahan Makanan dan Masalah Kesehatan di Indonesia. Bagian Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Bogor: 8 Hal.
- Carragay, A.B. 1992. Cancer preventive foods and ingredient. *Food Tech. Med.* 6: 65-68.
- Chow, C.K. 1988. Cellular Antioxidant Defence Mechanisms. Vol III. CRC Press, Florida.
- Commager, H. dan J. Judis. 1965. Mechanism of action of phenolic desinfectant VI. Effect on glucose and succinate metabolism of *E. coli*. *J. of Pharmaceutical Sciences*, Vol 54, No. 10: 1436-1439.
- Cook, F. K. and M. D. Pierson. 1982. Inhibition on bacterial spores by antimicrobials. *Food Tech.* 37 (11) : 115.
- Damardjati, D.J.S., R. Mudjisihono, P.K. Utami, E. Suprapto dan Roestamadja. 1979. Pola penanganan lepas panen dan hubungan dengan kontaminasi *Aspergillus sp.* pada kacang tanah segar di beberapa daerah Jawa. *Proc. Seminar Teknologi Pangan V.* Balai Penelitian Kimia. Departemen Perindustrian, Bogor.



- Darsana, L. 1995. Aktifitas Proliferasi Limfosit dari Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) Segar dan Bertunas pada Limfosit Mencit. Tesis Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Darwis, Indomadjo, A.B.D., dan Hasiyah, S. 1991. Tumbuhan Obat Famili *Zingiberaceae*. Pusat Penelitian Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. 1994. Kodifikasi Peraturan Perundang-undangan Obat Tradisional Jilid I. Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Fardiaz, D. 1997. Makanan fungsional dan pengembangannya melalui makanan tradisional. *Di dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan*. Denpasar, Bali, 16-17 Juli 1997.
- Fardiaz, S. 1983. Keamanan Pangan Jilid I. Jurusan Ilmu Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Fardiaz, S. 1989. Penuntun Praktek Mikrobiologi Pangan. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Bogor.
- Fardiaz, S. 1992a. Mikrobiologi Pangan I. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Fardiaz, S. 1992b. Mikrobiologi Pengolahan Pangan Lanjut. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
- Fardiaz, S. 1992c. Petunjuk Laboratorium Mikrobiologi Pengolahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
- Fardiaz, S. 1993. Analisis Mikrobiologi Pangan. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Foster, E. M., F.E. Nelson, M.L. Speck, R.N. Doetsch dan J.C. Olson. 1957. *Dairy Microbiology*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Frazier, W. C. dan D.C. Westhoff. 1988. *Food Microbiology*. McGraw Hill, Inc. New York.
- Fujio, H., Hiyoshi, A., Asashi, T. dan Suminoe, K. 1969. Studies of the preservative methode of lipid oxidative in freeze dried foods part III. Antioxidant effect of spices and vegetables. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 16:24.
- Gan, S. dan Nafrialdi. 1989. Antikanker dan Imunopresan. *Di dalam: Farmakologi dan Terapi* S. Gan (ed.), hal 686-701. FK UI, Jakarta.



