

# Analisis Pertumbuhan Protein Sel Tunggal (PST) Bakteri *Bacillus cereus* dengan Media yang Berbeda

## *Growth Analysis of Single Cell Protein (PST) Bacteria Bacillus cereus using Different Media*

Mutiara Naimi Nasution<sup>1\*</sup>, Feliatra<sup>1</sup>, Irwan Effendi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

\*email:naiminst04@gmail.com

---

### Abstrak

Diterima  
05 Januari 2021

Disetujui  
28 Januari 2021

Media merupakan bahan yang terdiri dari campuran unsur hara yang digunakan oleh mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang biak. Molase dan limbah cair merupakan salah satu media alternatif yang memiliki sumber karbon paling murah dan mudah diperoleh dari limbah industri pangan yang kaya nutrisi dan mineral, sehingga berpotensi untuk pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus*. Konsentrasi molase yang digunakan untuk media pertumbuhan adalah 1%; 1,5%; dan 2% sedangkan limbah cair tahu 8%, 10%, dan 12%. Pertumbuhan sel diukur dengan metode Spektrofotometri, *Total Plate Count* (TPC) dan biomassa sedangkan masa inkubasi pertumbuhan sel diukur setiap 0, 6, 12, 18, dan 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan dari molase + susu skim dan limbah cair tahu + susu skim media terbaik pertumbuhan sel bakteri *B. cereus* adalah limbah cair tahu isolat K 12%. Sedangkan konsentrasi pertumbuhan terbaik molase Medium bakteri *B. cereus* adalah N2% dan K2%.

**Kata kunci:** *Bacillus cereus*, Molase, Protein sel tunggal, Limbah cair tahu

---

### Abstract

The Media is a material consisting of a mixture of nutrients used by microorganisms to grow and breed. Molasses and liquid waste know one of the alternative media which has the least inexpensive carbon source and is easily obtained from the waste food industry that is rich in nutrients and minerals, so it has the potential for bacterial growth of *Bacillus cereus*. The consetration of molasses used for growth medium is 1%; 1.5%; and 2% while liquid waste knows 8%, 10%, and 12%. Cell growth is measured by the method of Spectrophotometry, total plate count (TPC) and biomass while the incubation period of cell growth is measured every 0, 6, 12, 18, and 24 hours. The results showed from the molasses + skim milk and the tofu liquid waste + skim milk, the best medium of bacterial cell growth of *B. cereus* is a liquid waste know isolates K 12%. While the best growth concentrations molasses Medium bacterial *B.cereus* was N2% and K2%.

**Keyword:** *Bacillus cereus*, Molasses, Single Cell Protein, Tofu Liquid Waste

---

## 1. Pendahuluan

Protein sel tunggal (PST) adalah istilah yang digunakan untuk protein yang berasal dari mikrobia seperti jamur, alga, khamir dan bakteri. Istilah ini juga digunakan mikrobia sebagai pembeda dari protein hewan dan tumbuhan multiseluler. Keuntungan menggunakan PST selain sebagai sumber protein yang tinggi adalah pertumbuhan sel-sel mikrobia sangat cepat karena waktu generasinya yang pendek dan tidak membutuhkan tempat yang luas. Protein kasar yang terkandung dalam beberapa jenis mikrobia seperti *yeast* berkisar 45% – 55%, fungi kandungan protein kasarnya 30% - 45% dan algae kandungan protein kasarnya 40%-60% dan pada bakteri protein kasarnya berkisar 50%-65% (Purwaningtyas, 2019). Dari beberapa mikrobia tersebut bakteri memiliki kandungan protein yang tinggi yang mampu dijadikan sebagai produk protein sel tunggal.

Salah satu bakteri yang potensial dikembangkan sebagai agen PST adalah *Bacillus cereus*. Bakteri ini adalah bakteri probiotik memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Vibrio* sp. dan *Aeromonas* sp. (Feliatra *et al.*, 2018). Protein sel tunggal dari jenis bakteri ini digunakan sebagai pakan ikan yang beprotein tinggi. Untuk memperkaya bakteri ini maka dibutuhkan media sebagai tempat hidup dan sumber nutrisinya.

Molase dan limbah cair tahu adalah salah satu bahan alami dari limbah tetes tahu dan limbah cair industri tahu yang cocok dijadikan sebagai media pertumbuhan bakteri *B. cereus*. Berdasarkan pernyataan Rochani *et al.* (2016), molase memiliki kandungan gula total sebanyak 50 - 60% (sukrosa 30%, fruktosa 15%, glukosa 14%) yang cukup potensial untuk pertumbuhan mikroba. Sedangkan limbah cair tahu memiliki kadar N- total (0,47%), kadar posfor (0,03%), kadar kalium (0,10%) dan kandungan bahan organik berupa protein (40% – 50%), karbohidrat (25% – 50%), dan lemak (10%) (Samsudin *et al.*, 2018).

