

Lampiran

Pengukuran Parameter Waktu

Tabel 3 Hasil pengukuran waktu

Stopwatch	Waktu ke				
	5 menit	10 menit	15 menit	20 menit	25 menit
X1	4,59	9,58	15,01	20,01	24,59
X2	5,02	9,59	15	20	25
X3	5,01	10,01	14,59	19,59	25,01
X4	5,03	10,01	15,02	20,59	24,59
X5	5,02	10	14,59	20,01	25,01
Rata-rata	4,9	9,8	14,8	19,8	25,04
standar deviasiasi	0,22	0,29	0,29	0,29	0,29
Nilai kesalahan	1,4 %	1,7 %	1,6 %	0,75%	0,2%

a. Rata-rata

$$\text{Rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Diketahui:

$$\bar{X} = \text{Rata-rata.....?}$$

$$\sum X_i = 4,59 + 5,02 + 5,01 + 5,03 + 5,02 = 24,68$$

$$n = 5$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{24,68}{5} \\ &= 4,936 \end{aligned}$$

b. Rata-rata

$$\text{Rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Diketahui:

$$\bar{X} = \text{Rata-rata.....?}$$

$$\sum Xi = 9,58 + 9,59 + 10,01 + 10,01 + 10 = 49,19$$

$$n = 5$$

Dimana:

$$\bar{X} = \frac{49,18}{5}$$

- **SD**

$$SD_5 = \sqrt{\frac{(X1 - \bar{X})^2 + (X2 - \bar{X})^2 + \dots + (X9 - \bar{X})^2}{n-1}}$$

=

$$\sqrt{\frac{(5 - 4,59)^2 + (5 - 5,02)^2 + (5 - 5,01)^2 + (5 - 5,03)^2 + (5 - 5,02)^2}{5-1}}$$

$$= 0,22$$

- **SD**

$$SD_{10} = \sqrt{\frac{(X1 - \bar{X})^2 + (X2 - \bar{X})^2 + \dots + (X9 - \bar{X})^2}{n-1}}$$

=

$$\sqrt{\frac{(10 - 9,58)^2 + (10 - 9,59)^2 + (10 - 10,01)^2 + (10 - 10,01)^2 + (10 - 10,01)^2}{5-1}}$$

$$= 0,29$$

4.2.2 Hasil Pengukuran Pada Output LM35 Dan Tampilan Suhu

Tabel 4 Hasil pengukuran Output LM35 dan tampilan suhu

Thermometer	Suhu tampilan				
	15°C	20°C	30°C	40°C	50°C
X1	16	22	31,5	42,2	51
X2	17	23,35	32,2	41,5	50,5

X3	15	20,3	30,5	39,5	51,5
X4	16,5	21,3	30,5	40,5	50,5
X5	17,5	19,5	31,5	41,5	50,8
Rata-rata	16,4	19,5	31,24	41,04	50,8
standar deviasi	1,83	2,13	1,56	1,66	1
Nilai kesalahan	9,3%	6,45%	4,13%	2,6%	0,16%

a. Rata-rata

$$\text{Rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Diketahui:

$$\bar{X} = \text{Rata-rata.....?}$$

$$\sum Xi = 16 + 17 + 15 + 16,5 + 17,5 = 82$$

$$n = 5$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{82}{5} \\ &= 16,4 \end{aligned}$$

b. Rata-rata

$$\text{Rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Diketahui:

$$\bar{X} = \text{Rata-rata.....?}$$

$$\sum Xi = 22 + 23,35 + 20,3 + 21,3 + 19,5 = 106,45$$

$$n = 5$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{106,45}{5} \\ &= 21,29 \end{aligned}$$

- **SD**

$$\begin{aligned}
 SD_{15} &= \sqrt{\frac{(X1 - \bar{X})^2 + (X2 - \bar{X})^2 + \dots + (X9 - \bar{X})^2}{n-1}} \\
 &= \\
 &= \sqrt{\frac{(15 - 16)^2 + (15 - 17)^2 + (15 - 15)^2 + (15 - 16,5)^2 + (15 - 17,5)^2}{5 - 1}} \\
 &= 1,83
 \end{aligned}$$

- **SD**

$$\begin{aligned}
 SD_{20} &= \sqrt{\frac{(X1 - \bar{X})^2 + (X2 - \bar{X})^2 + \dots + (X9 - \bar{X})^2}{n-1}} \\
 &= \\
 &= \sqrt{\frac{(20 - 22)^2 + (20 - 23,35)^2 + (20 - 20,35)^2 + (20 - 21,3)^2 + (20 - 19,5)^2}{5 - 1}} \\
 &= 2,13
 \end{aligned}$$

4.2.3. Hasil Pengukuran Kecepatan Putaran Motor (RPM) Dengan *Tachometer*.

Tabel 5 Hasil pengukuran *rpm*

<i>Thacometer</i>	Rpm tampilan				
	30%	40%	50%	60%	70%
X1	38,8	48,5	58,2	66,8	73,3
X2	38,2	45,8	57,8	66,5	75,8
X3	35,5	45,5	55,2	65,8	78,2
X4	35,8	45,8	52,5	61,8	72,5
X5	32,8	45,62	55,78	63,8	75,5
Rata-rata	36,22	48,5	55,78	64,94	75,06
standar devisiasi	6,27	6,63	6,86	5,91	6,8
Nilai kesalahan	20,7%	13,9%	11,5%	8,23%	7,22%

a. Rata-rata

$$\text{Rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Diketahui:

$$\bar{X} = \text{Rata-rata.....?}$$

$$\sum Xi = 38,8 + 38,2 + 35,5 + 35,8 + 32,8 = 180,5$$

$$n = 5$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{180,5}{5} \\ &= 36,16 \end{aligned}$$

b. Rata-rata

$$\text{Rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Diketahui:

$$\bar{X} = \text{Rata-rata.....?}$$

$$\sum Xi = 48,5 + 45,8 + 45,5 + 45,8 + 42,5 = 228,1$$

$$n = 5$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{228,1}{5} \\ &= 45,62 \end{aligned}$$