- Griffin, P.M. Ostoff, S. M. dan Tauxe, R. V. 1988. Illness Associated with *Escherichia coli* O157: H7 Infections: A Broad Clinical Spectrum. *Ann. Int. Med.* 190: 705-712.
- Gross, R.J. dan B. Holmes. 1983. Coliform bacteria; various other members of *Enterobacteriaceae*. *Di dalam: S.G. Wilson, S.A. Milces dan M.T. Parker (eds). Principle of Bacteriology, Virology dan Immunity. Vol II. 7 th ed. Edward Arnold Publ., Ltd, London.*
- Gwan, S. O. dan M. S. Rana. 1982. Antimicrobial acitivity of limonene. *Di dalam FTSA Vol 16 (1984) : 11 T 622.*
- Ingram, L.O. 1981. Mechanism of lysis of *E. coli* by ethanol and other chaotropic agent. *J. of Bacteriology. Vol. 146, No. 1: 331-335.*
- Hasanah, 1985. Pencemaran Lada oleh Mikroorganisma di Lampung. *Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri V. X, No. 3-4 : 72-76 pp.*
- Hill, A. F. 1952. *Economy Botany*. McGraw Hill Book Company Inc., NY.
- Huang, Q. R., Matsuda, H., Sakai, K., Yamahara, J., Datamai, Y. 1990. The effect of ginger on serotonin, induced hypothermia and diarrhoea. *J. Pharm. Sci., Japan* 110: 936-942.
- Huang, M. T. dan Ferraro, T. 1992. Phenolic Compound in Food and Cancer Prevention. *Di dalam: Phenolic Compounds in Food and Cancer on Health II. M. T. Huang, C.T. Ho dan C. Y. Lee, (eds. ), hal 25. American Chemical Society, Washington.*
- Hugo, W. B. dan J. G. Russel. 1981. *Pharmaceutical Microbiology* Black Well Scientific Publ., Oxford.
- Jay, J..M. 1978. *Modern Food Microbiology*, 2 nd. Van Nostrand Reinhold Co., New York.
- Jenie, B. S. L. 1988. Sanitasi dalam Industri Pangan. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
- Jenie, B. S. L. dan Fardiaz, S. 1989. Uji Sanitasi dalam Industri Pangan. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
- Judis, J. 1962. Studies on the mechanism of action of phenolic desinfectant I. Release of radioactivity from carbon-14. Labeled *E. coli*. *J. of Pharmaceutical Sciences, Vol. 51, No. 3 : 261-264.*

- Judis, J. 1965. Mechanism of action of phenolic disinfectant IV. Effect of induction and accessibility of substrates to  $\beta$ -galactosidase in *E. coli*. *J. of Pharmaceutical Sciences*, Vol. 54, No. 3: 417-420.

Kapralek, F., E. Jechova dan M. Otavova. 1982. Two site of oxygen control in induced synthesis of respiratory nitrate reductase in *E. coli*. *J. of Bacteriology*, Vol. 149, No. 3: 1142-1145.

Kikuzaki, H. dan Nakatani, N. 1993. Antioxidant effect of some ginger constituent. *J. Food. Sci.* 58: 1407-1409.

Koswara, S. 1995. Jahe dan Hasil Olahannya. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.

Lawrence, A. dan S.S. Block. 1971. *Desinfection, Sterilization and Preservation*. Lea and Febiger, Philadelphia.

Lienni, K. 1991. Pengaruh Sari Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) Terhadap Aktifitas Pertumbuhan Beberapa Bakteri Penyebab Infeksi Makanan. Makalah khusus Fateta, IPB, Bogor.

✓ Mulya, K. dan Sitepu. 1985. Beberapa jenis patogen penting pada tanaman obat. Seminar Lokakarya Pembudidayaan Tanaman Obat Tradisional. Universitas Jendral Sudirman, Purwokerto.

✓ Nabet, F. B. 1996. Zat gizi antioksidan penangkal senyawa radikal pangan dalam sistem biologis. *Di dalam: Prosiding Seminar Senyawa Radikal dan Sistem Pangan: Reaksi Biomolekuler, Dampak terhadap Kesehatan dan Penangkalan*. Kerja Sama Pusat Studi Pangan dan Gizi IPB dengan Kedutaan Prancis. Jakarta et al., (eds). April 4, 1996.

Neguruuela, A., J.P. Alonso, M.M. Rico. 1982. Chemical composition of essential oil a relic population of *sweet gale* (*Myrica gale*) in Spain. *Di dalam: FTSA* Vol. 16 (1984) 11: 11T609.

✓ Nienaber, N.L.P., W.P. Rahayu dan N. Andarwulan. 1997. Sifat antioksidan dan antimikroba rempah-rempah dan bumbu tradisional. Proseding Seminar Pusat Kajian Makanan Tradisional PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.

Nurrahman. 1998. Pengaruh Konsumsi Sari Jahe Terhadap Perlindungan Limfosit dari Stres Oksidatif Pada Mahasiswa Pondok Pesantren Ulil Al- Baab di Bogor. Tesis Program Pascasarjana, IPB, Bogor.