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Alat dan Bahan yang digunakan

Media yang digunakan dalam penelitian ini dilarutkan dengan menggunakan aquades sebanyak 100 ml. Komposisi media perlakuan yang digunakan adalah 1%; 1,5%; dan 2% Molase + 10% susu skim, 8%; 10%; dan 12% Limba cair tahu + 10% susu skim ditambah dengan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  dan Vitamin B12.

### 2.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen isolat bakteri yang digunakan terdiri dari 2 yaitu *B. cereus* strain SN7 dan *B. cereus* konsorsium (*B. cereus* strain SP4, S5, Xmb051, BF2, dan strain SN7) yang diulang masing - masing sebanyak 3 kali ulangan.

### 2.3. Prosedur Penelitian

Biakan murni *B. cereus* dibuat sub kultur pada media NA miring dan diinkubasi pada suhu 37°C selama ± 24 jam. Isolat yang digunakan pada media perlakuan yaitu 2 jenis *B. cereus* yaitu isolat bakteri *B. cereus* strain SN7 dan isolat bakteri konsorsium (*B. cereus* strain SP4, strain S5, strain Xmb051, strain BF2, dan strain SN7). Untuk membuat 100 ml kultur bakteri pada media perlakuan dilakukan dengan cara media perlakuan yang sudah dimodifikasi dicampurkan kemudian disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 15 menit kecuali susu skim. Sterilisasi susu skim dengan cara dipasteurisasi yaitu dengan dipanaskan pada suhu 67°C selama 30 menit (Somaye *et al.*, 2008), menggunakan *waterbath* kemudian masing-masing botol kultur perlakuan diisi starter bakteri *B. cereus* strain SN7 sebanyak 10 ml dan yang konsorsium masing-masing isolat bakteri sebanyak 2 ml kemudian ditambahkan susu skim sebanyak 10 ml dimana dalam 10 gram susu skim dilarutkan dengan 100 ml aquades. Kultur bakteri dengan media pertumbuhan tersebut diinkubasi pada suhu 37°C di dalam *waterbath shaker* dan penghitungan jumlah sel bakteri dilakukan setiap 6 jam sekali (0, 6, 12, 18, 24).

### 2.4. Parameter yang diamati

Ada beberapa parameter yang diuji dalam penelitian ini, parameter tersebut sebagai berikut: 1) Metode spektrofotometer. Setiap 6 jam jumlah sel bakteri dalam botol kultur diukur nilai absorbansi nya selama 5 kali waktu generasi ( 0, 6, 12, 18, 24) jam dengan menggunakan spektrofotometer, panjang gelombang 630 nm. 2) Metode *Total Plate Count* (TPC), selain menggunakan metode spektrofotometer menghitung jumlah bakteri dilakukan dengan metode tuang (*pour plate*). Media yang digunakan adalah PCA (*Plate Count Agar*) padat. Inkubasi sampel pada suhu 37°C setiap 6 jam dihitung pertumbuhannya. Jumlah bakteri yang tumbuh selanjutnya dikalkulasikan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{CFU/mL} = \frac{\text{Jumlah Koloni}}{\text{volume sampel} \times \text{Faktor pengenceran}}$$

3) Pengukuran Biomassa. Perhitungan biomassa bakteri dilakukan dengan menentukan berat kering sel bakteri. Dimasukkan 1 ml bakteri yang diambil dari media perlakuan kemudian disentrifugasi dengan kecepatan

6000 rpm selama 5 menit. Isolat yang disentrifugasi akan menghasilkan supernatan dan endapan sel bakteri. Mikrotube yang berisi endapan sel bakteri dioven dengan suhu 100°C selama 30 menit kemudian didinginkan disuhu ruang dan ditimbang berat keringnya. Berat kering yang didapatkan dikurang dengan berat mikrotube kosong maka didapat biomassa bakteri tersebut.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Laju Pertumbuhan Bakteri

Hasil nilai absorbansi yang didapatkan diregresikan ke dalam standar Mcfarland, dengan nilai regresinya  $Y = -0,8524 + 25,696x$ . Rata-rata kepadatan sel bakteri dengan media molase + susu skim dan limbah cair tahu + susu skim hasil pengukuran nilai absorbansinya yang telah diregresikan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Kepadatan Sel Bakteri *B. cereus* Media Molase + Susu Skim