• **SD**

$$SD_{15} = \sqrt{\frac{(X1 - \bar{X})^2 + (X2 - \bar{X})^2 + \dots + (X9 - \bar{X})^2}{n-1}}$$

=

$$\sqrt{\frac{(30 - 38,8)^2 + (30 - 38,2)^2 + (30 - 35,5)^2 + (30 - 35,8)^2 + (30 - 32,8)^2}{5-1}}$$

$$= 6,27$$

- **SD**

$$\begin{aligned}
 SD_{15} &= \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_9 - \bar{X})^2}{n-1}} \\
 &= \\
 &= \sqrt{\frac{(40 - 48,5)^2 + (40 - 45,8)^2 + (40 - 45,5)^2 + (40 - 45,8)^2 + (40 - 42,5)^2}{5-1}} \\
 &= 6,63
 \end{aligned}$$

2. Program alat

```
// Chip type      : ATmega8
```

```
// AVR Core Clock frequency: 16,000000 MHz
```

```
// atmega8 library
```

```
#include <mega8.h>
```

```
// standart i/o library
```

```
#include <stdio.h>
```

```
// lcd library
```

```
#include <alcd.h>
```

```
// delay library
```

```
#include <delay.h>
```

```
// mode adc avcc pin 10bit
```

```
#define ADC_VREF_TYPE 0x40
```

```
// definisi input

#define set    PIND.6

#define up     PIND.7

#define down   PINB.0

#define start  PINB.1

// definisi output

#define heater PORTB.2

#define motor  OCR2

#define fan    PORTB.4

// pin sensor

#define sensorsuhu  0

char buff[33];

eeprom int jam=0,menit=1,suhu=35,pwm=100;

int tjam=0,tmenit=0,t detik=0,tanda_start=0,timerfix=3,timer=0;

float temp;

// Read the AD conversion result

unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)

{
```

```

ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);

// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage

delay_us(10);

// Start the AD conversion

ADCSRA|=0x40;

// Wait for the AD conversion to complete

while ((ADCSRA & 0x10)==0);

ADCSRA|=0x10;

return ADCW;

}

/*

rumus timer:

(16bit+1)-(1detik*(xtal/prescaller)

TCNT: (65535+1)+(1*(16mhz/1024))

TCNT: 49911

jadikan HEXADESIMAL

TCNT: C2F7

*/

// Timer1 overflow interrupt service routine

```

```
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)

{

// Reinitialize Timer1 value

TCNT1H=0xC2F7 >> 8;

TCNT1L=0xC2F7 & 0xff;

// Place your code here

if(tanda_start==1){

tdetik--;

if(tdetik<0){tmenit--;tdetik=59;}

if(tjam>0){

if(tmenit<0){tjam--;tmenit=59;}

}

}

if(tjam==0&&tmenit==0&&tdetik==0)tanda_start=0;

if(temp>suhu){if(timer<timerfix)timer++;}

else timer=0;

}
```

```
// Declare your global variables here

float baca_suhu(){

// nilai 500 di dapat dari 5000mv(5v)/10mv : 500

// ketelitian lm35 10mv/derajat

// nilai 1023 adalah nilai tertinggi (5v) pada pembacaan adc

float factor_error=0; // kalibrasi sensor

long int index,avg=0;

float temp,average;

for(index=0;index<100;index++){avg=avg+read_adc(sensorsuhu);delay_ms(1);}

average=(float)avg/100-factor_error;

temp=(float)average*500/1023; //rumus untuk mengubah kedalam derajat celcius

return temp;

}

// menu pengaturan

void setmenu(){

int menu=0; // lokal variable menu

lcd_clear();
```

```
delay_ms(200);

// masuk while

while(1){

// pilih menu

if(set==0)menu++;

if(menu>3)menu=0;

if(menu==0){

lcd_clear();

lcd_gotoxy(0,0);

sprintf(buff,"Temp ~%d",suhu);

lcd_puts(buff);

lcd_putchar(0xdf);

lcd_putchar('C');

lcd_gotoxy(0,1);

sprintf(buff,"Time %02d : %02d",jam,menit);

lcd_puts(buff);

// atur nilai

if(up==0)suhu++;

if(down==0)suhu--;
```

```
if(suhu>50)suhu=25;
```

```
if(suhu<25)suhu=50;
```

```
}
```

```
if(menu==1){
```

```
lcd_clear();
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
sprintf(buff,"Temp %d",suhu);
```

```
lcd_puts(buff);
```

```
lcd_putchar(0xdf);
```

```
lcd_putchar('C');
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

```
sprintf(buff,"Time ~%02d : %02d",jam,menit);
```

```
lcd_puts(buff);
```

```
if(up==0)jam++;
```

```
if(down==0)jam--;
```

```
if(jam>23)jam=0;
```

```
if(jam<0)jam=23;
```

```
}
```

```
if(menu==2){  
  
    lcd_clear();  
  
    lcd_gotoxy(0,0);  
  
    sprintf(buff,"Temp %d",suhu);  
  
    lcd_puts(buff);  
  
    lcd_putchar(0xdf);  
  
    lcd_putchar('C');  
  
    lcd_gotoxy(0,1);  
  
    sprintf(buff,"Time %02d :~%02d",jam,menit);  
  
    lcd_puts(buff);  
  
    if(up==0)menit++;  
  
    if(down==0)menit--;  
  
    if(menit>59)menit=0;  
  
    if(menit<0)menit=59;  
  