Orskov, F. 1984. *Escherichia castellani* dan *Chalmers* 1919, 941. *Di dalam: Krieg, N. R. (ed). Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Vol I*. William and Wilkins Co., Inc., Baltimore, USA.



- Paimin, B. P. dan Murhananto. 1991. Budidaya, Pengolahan, dan Perdagangan Jahe. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Parry, J.W. 1969. Spices, Vol. I dan II. Chemical Publ. Co., New York.
- Pelczar, M.J., R.D. Reid dan E.S.C. Chan. 1979. Microbiology. McGraw Hill Book, Co., NY.
- Prangdimurti, E. 1998. Mempelajari Efek Perlindungan Ekstrak Jahe Terhadap Respon Imun Mencit yang Diberi Perlakuan Pestisida Paraquat. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Prindle, R.F. dan J. G. Wright. 1971. Phenolic Compound. *Di dalam: A. Lawrence dan S.S. Blocks (eds). Desinfectant, Sterilization and Preservation.* Lea and Fabiger, Philadelphia.
- Pruthi, J.S. 1979. Spices and Condiments, Chemistry, Microbiology and Technology. Academic Press, New York.
- Przybylsky, K.S. dan L.D. Witter. 1979. Injury and recovery of *E. coli* after sublethal acidification. *J. Applied and Environmental Microbiology* 37 (2): 261-265.
- Purseglove, J.W., E.G. Brown, C.L. Green dan S.R.J. Robbins. 1981. Spices, Vol I dan II. Longman Group Ltd., London dan New York.
- Rajab, M. T. 1999. Mempelajari Pengaruh Ekstrak Jahe (*Zingiber Officinale Roscoe*) Terhadap Produksi Radikal Bebas Makrofag Mencit sebagai Indikator Imunostimulan secara in vitro. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Rismunandar. 1988. Rempah-rempah Komoditi Eksport Indonesia. Sinar Baru, Bandung.
- Salle, A.J. 1978. Principle of Bacteriology. Tata McGraw Hill Publ., Co., Ltd., New Delhi.
- Shelef, L.A. 1983. Antimicrobial effect of spices. *J. Food Safe.* 6: 23-44
- Subarnas, A. dan Sidik. 1997. Peranan dan Khasiat Rempah-rempah dalam Jamu. Prosiding Seminar Pusat Kajian Makanan Tradisional, PAU Pangan dan Gizi, IPB. Bogor.



Lampiran 1. Hasil perhitungan jumlah koloni TPC, kapang kamir, bakteri pembentuk spora, dan *Staphylococcus* pada produk minuman jahe (tempat I)