Jenis Bakteri dan Konsentrasi	Waktu Inkubasi (jam ke-) ( $\times 10^9$ Sel/ml)				
	0	6	12	18	24
	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD
N 1%	2,76 $\pm$ 0,19 <sup>ab</sup>	2,89 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>	3,96 $\pm$ 0,21	4,25 $\pm$ 0,23 <sup>ab</sup>	3,41 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>
N 1,5%	3,01 $\pm$ 0,27 <sup>b</sup>	3,21 $\pm$ 0,15 <sup>ab</sup>	3,99 $\pm$ 0,13	4,34 $\pm$ 0,28 <sup>ab</sup>	3,24 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>
N 2%	3,62 $\pm$ 0,32 <sup>c</sup>	3,72 $\pm$ 0,27 <sup>bc</sup>	4,39 $\pm$ 0,41	4,84 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	4,50 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>
K 1%	2,28 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	4,61 $\pm$ 0,17 <sup>d</sup>	4,11 $\pm$ 0,39	4,09 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>	3,24 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>
K 1,5%	2,48 $\pm$ 0,37 <sup>ab</sup>	4,03 $\pm$ 0,55 <sup>cd</sup>	4,33 $\pm$ 0,15	4,63 $\pm$ 0,30 <sup>ab</sup>	4,19 $\pm$ 0,36 <sup>b</sup>
K 2%	3,75 $\pm$ 0,26 <sup>c</sup>	3,94 $\pm$ 0,26 <sup>cd</sup>	4,52 $\pm$ 0,14	4,88 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	4,69 $\pm$ 0,22 <sup>b</sup>
k. N (+)	0,11 $\pm$ 0,006	1,14 $\pm$ 0,081	1,26 $\pm$ 0,10	1,38 $\pm$ 0,09	1,66 $\pm$ 0,08
k. N (-)	0,06 $\pm$ 0,03	0,06 $\pm$ 0,01	0,05 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01	0,008 $\pm$ 0,01
k. K (+)	1,13 $\pm$ 0,03	1,25 $\pm$ 0,09	1,44 $\pm$ 0,03	1,49 $\pm$ 0,07	1,60 $\pm$ 0,087
k. K (-)	0,06 $\pm$ 0,015	0,05 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,006	0,04 $\pm$ 0,006	0,02 $\pm$ 0,004

Pertumbuhan bakteri pada media molase + susu skim dilihat dari kepadatan sel nya tidak mengalami kenaikan yang signifikan setiap masa inkubasi. Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwasannya dua jenis bakteri dengan konsentrasi yang berbeda-beda mengalami fase pertumbuhan yang bagus setiap masa inkubasi, ditandai dengan naik nya nilai kekeruhan setiap masa inkubasi. Konsentrasi terbaik dari 2 jenis isolat adalah bakteri K konsentrasi 2%, karena pada masa inkubasi ke- 6 sudah mengalami fase eksponensial (Tabel 1). Setiap konsentrasi baik bakteri N dan K rata-rata mengalami kenaikan pada jam ke-6 dan mengalami fase stasioner pada jam ke 12 – 18, sedangkan pada jam ke- 24 mengalami penurunan (fase kematian). Hal ini dikarenakan sumber nutrisi yang ada di dalam media pertumbuhan sudah mulai berkurang. Menurut Quinn *et al.* (2011) pertumbuhan populasi dari bakteri dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti nutrisi, faktor lingkungan, serta faktor genetik.

Pada jam ke- 6 bakteri K dan N sudah mengalami fase eksponensial yang mengakibatkan jumlah kepadatan sel tinggi. Hal ini disebabkan karena menambahkan sumber mikronutrisi ke dalam media pertumbuhan seperti Vitamin B12,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ . Hasil penelitian Hidayati (2017), menunjukkan terjadi efek peningkatan kepadatan sel pada awal waktu kultivasi karena penambahan sumber P dalam bentuk  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , efek yang terjadi pada penambahan garam fosfat ini terjadi melalui mekanisme buffering yaitu pengendalian nilai pH. Sedangkan rata-rata kepadatan sel media limbah cair tahu + susu skim dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Kepadatan Sel Bakteri *B. cereus* Media Limbah Cair Tahu + Susu Skim

Jenis Bakteri dan Konsentrasi	Waktu Inkubasi (jam ke-) ( $\times 10^9$ Sel/ml)				
	0	6	12	18	24
	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD
N 8%	2,67 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	4,46 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	4,23 $\pm$ 0,24	2,37 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	1,96 $\pm$ 0,01
N 10%	2,65 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	4,44 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	4,38 $\pm$ 0,36	2,37 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	1,97 $\pm$ 0,02
N 12%	2,76 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	4,84 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>	4,51 $\pm$ 0,14	2,42 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	1,97 $\pm$ 0,05
K 8%	2,67 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	4,71 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	4,44 $\pm$ 0,09	2,44 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	1,99 $\pm$ 0,14
K 10%	2,67 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	4,67 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	4,35 $\pm$ 0,07	2,44 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	1,98 $\pm$ 0,27
K 12%	2,78 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	4,88 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>	4,69 $\pm$ 0,10	2,49 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>	2,01 $\pm$ 0,26
k. N (+)	0,11 $\pm$ 0,006	1,14 $\pm$ 0,081	1,26 $\pm$ 0,10	1,38 $\pm$ 0,09	1,66 $\pm$ 0,08
k. N (-)	0,06 $\pm$ 0,03	0,06 $\pm$ 0,01	0,05 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01	0,008 $\pm$ 0,01
k. K (+)	1,13 $\pm$ 0,03	1,25 $\pm$ 0,09	1,44 $\pm$ 0,029	1,49 $\pm$ 0,07	1,60 $\pm$ 0,087
k. K (-)	0,06 $\pm$ 0,015	0,05 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,006	0,04 $\pm$ 0,006	0,02 $\pm$ 0,004