}
```

```
if(menu==3){  
  
    lcd_clear();  
  
    lcd_gotoxy(0,0);  
  
    sprintf(buff,"Time %02d : %02d",jam,menit);  
  
    lcd_puts(buff);
```

```
lcd_gotoxy(0,1);

sprintf(buff,"Rpm ~%d",pwm);

lcd_puts(buff);

if(up==0)pwm++;

if(down==0)pwm--;

if(pwm>255)pwm=0;

if(pwm<0)pwm=255;

}

if(start==0)break;

delay_ms(200);

}

// salin nilai dari menu

tjam=jam;

tmenit=menit;

tdetik=0;

// akifkan motor heater dan blower
```

```
motor=pwm*2.5;

heater=0; // on

fan=1;

// tanda start di mulai

tanda_start=1;

}

void running(){

temp = baca_suhu();

if(timer>=timerfix){

heater=1; // off

fan=0;

}

if(temp<(suhu-1)){

heater=0; // on

fan=1;

}
```

```
lcd_clear();

lcd_gotoxy(0,0);

sprintf(buff,"%d",suhu);

lcd_puts(buff);

lcd_putchar(0xdf);

lcd_putchar('C');

lcd_gotoxy(7,0);

sprintf(buff,"~ %.1f",temp);

lcd_puts(buff);

lcd_putchar(0xdf);

lcd_putchar('C');

lcd_gotoxy(0,1);

sprintf(buff,"%02d:%02d:%02d ",tjam,tmenit,tetik);

lcd_puts(buff);

delay_ms(100);

if(tanda_start==0){

motor=0;

heater=1; // off
```

```
fan=0;

tanda_start=0;

lcd_clear();

lcd_gotoxy(0,0);

lcd_putsf("Selesai");

lcd_gotoxy(0,1);

lcd_putsf("Tekan Reset !");

while(1);

}

}

void main(void)

{

// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization

// Port B initialization

// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=Out Func3=Out Func2=Out Func1=In Func0=In

// State7=T State6=T State5=T State4=0 State3=0 State2=0 State1=P State0=P
```

```
PORTB=0x07;
```

```
DDRB=0x1C;
```

```
// Port C initialization
```

```
// Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
```

```
// State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
```

```
PORTC=0x00;
```

```
DDRC=0x00;
```

```
// Port D initialization
```

```
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
```

```
// State7=P State6=P State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
```

```
PORTD=0xC0;
```

```
DDRD=0x00;
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
```

```
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer 0 Stopped
```

```
TCCR0=0x00;
```

```
TCNT0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: 15,625 kHz

// Mode: Normal top=0xFFFF

// OC1A output: Discon.

// OC1B output: Discon.

// Noise Canceler: Off

// Input Capture on Falling Edge

// Timer1 Overflow Interrupt: On

// Input Capture Interrupt: Off

// Compare A Match Interrupt: Off

// Compare B Match Interrupt: Off

TCCR1A=0x00;

TCCR1B=0x05;

TCNT1H=0xC2;

TCNT1L=0xF7;

ICR1H=0x00;

ICR1L=0x00;

OCR1AH=0x00;

OCR1AL=0x00;

OCR1BH=0x00;
```

```
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: 250,000 kHz

// Mode: Phase correct PWM top=0xFF

// OC2 output: Non-Inverted PWM

ASSR=0x00;

TCCR2=0x64;

TCNT2=0x00;

OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization

// INT0: Off

// INT1: Off

MCUCR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization

TIMSK=0x04;

// USART initialization
```

```
// USART disabled

UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization

// Analog Comparator: Off

// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off

ACSR=0x80;

SFIOB=0x00;

// ADC initialization

// ADC Clock frequency: 1000,000 kHz

// ADC Voltage Reference: AVCC pin

ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;

ADCSRA=0x84;

// SPI initialization

// SPI disabled

SPCR=0x00;

// TWI initialization

// TWI disabled
```

```
TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization

// Connections are specified in the

// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:

// RS - PORTD Bit 5

// RD - PORTC Bit 5

// EN - PORTD Bit 4

// D4 - PORTD Bit 3

// D5 - PORTD Bit 2

// D6 - PORTD Bit 1

// D7 - PORTD Bit 0

// Characters/line: 16

lcd_init(16);

// Global enable interrupts

#asm("sei")

lcd_clear();

lcd_gotoxy(0,0);

lcd_putsf("Orbital Sheker");
```

```
lcd_gotoxy(0,1);  
  
lcd_putsf("Inkubator");  
  
delay_ms(1000);  
  
  
setmenu();  
  
  
while (1)  
{  
    // Place your code here  
  
    running();  
  