No.	Kode Sampel	Ulangan	TPC (CFU/g)		Kapang Kamir (CFU/g)		Pembentuk spora (CFU/ml)		<i>Staphylococcus</i> (CFU/g)	
			1		2		1		2	
			1	2	1	2	1	2	1	2
1	A	I	2,9.10 <sup>3</sup>	2,8.10 <sup>3</sup>	<10	<10	*	*	<10	<10
		II	2,7.10 <sup>3</sup>	1,6.10 <sup>3</sup>	<10	<10	*	*	<10	<10
2	B	I	6,9.10 <sup>2</sup>	5,8.10 <sup>2</sup>	<3,0.10 <sup>2</sup> (4,0,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (2,5,10)	*	*	<3,0.10 <sup>2</sup> (7,5,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (4,5,10)
		II	6,6.10 <sup>2</sup>	6,1.10 <sup>2</sup>	<3,0.10 <sup>2</sup> (3,0,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (4,0,10)	*	*	<3,0.10 <sup>2</sup> (5,0,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (8,0,10)
3	C	I	1,6.10 <sup>3</sup>	3,6.10 <sup>3</sup>	<10	<10	*	*	<10	<10
		II	1,2.10 <sup>3</sup>	6,2.10 <sup>2</sup>	<10	<10	*	*	<10	<10
4	D	I	<3,0.10 <sup>2</sup> (9,0,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (5,5,10)	<10	<10	*	*	<10	<10
		II	<3,0.10 <sup>2</sup> (1,0,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (0,5,10)	<10	<10	*	*	<10	<10
5	E	I	1,9.10 <sup>3</sup>	1,6.10 <sup>3</sup>	*	*	<10	<10	<10	<10
		II	1,7.10 <sup>5</sup>	2,0.10 <sup>5</sup>	*	*	<10	<10	<10	<10
6	F	I	<3,0.10 <sup>2</sup> (8,0,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (8,0,10)	<10	<10	*	*	<10	<10
		II	<3,0.10 <sup>2</sup> (1,2,10 <sup>2</sup> )	<3,0.10 <sup>2</sup> (4,0,10)	<10	<10	*	*	<10	<10
7	G	I	<3,0.10 <sup>2</sup> (1,6,10 <sup>2</sup> )	<3,0.10 <sup>2</sup> (1,5,10 <sup>2</sup> )	<10	<10	*	*	<10	<10
		II	<3,0.10 <sup>2</sup> (2,4,10 <sup>2</sup> )	<3,0.10 <sup>2</sup> (2,1,10 <sup>2</sup> )	<10	<10	*	*	<10	<10
8	H	I	9,0.10 <sup>4</sup>	7,2.10 <sup>4</sup>	<10	<10	*	*	<3,0.10 <sup>2</sup> (6,9,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (4,5,10)
		II	1,0.10 <sup>5</sup>	7,5.10 <sup>4</sup>	<10	<10	*	*	<3,0.10 <sup>2</sup> (1,5,10 <sup>2</sup> )	<3,0.10 <sup>2</sup> (1,0,10 <sup>2</sup> )
9	I	I	<3,0.10 <sup>2</sup> (1,5,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (6,5,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (0,5,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (1,0,10)	*	*	<10	<10
		II	<3,0.10 <sup>2</sup> (6,5,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (0,5,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (0,5,10)	<10	*	*	<10	<10
10	J	I	6,6.10 <sup>2</sup>	8,0.10 <sup>2</sup>	<10	<10	*	*	<10	<10
		II	8,2.10 <sup>2</sup>	4,8.10 <sup>2</sup>	<10	<10	*	*	<10	<10
11	K	I	<3,0.10 <sup>2</sup> (4,0,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (4,0,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (0,5,10)	<10	*	*	<10	<10
		II	<3,0.10 <sup>2</sup> (4,5,10)	<3,0.10 <sup>2</sup> (2,0,10)	<10	<10	*	*	<10	<10
12	L	I	<10	<10	<10	<10	*	*	<10	<10
		II	<10	<10	<10	<10	*	*	<10	<10



Lampiran 2. Hasil perhitungan jumlah koloni TPC, kapang kamir, bakteri pembentuk spora, dan *Staphylococcus* pada produk minuman jahe (tempat II)