Limbah cair tahu merupakan limbah cair yang dikeluarkan oleh industri pengolahan kedelai menjadi tahu (Manfaati, 2010). Hasil yang didapatkan dari kepadatan sel bahwasannya bakteri N dan K dengan konsentrasi yang berbeda mengalami fase eksoponesial pada jam ke- 6, bakteri yang paling tinggi jumlah sel ialah bakteri N

12% dan K 12%. Laju pertumbuhan bakteri pada media limbah cair tahu + susu skim tidak terjadi fase lag hal ini disebabkan karena medium pertumbuhan baru kaya akan nutrisi sehingga sel-sel membelah dengan cepat.

Berdasarkan pernyataan Hamdiyati (2014) jika medium dan lingkungan pertumbuhan sama seperti medium dan lingkungan sebelumnya, mungkin tidak diperlukan waktu adaptasi. Bakteri mengalami fase *lag* yang lebih cepat dibandingkan dengan khamir dan kapang yang dapat disebabkan oleh waktu membelah dirinya yang lebih cepat yaitu sekitar 20 menit, khamir sekitar 90 menit dan kapang bisa sampai 8 jam (Wibowo, 2016).

Waktu inkubasi ke- 12 dan 18 bakteri sudah mengalami fase stasioner, dimana fase ini tingkat pertumbuhan dan kematian sama dan nutrisi pada medium semakin menipis atau ketika adanya akumulasi produk sampingan lain yang menghambat pertumbuhan bakteri. Menurut Wahyuningsih dan Zulaika (2018), pada fase stasioner tidak terdapat penurunan atau kenaikan jumlah sel yang signifikan, sehingga laju pertumbuhan biakan adalah nol. Sedangkan pada jam ke- 24 sudah terjadi fase kematian dilihat dari nilai absorbansi bakteri ini sudah mulai menurun hal ini dikarenakan nutrisi yang ada di dalam media pertumbuhan sudah mulai berkurang. Fase kematian pada biakan diikuti adanya proses lisis dari masing-masing sel bakteri (Madigan *et al.*, 2012).

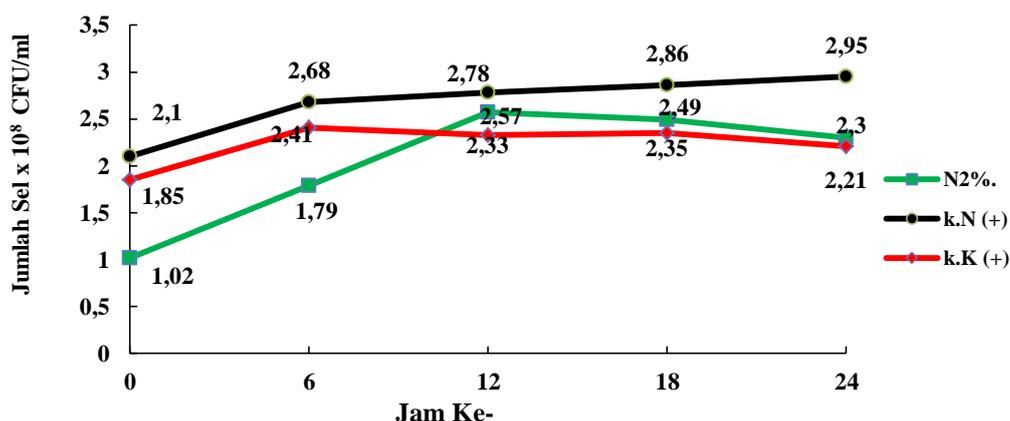
### 3.2. Jumlah Sel Bakteri

Pengukuran dengan menggunakan spektrofotometri, pertumbuhan bakteri dilihat dengan metode TPC. Adapun hasil rata-rata jumlah sel yang didapatkan dengan media molase + susu skim dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata – rata Jumlah sel Bakteri *B. cereus* Media Molase + Susu Skim