}  
}
```

MAKALAH BIOTEKNOLOGI FAKTOR EKSTRINSIK PERTUMBUHAN MIKROORGANISME PADA MAKANAN

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan mikroorganisme dalam makanan selain dipengaruhi faktor internal dari dalam diri mikroorganisme itu sendiri juga dipengaruhi faktor eksternal yaitu faktor luar. Pengendalian mikroorganisme dalam bahan makanan perlu dilakukan apabila kita menginginkan bahan makanan tersebut tidak cepat rusak atau cepat menjadi busuk, melainkan menjadi tahan lama.

Kerusakan bahan makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme terjadi karena mikroorganisme tersebut berkembangbiak dan bermetabolisme sedemikian rupa sehingga bahan makanan mengalami perubahan yang menyebabkan kegunaannya sebagai bahan pangan menjadi terganggu. Proses kerusakan ini dimungkinkan karena bahan makanan memiliki persyaratan untuk pertumbuhan mikroorganisme. Dengan demikian, kerusakan bahan makanan dapat terjadi apabila tersedia substrat (yaitu bahan makanan tsb.) yang cocok, kemudian bahan makanan itu telah tercemar oleh mikroorganisme dan ada kesempatan bagi mikroorganisme untuk berkembangbiak. Oleh karena itu, perlu dipelajari bahwa faktor eksternal menjadi sangat penting bagi mikroorganisme untuk berkembang di dalam suatu produk makanan.

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka rumusan masalah kami, yaitu :

“Bagaimana faktor eksternal yang mempengaruhi perkembangan mikroorganisme dalam makanan?”

C. Tujuan

Adapun tujuan kami dari rumusan masalah diatas, yaitu:

“Mengetahui faktor eksternal yang mempengaruhi perkembangan mikroorganisme dalam makanan.”

BAB II

PEMBAHASAN

A. Faktor Ekstrinsik Perkembangan Mikroorganisme pada Makanan

Makanan merupakan tempat tumbuhnya mikroorganisme. Namun tidak semua mikroorganisme mampu tumbuh pada semua makanan dengan optimal. Mikroorganisme membutuhkan kondisi tertentu agar dapat tumbuh dengan optimal. Faktor yang mempengaruhi perkembangan dalam mikroorganisme diantaranya adalah faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik antara lain adalah pH, aktivitas air, potensial oksidasi-reduksi, kandungan nutrisi, senyawa antimikrobia, dan struktur biologis sedangkan faktor ekstrinsik diantaranya adalah suhu penyimpanan, kelembapan relatif serta komposisi gas. Dalam makalah ini hanya akan dibahas pengaruh perkembangan mikroorganisme dari faktor ekstrinsik. Faktor ekstrinsik merupakan faktor yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dari penanganan dan penyimpanan bahan pangan.

Faktor ekstrinsik yang mempengaruhi perkembangan mikroorganisme :

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan terpenting yang mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan mikroorganisme. Suhu dapat mempengaruhi mikroorganisme dalam dua cara yang berlawanan :

- Apabila suhu naik, kecepatan metabolisme naik dan pertumbuhan dipercepat. Sebaliknya apabila suhu turun kecepatan metabolisme juga turun dan pertumbuhan terhambat.
- Apabila suhu naik atau turun, tingkat pertumbuhan mungkin terhenti, komponen sel menjadi tidak aktif dan sel-sel dapat mati.

Berdasarkan hal di atas, beberapa hal yang berhubungan dengan suhu bagi setiap mikroorganisme dapat digolongkan sebagai berikut :

- **Suhu minimum**, di bawah suhu ini pertumbuhan mikroorganisme tidak terjadi lagi
- **Suhu optimum**, suhu dimana pertumbuhan paling cepat
- **Suhu maksimum**, di atas suhu ini pertumbuhan mikroorganisme tak mungkin terjadi.

Tabel 1 Pengelompokkan mikroorganisme berdasarkan reaksi pertumbuhan terhadap suhu

Kelompok	Suhu pertumbuhan minimum (°C)	Suhu pertumbuhan optimum (°C)	Suhu pertumbuhan maksimum (°C)
Psikrofil	-5 – +5	12 – 15	15 – 20
Psikrotrof	-5 – +5	25 – 30	30 – 35
Mesofil	5 – 15	30 – 40	40 – 47
Thermofil	40	45 – 55	60 – 80
Thermotrof	15	42 – 46	50

Sehubungan dengan pengaruh suhu terhadap ketahanan hidup mikroorganisme, pemanasan atau kenaikan suhu bersifat jauh lebih merusak dari pada pendinginan. Berdasarkan hal ini mikroorganisme dapat dikelompokkan menjadi 3 golongan :

- Peka terhadap panas, dimana hampir semua sel rusak apabila dipanaskan 60 °C selama 10 – 20 menit
- Tahan terhadap panas, dimana dibutuhkan suhu 100 °C selama 10 menit untuk mematikan sel
- Thermodurik, dimana dibutuhkan suhu lebih dari 60 °C selama 10 – 20 menit tetapi kurang dari 100 °C selama 10 menit untuk mematikan sel.

Bakteri pembentuk spora seperti *Clostridium* dan *Bacillus* termasuk kelompok yang tahan terhadap panas. Kebanyakan mikroorganisme yang tahan terhadap suhu rendah sampai suhu pembekuan dan walaupun pertumbuhan serta pembelahan mungkin dihambat, sel mikroorganisme dapat bertahan hidup untuk jangka waktu cukup lama pada suhu pendinginan \pm 5 °C. Pada suhu pembekuan, kerusakan sel terjadi tetapi tidak secepat pada suhu tinggi. Pada kenyataannya jika sel tetap tahan hidup pada awal suhu pembekuan, sel ini tetap dapat hidup untuk waktu cukup lama pada keadaan beku. Ini adalah suatu kehidupan yang tertunda karena