No Sampel	Kode Ulangan	TPC (CFU/g)		Kapang Kamir (CFU/g)		Pembentuk Spora (CFU/ml)		<i>Staphylococcus</i> (CFU/g)	
		1		2		1		2	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	A	I 1,0.10 <sup>3</sup> 9,4.10 <sup>2</sup>	I 1,0.10 <sup>3</sup> 9,7.10 <sup>2</sup>	<10 <10	<10 <10	*	*	<10 <10	<10 <10
	II								
2	B	I 4,4.10 <sup>2</sup>	I 7,3.10 <sup>2</sup>	<3,0.10 <sup>2</sup> (3,5.10) <3,0.10 <sup>2</sup> (6,0.10 <sup>1</sup> )	<3,0.10 <sup>2</sup> (4,0.10) <3,0.10 <sup>2</sup> (4,0.10)	*	*	<10 <10	<3,0.10(2,0.10) <3,0.10(1,0.10)
	II								
3	C	I 3,5.10 <sup>2</sup>	I 3,2.10 <sup>2</sup>	<10 <10	<10 <10	*	*	<10 <10	<10 <10
	II								
4	D	I 3,3.10 <sup>2</sup>	I <3,0.10 <sup>2</sup> (2,2.10 <sup>2</sup> )	<10 <10	<10 <10	*	*	<10 <10	<3,0.10 <sup>1</sup> (0,5.10 <sup>1</sup> )
	II								
5	E	I 3,8.10 <sup>4</sup>	I 3,3.10 <sup>4</sup>	3,3.10 <sup>4</sup> 3,7.10 <sup>4</sup>	*	*	*	<10 <10	<10 <10
	II								
6	F	I <3,0.10 <sup>2</sup> (5,5.10 <sup>1</sup> )	I <3,0.10 <sup>2</sup> (2,0.10 <sup>1</sup> )	<3,0.10(0,5.10) <3,0.10(0,5.10)	<10 <10	*	*	<10 <10	<10 <10
	II								
7	G	I <3,0.10 <sup>2</sup> (4,5.10 <sup>1</sup> )	I <3,0.10 <sup>1</sup> (2,5.10 <sup>1</sup> )	<3,0.10(0,5.10) <3,0.10(0,5.10)	<10 <10	*	*	<10 <10	<10 <10
	II								
8	H	I 2,3.10 <sup>2</sup>	I 2,8.10 <sup>2</sup>	2,7.10 <sup>2</sup> 2,3.10 <sup>2</sup>	<10 <10	*	*	<10 <10	<10 <10
	II								
9	I	I <3,0.10 <sup>1</sup> (0,5.10 <sup>1</sup> )	I <3,0.10 <sup>1</sup> (2,0.10 <sup>1</sup> )	<10 <10	<10 <10	*	*	<10 <10	<3,0.10 <sup>1</sup> (1,0.10)
	II								
10	J	I 1,4.10 <sup>3</sup>	I 1,3.10 <sup>3</sup>	2,0.10 <sup>3</sup> 1,6.10 <sup>3</sup>	<10 <10	*	*	<10 <10	<10 <10
	II								



Lampiran 3. Reaksi spesifik bakteri enteropatogenik pada agar TSI dan medium LIM atau SIM<sup>a</sup> \*

Organisme	Agar TSI <sup>b</sup>				Medium LIM atau SIM <sup>c</sup>			
	Perniagaan	Bawah	Gas	H <sub>2</sub> S	Lisin	H <sub>2</sub> S	Indol	Motilitas
<i>Salmonella typhi</i>	B	A	-	+	+	+	-	+
<i>Salmonella paratyphi A</i>	B	A	+	-	-	-	-	+
<i>Salmonella lainnya</i> (termasuk <i>S.paratyphi B</i> dan <i>S. paratyphi C</i> )	B	A	+	+	+	+	-	+
<i>Shigella</i>	B	A	- <sup>d</sup>	-	-	-	v <sup>e</sup>	-
<i>Y. enterolitica</i>	A	A	-	-	-	-	v	-
<i>V. cholera</i>	A	A	-	-	+	-	+	+
<i>V. parahaemolyticus</i>	B	A	-	-	+	-	+	+

\* (Jenie dan Fardiaz, 1989)

<sup>a</sup>Suhu inkubasi 35<sup>0</sup>C selama 18-24 jam

<sup>b</sup>B, basa (merah); A, asam (kuning), -, negatif; +, positif; +, reaksi bervariasi

<sup>c</sup>Pada medium LIM tidak dapat dideteksi pembentukan H<sub>2</sub>S; pada medium SIM tidak dapat dideteksi pembentukan lisin dekarboksilase; lisin - (kuning); lisin + (ungu); H<sub>2</sub>S + (hitam); indol + (merah setelah ditambah pereaksi Kovacs)

<sup>d</sup>*S. sendai*, *S. abortus-equi*, *S. gallinarum*, *S. berta*, *S. cholerae-suis* mungkin tidak memproduksi H<sub>2</sub>S

<sup>e</sup>*S. pullorum* dan *S. gallinarum* bersifat non motil

<sup>f</sup>Beberapa biotipe *S. graqsenteri* dan *S. flexneri* mungkin memproduksi gas

<sup>g</sup>Reaksi bervariasi



Hasil Cipta Dikembangkan Untuk Menghindari

1. Diketahui oleh siapa saja bahwa data ini merupakan data sensitif

2. Diketahui hanya untuk kepentingan penelitian, penulis, penulis bersama, penulis bersama dengan penulis lainnya

3. Diketahui oleh siapa saja bahwa data ini merupakan data sensitif