Jenis Bakteri dan Konsentrasi	Waktu Inkubasi (jam ke-) ( $\times 10^8$ CFU/ml)				
	0	6	12	18	24
	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD
N 1%	0,89 $\pm$ 0,15	1,45 $\pm$ 0,57	2,44 $\pm$ 0,81	2,39 $\pm$ 1,09	2,10 $\pm$ 0,88
N 1,5%	0,99 $\pm$ 0,23	1,57 $\pm$ 0,26	2,74 $\pm$ 0,28	2,43 $\pm$ 0,26	1,75 $\pm$ 0,47
N 2%	1,02 $\pm$ 0,07	1,79 $\pm$ 0,71	2,57 $\pm$ 0,25	2,49 $\pm$ 0,69	2,30 $\pm$ 0,29
K 1%	0,87 $\pm$ 0,23	1,56 $\pm$ 0,51	2,31 $\pm$ 0,35	2,49 $\pm$ 0,46	1,66 $\pm$ 0,61
K 1,5%	1,24 $\pm$ 0,18	1,45 $\pm$ 0,56	1,86 $\pm$ 0,19	2,62 $\pm$ 0,19	1,60 $\pm$ 0,65
K 2%	0,94 $\pm$ 0,07	1,67 $\pm$ 0,1	2,43 $\pm$ 0,84	2,40 $\pm$ 0,84	2,37 $\pm$ 0,43
k. N (+)	2,10 $\pm$ 0,16	2,68 $\pm$ 0,11	2,78 $\pm$ 0,11	2,86 $\pm$ 0,06	2,95 $\pm$ 0,09
k. N (-)	0,73 $\pm$ 0,13	1,12 $\pm$ 0,05	1,26 $\pm$ 0,11	1,03 $\pm$ 0,10	0,57 $\pm$ 0,08
k. K (+)	1,85 $\pm$ 0,13	2,41 $\pm$ 0,16	2,33 $\pm$ 0,14	2,35 $\pm$ 0,12	2,21 $\pm$ 0,22
k. K (-)	0,87 $\pm$ 0,15	1,06 $\pm$ 0,09	1,21 $\pm$ 0,11	1,18 $\pm$ 0,19	0,76 $\pm$ 0,11

Fase pertumbuhan bakteri terbaik dengan media molase + susu skim terdapat pada isolat N 2% dan K 2%, isolat tersebut akan dibandingkan fase pertumbuhannya dengan isolat kontrol N dan K positif (+) setiap masa inkubasi. Perbandingan isolat bakteri terbaik dapat dilihat pada kurva pertumbuhan bakteri pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Laju Pertumbuhan Isolat Terbaik Bakteri *B. cereus* Media Molase + Susu Skim

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwasannya pertumbuhan terbaik setiap jam nya terdapat dibakteri K 2% hal ini dikarenakan jumlah koloni bakteri mendekati jumlah koloni pada media kontrol positif. Pada jam ke- 6 bakteri K 2% sudah mengalami fase eksponensial dimana jumlah koloni bakteri naik secara signifikan dari jumlah sebelum nya, pada jam ke- 12 dan 18 mengalami fase stasioner dimana jumlah koloni bakteri relatif sama dan pada jam ke-24 jumlah koloni bakteri semakin menurun.

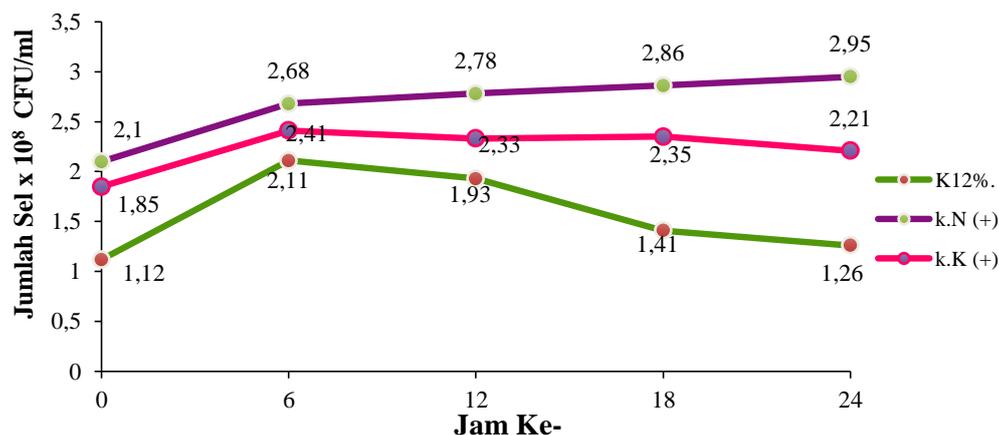
Masa inkubasi setiap 6 jam sekali mengalami perbedaan terhadap jumlah sel yang dihasilkan setiap isolat, berbeda dengan media kontrol yang setiap masa inkubasi mengalami kenaikan. Menurut Damanik *et al.* (2014) semakin lama waktu inkubasi dan waktu fermentasi maka semakin bertambah jumlah bakteri. Glukosa yang terkandung dalam molase menyebabkan pertumbuhan bakteri setiap jam nya bertambah mulai dari isolat N 2%

dan K 2%. Menurut Suminto (2008), bahwa kandungan molase sebagian besar adalah gula yang dapat dimanfaatkan sebagai energi untuk metabolisme sel bakteri, jadi semakin tinggi konsentrasi molase yang digunakan dalam pembuatan media, maka akan semakin bagus untuk media hidup bakteri tersebut. Sedangkan rata-rata jumlah sel bakteri dengan media limbah cair tahu + susu skim dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata – rata Jumlah Sel Bakteri *B. cereus* Media Limbah Cair Tahu + Susu Skim