fungsi sel terhenti dan bila media sekitarnya dicairkan kembali metabolisme akan berlangsung kembali. Pembekuan biasanya digunakan sebagai cara pengawetan dan mempertahankan mikroorganisme.

2. Kelembapan Relatif

Kelembaban lingkungan (relative humidity, RH) penting bagi a_w (aktivitas air) makanan dan pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan bahan makanan. Ruang penyimpanan yang memiliki RH rendah akan menyebabkan bahan makanan yang tidak dikemas mengalami kekeringan pada permukaannya dan dengan demikian mengubah nilai aktivitas airnya. Produk bahan makanan yang kering ini bila dibawa ke lingkungan yang lembab (RH tinggi) akan menyerap kelembaban sehingga permukaannya dapat ditumbuhi jamur. Hal yang sama akan terjadi bila bahan makanan yang telah didinginkan dibawa ke lingkungan yang lebih hangat. Hal ini akan menyebabkan kondensasi air di bagian permukaannya. Proses ini penting untuk diperhatikan pada pengepakan produk yang dapat membusuk, karena biasanya ruang pengepakan lebih hangat dibandingkan dengan ruang pendingin, sehingga akan terbentuk lapisan tipis air kondensasi. Hal ini akan menyebabkan peningkatan aktivitas air yang pada gilirannya dapat mempermudah pertumbuhan mikroorganisme.

3. Komposisi gas

Udara mengandung beberapa jenis gas seperti O_2 , CO_2 , N_2 , H_2 , O_3 dan lain-lain. Keberadaan dan konsentrasi gas di udara dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme, yang paling banyak mempengaruhi adalah gas O_2 dan CO_2 . Tidak seperti bentuk kehidupan lainnya, mikroorganisme berbeda nyata dalam kebutuhan oksigen yang digunakan untuk metabolisme.

Beberapa kelompok dapat dibedakan sebagai berikut :

- Mikroorganisme aerobik, dimana tersedianya oksigen dan penggunaannya dibutuhkan untuk pertumbuhan.
- Mikroorganisme anaerobik, tidak dapat tumbuh dengan adanya oksigen dan bahkan oksigen ini dapat merupakan racun bagi mikroorganisme tersebut.
- Mikroorganisme fakultatif anaerob, dimana oksigen akan dipergunakan apabila tersedia, kalau tidak tersedia mikroorganisme ini tetap dapat tumbuh dalam keadaan anaerob.
- Mikroorganisme mikroaerofilik, dimana mikroorganisme yang lebih dapat tumbuh pada kadar oksigen yang lebih rendah dari pada kadar oksigen dalam atmosfer.

BAB III

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat kami simpulkan, bahwa faktor eksternal yang mempengaruhi perkembangan mikroorganisme dalam makanan adalah suhu, kelembaban relatif, dan komposisi gas. Setiap mikroorganisme mempunyai tingkat perkembangan sendiri-sendiri terhadap faktor eksternal tersebut (berbeda-beda)

B. Saran

Saran yang dapat kami berikan, antara lain dalam pembahasan seharusnya lebih mendalam dan diperjelas dengan menggunakan gambar.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang bersifat gram positif, tidak membentuk flora, dan dapat membentuk koki, kokobasili atau batang, katalase negatif, non-motil atau sedikit motil, mikroaerofilik sampai anaerob, toleran terhadap asam, kemoorganotrofik, dan membutuhkan suhu mesofilik (Salminen dan Von Wright, 1998). Sifat terpenting dari bakteri asam laktat adalah kemampuannya untuk memfermentasi gula menjadi asam laktat.

Produksi asam inilah yang pada akhirnya dapat menghambat pertumbuhan mikroba lain yang tidak diinginkan dan membantu meningkatkan absorpsi mineral (termasuk kalsium). Penurunan absorpsi mineral terjadi akibat gerakan peristaltik usus yang semakin cepat. Namun, tidak semua bakteri asam laktat dapat di klaim sebagai probiotik. Probiotik adalah mikroba hidup yang memberikan efek menguntungkan bagi kesehatan manusia.

Beberapa persyaratan agar bakteri asam laktat dapat diklasifikasikan sebagai probiotik adalah: (1) stabil terdapat asam (terutama asam lambung) dan garam empedu, (2) mampu bertahan hidup selama berada bagian atas usus kecil, (3) dapat memproduksi senyawa antimikroba, (4) mampu menempel dan mengolonisasi sel manusia, (5) tumbuh baik dan berkembang dalam saluran pencernaan, (6) aman digunakan oleh manusia, serta (7) mampu membentuk lingkungan mikroflora yang normal dan seimbang. Beberapa jenis bakteri asam laktat yang sering digunakan sebagai probiotik adalah *Lactobacillus* dan *Bifidobacteria*.

Bakteri asam laktat mempunyai banyak klaim kesehatan. Selain mempertahankan imunitas dan mencegah penggunaan antibiotik, bakteri asam laktat juga mempunyai manfaat lain, seperti: mencegah kanker kolon, memperbaiki metabolisme lemak, mengurangi kadar

kolesterol darah, memperbaiki pencernaan, dan stimulasi gastrointestinal. Bakteri ini juga dapat menekan senyawa beracun hasil metabolisme lemak dan protein serta hasil pemecahan enzim tertentu, sehingga mengurangi beban kerja hati.