Jenis Bakteri dan Konsentrasi	Waktu Inkubasi (jam ke-) ( $\times 10^8$ CFU/ml)				
	0	6	12	18	24
	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD	R $\pm$ SD
N 8%	0,82 $\pm$ 0,34	1,89 $\pm$ 0,60	1,79 $\pm$ 0,78	1,70 $\pm$ 0,14	1,43 $\pm$ 0,46
N 10%	0,93 $\pm$ 0,12	1,81 $\pm$ 0,84	2,33 $\pm$ 0,95	1,46 $\pm$ 0,35	1,71 $\pm$ 0,44
N 12%	1,11 $\pm$ 0,28	2,28 $\pm$ 0,49	2,27 $\pm$ 0,46	1,83 $\pm$ 0,05	1,72 $\pm$ 0,27
K 8%	0,42 $\pm$ 0,26	1,50 $\pm$ 0,73	1,90 $\pm$ 0,79	1,46 $\pm$ 0,46	1,22 $\pm$ 0,22
K 10%	1,02 $\pm$ 0,21	1,24 $\pm$ 0,34	1,80 $\pm$ 0,77	1,43 $\pm$ 0,57	1,11 $\pm$ 0,13
K 12%	1,12 $\pm$ 0,73	2,11 $\pm$ 0,33	1,93 $\pm$ 0,43	1,41 $\pm$ 0,23	1,26 $\pm$ 0,39
k. N (+)	2,10 $\pm$ 0,16	2,68 $\pm$ 0,11	2,78 $\pm$ 0,11	2,86 $\pm$ 0,06	2,95 $\pm$ 0,09
k. N (-)	0,73 $\pm$ 0,13	1,12 $\pm$ 0,05	1,26 $\pm$ 0,11	1,03 $\pm$ 0,10	0,57 $\pm$ 0,08
k. K (+)	1,85 $\pm$ 0,13	2,41 $\pm$ 0,16	2,33 $\pm$ 0,14	2,35 $\pm$ 0,12	2,21 $\pm$ 0,22
k. K (-)	0,87 $\pm$ 0,15	1,06 $\pm$ 0,09	1,21 $\pm$ 0,11	1,18 $\pm$ 0,19	0,76 $\pm$ 0,11

Fase pertumbuhan terbaik dapat dilihat pada Tabel 4, isolat terbaik terdapat pada isolat bakteri K dengan konsentrasi 12% pada media limbah cair tahu + susu skim. Pertumbuhan isolat tersebut setiap masa inkubasi akan dibandingkan dengan isolat kontrol N dan K positif (+), perbandingannya dapat dilihat pada kurva pertumbuhan bakteri (Gambar 2)

Gambar 2. Kurva Laju Pertumbuhan Isolat Terbaik Bakteri *B. Cereus* Media Limbah Cair Tahu + Susu Skim

Dilihat dari jumlah sel dengan jumlah koloni fase pertumbuhan bakteri *B. cereus* berbanding lurus (Gambar 2). Masa inkubasi pada jam ke- 6 mengalami fase eksponensial, jam ke- 12 fase stasioner dan pada jam ke- 18 dan 24 setiap bakteri dengan konsentrasi yang berbeda mengalami fase kematian atau jumlah sel mengalami penurunan, tetapi pada bakteri N 10% mengalami kenaikan kembali. Hal ini terjadi karena bakteri yang mati di dalam media pertumbuhan lisis kembali sehingga bakteri yang masih hidup memanfaatkan nutrisi dari bakteri tersebut.

Menurut (Baek *et al.*, 2010), kenaikan kembali sel bakteri dan pH dapat disebabkan gula dalam substrat dipecah menjadi gula-gula sederhana dengan bantuan enzim  $\alpha$ -amilase sehingga terbentuknya gula alkohol yang membuat kadar glukosa pada medium dan pH naik kembali. Bakteri ini mengalami perbedaan jumlah koloni selama masa inkubasi. Perbedaan lama waktu pada setiap fase pertumbuhan, dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya perbedaan spesies bakteri yang digunakan dan kondisi lingkungan yang berbeda (Wijanarka *et al.*, 2016)

### 3.3. Jumlah Biomassa Sel Bakteri

Pengukuran jumlah biomassa sel bakteri ini bertujuan untuk mengetahui berat sel kering setiap masa inkubasi. Biomassa didapatkan dari berat kering mikrotube yang berisi sampel dikurangi dengan berat mikrotube kosong (0,9042 gram). Rata-rata jumlah biomassa sel bakteri media molase + susu skim dan limbah cair tahu + susu skim dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Rata-rata Jumlah Biomassa Sel Bakteri *B. cereus* Media Molase + Susu Skim

Jenis Bakteri dan Konsentrasi	Waktu Inkubasi (jam ke-) (gram/ml)				
	0	6	12	18	24
	R ± SD	R ± SD	R ± SD	R ± SD	R ± SD
N 1%	0,07 ± 0,04	0,06 ± 0,01	0,09 ± 0,08	0,1 ± 0,05	0,09 ± 0,07
N 1,5%	0,07 ± 0,06	0,06 ± 0,05	0,10 ± 0,10	0,09 ± 0,02	0,05 ± 0,02
N 2%	0,08 ± 0,04	0,1 ± 0,044	0,12 ± 0,14	0,09 ± 0,07	0,08 ± 0,07
K 1%	0,07 ± 0,08	0,06 ± 0,04	0,06 ± 0,06	0,09 ± 0,05	0,04 ± 0,06
K 1,5%	0,09 ± 0,07	0,09 ± 0,04	0,06 ± 0,01	0,12 ± 0,03	0,07 ± 0,05
K 2%	0,04 ± 0,02	0,11 ± 0,01	0,07 ± 0,03	0,01 ± 0,03	0,07 ± 0,07
k. N (+)	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,12 ± 0,05	0,12 ± 0,04	0,14 ± 0,001
k. N (-)	0,02 ± 0,02	0,10 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,01 ± 0,005
k. K (+)	0,09 ± 0,03	0,12 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,13 ± 0,02	0,12 ± 0,005
k. K (-)	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,004

Tabel 6. Rata-rata Jumlah Biomassa Sel Bakteri *B. cereus* Media Limbah Cair Tahu + Susu Skim

Jenis Bakteri dan Konsentrasi	Waktu Inkubasi (jam ke-) (gram/ml)				
	0	6	12	18	24
	R ± SD	R ± SD	R ± SD	R ± SD	R ± SD
N 8%	0,06 ± 0,05	0,13 ± 0,04	0,15 ± 0,007	0,06 ± 0,07	0,11 ± 0,06
N 10%	0,06 ± 0,04	0,12 ± 0,02	0,16 ± 0,004	0,12 ± 0,05	0,12 ± 0,08
N 12%	0,09 ± 0,05	0,08 ± 0,05	0,08 ± 0,03	0,12 ± 0,08	0,14 ± 0,003
K 8%	0,06 ± 0,05	0,04 ± 0,02	0,14 ± 0,01	0,09 ± 0,06	0,12 ± 0,06
K 10%	0,13 ± 0,009	0,07 ± 0,06	0,07 ± 0,02	0,12 ± 0,05	0,13 ± 0,06
K 12%	0,11 ± 0,009	0,03 ± 0,007	0,07 ± 0,03	0,08 ± 0,06	0,08 ± 0,01
k. N (+)	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,12 ± 0,05	0,12 ± 0,04	0,14 ± 0,001
k. N (-)	0,02 ± 0,02	0,10 ± 0,006	0,03 ± 0,013	0,03 ± 0,02	0,01 ± 0,005
k. K (+)	0,1 ± 0,03	0,12 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,13 ± 0,02	0,12 ± 0,005
k. K (-)	0,02 ± 0,009	0,029 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,004

Berat kering sel dari media molase + susu skim dan limbah cair tahu + susu skim berbanding lurus dengan jumlah sel yang didapatkan, karena bakteri ini mampu memfermentasi glukosa dalam proses metabolisme nya. Dalam proses pembentukan dinding sel bakteri dipengaruhi oleh unsur nitrogen yang diperoleh dari media fermentasi dalam bentuk asam amino maupun peptida yang dapat menjadi pendukung dalam metabolisme pertumbuhan rantai penyusun dinding sel (Walker dan Stewart, 2016). Biomassa sel yang didapat kemudian dilakukan autolisis sel atau pemecahan sel guna memperoleh  $\beta$ -glukan (Pengkumsri *et al.*, 2017).

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bahwa bakteri tersebut dapat tumbuh pada media pertumbuhan modifikasi yaitu media molase + susu skim dan limbah cair tahu + susu skim. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kepadatan sel, biomassa dan terdapat koloni bakteri pada media PCA (*Plate Count Agar*). Dari kedua media pertumbuhan modifikasi yaitu molase + susu skim dan limbah cair tahu + susu skim, pertumbuhan terbaik menggunakan media limbah cair tahu + susu skim. Waktu pertumbuhan terbaik berada pada jam ke- 6 dan 12 isolat bakteri K (konsorsium) 12%. Sedangkan untuk media molase + susu skim rata-rata waktu pertumbuhan terbaik bakteri berada pada jam ke- 18 isolat bakteri N (SN7) 2% dan K (konsorsium) 2%.