Klaim kesehatan lain dari bakteri asam laktat adalah dapat memperbaiki malabsorpsi laktosa (gula susu) didalam tubuh, terutama bakteri *Lactobacillus* dan *Bifidobacteria*, sehingga dapat membantu proses pencernaan susu. Selain itu, klaim ini juga mempunyai manfaat ganda, yaitu meningkatkan absorpsi mineral, terutama kalsium yang banyak terdapat pada susu. Menurut Reiner (1989), 75 persen kebutuhan kalsium tubuh dapat di pasok dari susu. Dengan demikian, kehadiran bakteri asam laktat dapat membantu meningkatkan penyerapan kalsium. Namun, salah satu kelemahan probiotik adalah tidak stabil dan tidak efektif. Untuk mencapai usus, bakteri harus melewati beberapa organ tubuh yang menyebabkan bakteri kemungkinan besar mengalami kematian.

Untuk dapat tumbuh bakteri asam laktat memerlukan kondisi yang khusus. Maka dari itu disini akan dibahas mengenai faktor – faktor tumbuh dari bakteri asam laktat, yang secara umum sama dengan bakteri yang lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penulisan paper ini adalah apa saja faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan paper ini adalah untuk mengetahui faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat.

1.4 Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penulisan paper ini adalah metode kepustakaan, yaitu dengan mencari data – data yang mendukung baik dari bahan bacaan yang berupa buku maupun bahan bacaan dari media elektronik.

BAB II PEMBAHASAN

2.1 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba Secara Umum

2.1.1 Waktu generasi

Waktu generasi adalah waktu yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk meningkatkan jumlah sel menjadi dua kali lipat jumlah semula. Kurva pertumbuhan mikroorganisme terdiri atas empat fase yaitu fase penyesuaian (*lag phase*), fase eksponensial atau fase logaritmik, fase stasioner dan fase kematian. Pada fase eksponensial terjadi peningkatan jumlah sel dan digunakan untuk untuk menentukan waktu generasi. Beberapa contoh waktu generasi pada suhu pertumbuhan yang optimal antara lain 30 menit untuk *Bacillus cereus*, 20 menit untuk *Escherichia coli* dan *Salmonella*, dan 10 menit untuk *Clostridium perfringens*.

2.1.2 Faktor intrinsik

Faktor intrinsik meliputi pH, aktivitas air (*activity of water*, a_w), kemampuan mengoksidasi-reduksi (*redoxpotential*, Eh), kandungan nutrisi, bahan antimikroba dan struktur bahan makanan.

Ukuran keasaman atau pH adalah \log_{10} konsentrasi ion hidrogen. Lazimnya bakteri tumbuh pada pH sekitar netral (6,5 – 7,5) sedangkan kapang dan ragi pada pH 4,0-6,5.

Aktivitas air (a_w) adalah perbandingan antara tekanan uap larutan dengan tekanan uap air solven murni pada temperatur yang sama ($a_w = p/p_0$). Ini merupakan jumlah air yang tersedia untuk pertumbuhan mikrobia dalam pangan dan bukan berarti jumlah total air yang terkandung dalam bahan makanan sebab adanya adsorpsi pada konstituen tak larut dan absorpsi oleh konstituen larut (mis. gula, garam). Air murni mempunyai a_w 1,0 dan bahan makanan yang sepenuhnya terdehidrasi memiliki $a_w = 0$. Bakteri Gram negatif lebih sensitif terhadap penurunan a_w dibandingkan bakteri lain. Batas a_w minimum untuk multiplikasi sebagian besar bakteri adalah 0,90. *Escherichia coli* membutuhkan a_w minimum sebesar 0,96, sedangkan *Penicillium* 0,81. Meskipun demikian a_w minimum untuk *Staphylococcus aureus* adalah 0,85.

Kemampuan mengoksidasi-reduksi (*redoxpotential*, Eh) adalah perbandingan total daya mengoksidasi (menerima elektron) dengan daya mereduksi (memberi elektron). Eh dalam pangan bergantung pada pH, kandungan substansi yang mereduksi, tekanan partial oksigen (pO_2) dan kemampuan metabolisme oksigen. Potensi Eh diukur dalam milivolts (mV). Dalam keadaan teroksidasi ukuran mV makin positif, sedangkan dalam keadaan tereduksi akan semakin negatif. Berdasarkan Eh, mikroorganisme dibagi menjadi aerob, anaerob, fakultatif anaerob dan mikroaerofilik. Mikroorganisme aerob memerlukan keadaan Eh positif, mikroorganisme anaerob memerlukan Eh negatif, mikroorganisme fakultatif anaerob memerlukan keadaan Eh positif atau negatif dan mikroorganisme mikroaerofilik memerlukan Eh sedikit tereduksi.

Pertumbuhan mikroorganisme memerlukan air, energi, nitrogen, vitamin dan faktor pertumbuhan, mineral. Air yang tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme ditentukan oleh a_w bahan makanan. Sebagai sumber energi, mikroorganisme memanfaatkan karbohidrat, alkohol dan asam amino yang terdapat dalam bahan makanan. Faktor pertumbuhan yang diperlukan adalah asam amino, purin dan pirimidin, serta vitamin. *Salmonella typhi* memerlukan triptofan untuk pertumbuhannya, sedangkan *Staphylococcus aureus* memerlukan arginin, sistein dan fenilalanin.

Beberapa unsur dalam bahan makanan mempunyai sifat antimikroba. Susu sapi mengandung laktoferin, konglutinin, lisozim, laktenin dan sistem laktoperoksidase. Bahan antimikroba dalam telur adalah lisozim, konalbumin, ovomukoid, avidin. Sistem laktoperoksidase terdiri dari laktoperoksidase, tiosianat dan peroksidase. Ketiga komponen ini diperlukan untuk efek antimikroba. Susu kambing mengandung lebih banyak lisozim dibandingkan susu sapi. Meskipun demikian kandungan lisozim susu lebih rendah bila dibandingkan dengan putih telur. Laktoferin adalah protein penangkap Fe dalam susu dan dapat disamakan dengan konalbumin putih telur. Lisozim yang terdapat dalam telur menyebabkan lisis lapisan peptidoglikan dinding sel bakteri. Kandungan lisozim dalam telur adalah 3,5 %.