## 5. Saran

Adapun saran dalam penelitian ini ialah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh faktor pertumbuhan lainnya (pH, salinitas, suhu dan komposisi media lain) dan uji proksimat terhadap bakteri *B. cereus* yang digunakan sebagai agen protein sel tunggal (PST).

## 6. Referensi

- Baek, J.G., S.M. Shim., D.Y. Kwon., H.K. Choi., C.H. Lee., and Y.S. Kim. 2010. Metabolite Profiling of Cheonggukjang, A Fermented Soybean Paste, Inoculated with Various Bacillus Strains during Fermentation. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 74:1860–1868.
- Damanik, Y., N. Hidayat, dan S. Anggarini. 2014. Pengaruh Penambahan Molase dan Lama Waktu Fermentasi pada Kualitas Teh Kompos Sebagai Biobakterisida Terhadap Pengendalian Bakteria *Ralstonia Solanacearum*. *Skripsi*. Universitas Brawijaya.

- Feliatra., Nursyirwani, A. Tanjung, D.S. Adithiya, M. Susanna, dan I. Lukistyowati. 2018. Effectiveness of Heterotrophic Bacteria Isolated from Dumai Marine Waters of Riau, Used as Antibacterial against Pathogens in Fish Culture. *Earth and Environmental Science*, 116:1-12.
- Hamdiyati, Y. 2014. *Pertumbuhan dan Pengendalian Mikroorganisme II*. Jakarta.
- Hidayati, A.D. 2017. Pengaruh Hasil Reformulasi dengan Penambahan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  pada MHB (*Mycorrhiza Helper Bacteria*) dan *Glomus* spp. Terhadap Populasi *Pratylenchus Coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks. *Skripsi*. Universitas Jember.
- Manfaati, R. 2010. Kinetika dan Variable Optimum Fermentasi Asam Laktat dengan Media Campuran Tepung Tapioka dan Limbah Cair Tahu oleh *Rhizopus oryzae*. *Tesis*. Magister Teknik Kimia. UNDIP. Semarang.
- Madigan, M.T, J.M. Martinko, D. Stahl, and Clark. 2012. *Brock Biology of Microorganisms (13th Edition)*. New York: Pearson.
- Pengkumsri, N., B.S. Sivamaruthi. S. Sirilun, S. Peerajan, P. Kesika. K. Chaiyasut. and C. Chaiyasut. 2017. Extraction of  $\beta$ -Glucan from *Saccharomyces cerevisiae* : Comparison of Different Extraction Methods and in Vivo Assessment of Immunomodulatory Effect in Mice. *Food Science and Technology*, 7(1):124–130.
- Purwaningtyas, Y.R. 2019. Produksi Protein Sel Tunggal *Gluconacetobacter xylinus* dengan Medium Limbah Cair Tempe Menggunakan Metode Air - Lift Bioreactor. *Skripsi*. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Quinn, P.J., B.K. Markey, F.C. Leonard, E.S. Fitzpatrick, S. Fanning, and P. Hartigan. 2011. *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*. Oxford: Willey-Blackwell Ltd.
- Rochani, A., S. Yuniningsih, dan Z. Ma'sum. 2016. Pengaruh Konsentrasi Gula Larutan Molases Terhadap Kadar Etanol pada Proses Fermentasi. *Jurnal Reka Buana*, 1(1):43-48.
- Samsudin, W., Selomo. M, dan M.N. Fajaruddin. 2018. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair dengan Penambahan *Effective Mikroorganisme-4* (Em-4). *Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Hasanuddin*, 1(2): 1-14.
- Somaye, F., M.N. Marizieh, and N. Lale. 2008. Single Cell Protein (SCP) Production from UF Cheese When by *Kluyveromyces marxianus*. Iran: *18th National Congresson Food Technology*.
- Suminto. 2008. Pertumbuhan Bakteri Probiotik *Alkaligenus* sp. dan *Flavobacterium* sp. yang Diisolasi dari Usus Udang pada Media Kultur Molase dan Kaolin. *Jurnal Saintek Perikanan*, 4(1): 21 – 27.
- Wahyuningsih, N dan E. Zulaika. 2018. Perbandingan Pertumbuhan Bakteri Selulolitik pada Media Nutrient Broth dan *Carboxy Methyl Cellulose*. *Jurnal Sains dan Seni Its*,7(2):2337-3520.
- Walker, G., and G. Stewart. 2016. *Saccharomyces cerevisiae* in the Production of Fermented Beverages. *Beverages*, 2:1–12.
- Wibowo, M.S. 2016. *Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme*. School of Pharmacy ITB.
- Wijanarka., E. Kusdiyanti, and S. Parman. 2016. Screening Cellulolytic Bacteria from The Digestive Tract Snail (*Achatina fulica*) and Test the Ability of Cellulase Activity. *Biosaintifika*, 8(3):386–394