Struktur bahan makanan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme misalnya lemak karkas dan kulit pada karkas unggas dan karkas babi dapat melindungi daging dari kontaminasi mikroorganisme. Kerabang telur yang mempunyai pori-pori sebesar 25-40 μm dapat mempersulit masuknya mikroorganisme ke dalam telur walau tidak dapat mencegah tetap masuknya mikroorganisme. Mikroorganisme akan ditahan oleh lapisan membran dalam yang mencegah masuknya mikroorganisme ke albumen. Daging giling atau daging yang sudah dipotong menjadi bagian lebih kecil akan lebih

memberi kemudahan bagi mikroorganisme untuk berkembang biak dibandingkan dengan pada daging karkas.

2.1.3 Faktor ekstrinsik

Faktor ekstrinsik yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme adalah suhu penyimpanan dan faktor luar lainnya yang pada prinsipnya berhubungan dengan pengaruh atmosferik seperti kelembaban, tekanan gas/keberadaan gas, juga cahaya dan pengaruh sinar ultraviolet.

Berdasarkan suhu optimumnya, mikroorganisme dibagi menjadi psikrofil dengan suhu optimum kurang dari + 20 °C, mesofil (+20° s/d + 40 °C) dan termofil (lebih dari +40 °C). Pada suhu minimum terjadi perubahan membran sel sehingga tidak terjadi transpor zat hara. Sebaliknya pada suhu maksimum terjadi denaturasi enzim, kerusakan protein dan lipida pada membran sel yang menyebabkan lisisnya mikroorganisme. Mikroorganisme patogen biasanya termasuk ke dalam kelompok mesofil. Pengaruh suhu rendah pada mesofil adalah inaktivasi dan perubahan struktur protein permease. Kapang mempunyai kisaran pertumbuhan yang lebih luas dibandingkan bakteri, sedangkan ragi mampu tumbuh pada kisaran psikrofil dan mesofil. Mikroorganisme juga dapat diklasifikasikan menurut resistensinya terhadap temperatur yang tidak menguntungkan yaitu psikrotrof (tumbuh pada suhu kurang dari + 7 °C) dan termotrof (tumbuh pada suhu lebih dari + 55 °C).

Kelembaban lingkungan (*relative humidity*, RH) penting bagi aw bahan makanan dan pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan bahan makanan. Ruang penyimpanan yang memiliki RH rendah akan menyebabkan bahan makanan yang tidak dikemas mengalami kekeringan pada permukaannya dan dengan demikian mengubah nilai aktivitas airnya. Produk bahan makanan yang kering ini bila dibawa ke lingkungan yang lembab (RH tinggi) akan menyerap kelembaban sehingga permukaannya dapat ditumbuhi jamur. Hal yang sama akan terjadi bila bahan makanan yang telah didinginkan dibawa ke lingkungan yang lebih hangat. Hal ini akan menyebabkan kondensasi air di bagian permukaannya. Proses ini penting untuk diperhatikan pada pengepakan produk yang dapat membusuk, karena biasanya ruang pengepakan lebih hangat dibandingkan dengan ruang pendingin, sehingga akan terbentuk lapisan tipis air kondensasi. Hal ini akan menyebabkan peningkatan aktivitas air yang pada gilirannya dapat mempermudah pertumbuhan mikroorganisme.

Penyimpanan bahan makanan di ruang terbuka meningkatkan kadar CO₂ sampai 10 % yang dapat dicapai dengan menambahkan es kering (CO₂) padat. Penghambatan oleh CO₂ meningkat sejalan dengan menurunnya suhu karena solubilitas CO₂ meningkat pada suhu rendah. Bakteri Gram negatif lebih rentan terhadap CO₂ dibandingkan bakteri Gram positif. *Pseudomonas* paling rentan sedangkan bakteri asam laktat serta bakteri anaerob paling tahan.

Adanya cahaya dan sinar ultra violet dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan kerusakan toxin yang dihasilkannya, misalnya pada *Aspergillus ochraceus*.

2.1.4 Faktor proses

Semua proses teknologi pengolahan bahan makanan mengubah lingkungan mikro bahan makanan tersebut. Proses tersebut dapat berupa pemanasan, pengeringan, modifikasi pH, penggaraman, curing, pengasapan, iradiasi, tekanan tinggi, pemakaian medan listrik dan pemberian bahan imbuhan pangan.

2.1.5 Faktor implisit

Faktor lain yang berperan adalah faktor implisit yaitu adanya sinergisme atau antagonisme di antara mikroorganisme yang ada dalam "lingkungan" bahan makanan. Ketika mikroorganisme tumbuh pada bahan makanan dia akan bersaing untuk memperoleh ruang dan nutrisi. Dengan demikian akan terjadi interaksi di antara mikroorganisme yang berbeda. Interaksi ini dapat saling mendukung maupun saling menghambat (terjadi sinergisme atau antagonisme).

2.2 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat

Pada umumnya faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat sama dengan faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba pada umumnya.

Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang bersifat gram positif, tidak membentuk flora, dan dapat membentuk koki, kokobasili atau batang, katalase negatif, non-motil atau sedikit motil, mikroaerofilik sampai anaerob, toleran terhadap asam, kemoorganotrofik, dan membutuhkan suhu

mesofilik (Salminen dan Von Wright, 1998). Sifat terpenting dari bakteri asam laktat adalah kemampuannya untuk memfermentasi gula menjadi asam laktat.

Produksi asam inilah yang pada akhirnya dapat menghambat pertumbuhan mikroba lain yang tidak diinginkan dan membantu meningkatkan absorpsi mineral (termasuk kalsium). Penurunan absorpsi mineral terjadi akibat gerakan peristaltik usus yang semakin cepat. Namun, tidak semua bakteri asam laktat dapat di klaim sebagai probiotik. Probiotik adalah mikroba hidup yang memberikan efek menguntungkan bagi kesehatan manusia.

Beberapa anggota kelompok ini mengandung baik rods (*Lactobacillus* dan *Carnobacteria*) juga cocci (*Streptococci*). Spesies bakteri asam laktat yang berbeda (seperti *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Enterococcus*, *Vagococcus*, *Lactobacillus*, *Carnobacterium*) telah beradaptasi untuk bisa tumbuh pada kondisi lingkungan yang berbeda-beda.

Faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat antara lain :

1. Suhu / temperatur

Suhu optimum yaitu suhu dimana pertumbuhan berlangsung paling cepat dan optimum adalah 30 - 37°C. Suhu dapat mempengaruhi mikroba dalam dua cara yang berlawanan :

- 1) Apabila suhu naik maka kecepatan metabolisme naik dan pertumbuhan dipercepat. Sebaliknya apabila suhu turun, maka kecepatan metabolisme akan menurun dan pertumbuhan diperlambat.
- 2) Apabila suhu naik atau turun secara drastis, tingkat pertumbuhan akan terhenti, komponen sel menjadi tidak aktif dan rusak, sehingga sel-sel menjadi mati.

Temperatur inkubasi, lamanya inkubasi dan media nutrisi adalah faktor-faktor yang sangat penting ketika mengisolasi bakteri asam laktat. Temperatur air inkubasi dan kadar gula pada media merupakan dua hal penting bagi beberapa strain bakteri asam laktat karena lambatnya laju pertumbuhan mereka dan karena mereka membutuhkan gula untuk sumber karbon dan energi, nukleotida, asam lemak, asam amino dan vitamin dalam habitatnya.

2. Suplai nutrisi

Mikroba sama dengan makhluk hidup lainnya, memerlukan suplai nutrisi sebagai sumber energi dan pertumbuhan selnya. Unsur-unsur dasar tersebut adalah : karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, zat besi dan sejumlah kecil logam lainnya. Ketiadaan atau kekurangan sumber-sumber nutrisi ini dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba hingga pada akhirnya dapat menyebabkan kematian.

Salah satu faktor yang mempengaruhi bakteri asam laktat adalah kompetisi untuk nutrisi. Bakteri asam laktat secara alami hidup di lingkungan yang kaya nutrisi, misalnya susu dan produk-produk tumbuhan. Bakteri asam laktat membutuhkan nutrisi untuk kehidupan dan pertumbuhannya yang meliputi sumber karbon, sumber nitrogen, sumber energi dan faktor pertumbuhan (mineral dan vitamin). Nutrisi tersebut digunakan untuk membentuk energi dan menyusun komponen sel.

3. Keasaman / kebasaaan

Setiap organisme memiliki kisaran pH masing-masing dan memiliki pH optimum yang berbeda-beda. Kebanyakan mikroorganisme dapat tumbuh pada kisaran pH 8,0 – 8,0 dan nilai pH di luar kisaran 2,0 sampai 10,0 biasanya bersifat merusak. Untuk bakteri asam laktat dapat tumbuh pada pH dalam keadaan asam.

4. Ketersediaan oksigen

Mikroorganisme memiliki karakteristik sendiri-sendiri di dalam kebutuhannya akan oksigen. Mikroorganisme dalam hal ini digolongkan menjadi :

- 1) Aerobik : hanya dapat tumbuh apabila ada oksigen bebas.
- 2) Anaerob : hanya dapat tumbuh apabila tidak ada oksigen bebas.
- 3) Anaerob fakultatif : dapat tumbuh baik dengan atau tanpa oksigen bebas.
- 4) Mikroaerofilik : dapat tumbuh apabila ada oksigen dalam jumlah kecil.

Untuk bakteri asam laktat ada yang dapat tumbuh pada keadaan aerobik sampai anaerobik.

Dalam melakukan isolasi bakteri asam laktat diperlukan kondisi yang dapat mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat. Isolasi bakteri asam laktat kegiatannya meliputi pengenceran, pemupukan, pemurnian, pengayaan, dan penyimpanan bakteri asam laktat dalam gliserol stock. Media yang digunakan adalah MRS (de Mann, Rogosa, Sharpe) baik dalam bentuk padat maupun cair, media Mueller Hinton Agar s Trypticase Soy Broth (TSB).

2.3 Peranan Bakteri Asam Laktat Terhadap Kesehatan Manusia

Peranan bakteri asam laktat terhadap imunitas manusia ialah sebagai berikut:

a. Meningkatkan respon imun humoral

Bakteri asam laktat (probiotik) akan meningkatkan respon imun humoral. Penelitian menunjukkan bahwa sel yang memproduksi IgA lebih sedikit pada hewan coba dibandingkan dengan yang mendapat probiotik. Terdapat peningkatan jumlah sel yang memproduksi IgA pada kelompok mencit yang mendapatkan *L. Casei*. Peningkatan sekresi IgA cukup untuk mencegah saluran cerna. Pemberian *Lactobacillus* dapat meningkatkan produksi sistem imun IgA lokal dan meningkatkan produksi IgA yang disekresi ke limen intestinal memberikan pertahanan