

# Pengaruh Program Waktu Perebusan pada *Horizontal Sterilizer* Pabrik Kapasitas 30 Ton TBS/Jam terhadap *Unstripped Bunch (USB)*, *Fruit Loss in Empty Bunch (FEB)* dan *Empty Bunch Stalk (EBS)*

Istianto Budhi Rahardja<sup>1</sup>; Yudi Dermawan<sup>2</sup>; Muhammad Soleman<sup>3</sup>

Program Studi Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit

Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi

Email : <sup>1</sup>[istianto@cwe.ac.id](mailto:istianto@cwe.ac.id); <sup>2</sup>[yudi.dermawan@gmail.com](mailto:yudi.dermawan@gmail.com); <sup>3</sup>[m.soleman@gmail.com](mailto:m.soleman@gmail.com)

## Abstrak

Proses perebusan Tandan Buah Segar (TBS) di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) SOGM menggunakan metode otomatisasi, di mana pembukaan dan penutupan katup uap masuk, katup uap keluar dan katup air kondensat didasarkan pada waktu yang telah ditetapkan. Terdapat tiga tipe program perebusan yang digunakan, yaitu 84 menit, 87 menit dan 91 menit. Agar proses perebusan dapat memperoleh efisiensi waktu dan juga memperoleh hasil yang terbaik, maka sebaiknya dipilih salah satu yang terbaik dari ketiganya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh program waktu perebusan terhadap *Unstripped Bunch (USB)*, *Fruit Loss in Empty Bunch (FEB)* dan *Empty Bunch Stalk (EBS)*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan percobaan secara langsung untuk mengetahui pengaruhnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lamanya waktu perebusan berpengaruh negatif terhadap USB dan FEB, yang berarti semakin lama waktu perebusan maka akan semakin kecil persentase USB dan FEB; dan berpengaruh positif terhadap EBS, yang berarti semakin lama waktu perebusan maka akan semakin tinggi persentase EBS.

## Kata Kunci

Waktu perebusan; *Horizontal sterilizer*; *Losses*.

---

## Abstract

*Process of sterilizing fresh fruit bunches (FFB) in SOGM Palm Oil Mill (POM) uses automation method, where the opening and closing of the inlet steam valve, exhaust valve and condensate valve based on predetermined time. There are three types of sterilizing program used, ie 84 minutes, 87 minutes and 91 minutes. In order for the sterilizing process to obtain time efficiency and also get the best result, then you should choose one of the best of the three. The purpose of this research is to know the effect of sterilizing time program on Unstripped Bunch (USB), Fruit Loss in Empty Bunch (FEB) and Empty Bunch Stalk (EBS). The method used in this research is to experiment directly to know its influence. The result showed that the length of sterilizing time has a negative effect on USB and FEB, which means the longer the sterilizing time will be the smaller percentage of USB and FEB; and positive effect on EBS, which means the longer the sterilizing time will be the higher the percentage of EBS.*

## Keywords

*Sterilizing time; Horizontal sterilizer; Losses.*

## Pendahuluan



*sterilizer* merupakan stasiun yang berguna untuk merebus Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit dengan menggunakan uap panas yang bertekanan secara konduksi dan konveksi, proses perebusan di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengolahan buah kelapa sawit, karena Tandan Buah Rebus (TBR) dari proses perebusan dapat berpengaruh terhadap keberhasilan proses-proses di stasiun selanjutnya.

Menurut Naibaho (1998), terdapat dua metode dalam proses perebusan di *sterilizer* yaitu dengan cara manual dan otomatisasi. Pada cara manual, semua kegiatan seperti pemasukan uap, pengeluaran uap dan *condensate* pada proses perebusan dikendalikan oleh tenaga manusia. Sedangkan pada cara otomatisasi, semua kegiatan tersebut dilakukan dengan metode penggunaan bantuan alat yang diprogram kemudian pembukaan dan penutupan kran uapnya dibantu dengan alat *compressor*.

Metode manual mempunyai kelemahan, yaitu diperlukannya banyak tenaga manusia tiap *shift* untuk kapasitas pabrik karena pelaksanaannya membutuhkan kekuatan fisik, kemudian apabila dalam pelaksanaan pola perebusan tiga puncak pelaksanaan pembukaan dan penutupan katup uap sangat sibuk sehingga ada kemungkinan terlupakan kegiatan-kegiatan yang seharusnya dikerjakan, namun apabila dalam pengoperasiannya tidak ada yang terlupakan dan operator pada stasiun tersebut benar-benar handal dan bertanggung jawab dalam melaksanakan tugasnya, maka hasil dari proses perebusan dapat dipastikan sesuai yang diinginkan. Sementara pada metode otomatisasi mempunyai kelemahan, yaitu apabila tekanan pada saat menaikan *steam* belum tercapai atau pengeluaran kondensat dan *steam* belum benar-benar habis namun waktunya telah tercapai maka proses pengeluarannya akan berhenti, karena pengaturan proses pada metode otomatisasi berdasarkan waktu, bukan berdasarkan tekanan. Sedangkan keunggulan pada metode otomatisasi adalah pabrik memperoleh efisiensi waktu dan hasil produksi yang berkelanjutan.

Pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) SOGM, proses perebusannya menggunakan metode otomatisasi, dan kondisinya sama seperti metode otomatisasi yang lainnya, yaitu pembukaan dan penutupan katup uap masuk, keluar, dan air kondensat didasarkan pada waktu yang telah ditetapkan. Terdapat tiga tipe program pada metode otomatisasi di PKS SOGM yang mempunyai total waktu untuk proses perebusan masing-masing, yaitu 84 menit, 87 menit dan 91 menit. Agar proses perebusan dapat memperoleh efisiensi waktu dan juga memperoleh hasil yang berkualitas maka akan lebih baik apabila dari ketiga program tersebut diperoleh satu yang terbaik.

Untuk mengetahui keberhasilan metode proses perebusan yang telah digunakan di PKS SOGM dapat dilakukan dengan melihat hasil dari proses perebusan yang ada dengan melihat dari beberapa parameter, antara lain *Unstripped Bunch (USB)*, *Oil Loss* di *Empty Bunch Stalk*, *Oil Loss* di *Effluent* dan *Fruit Loss* di *Empty Bunch*.

---

Istianto Budhi Rahardja dkk

Pengaruh Program Waktu  
Perebusan pada *Horizontal  
Sterilizer* Pabrik Kapasitas 30  
Ton TBS/Jam terhadap  
*Unstripped Bunch (USB)*,  
*Fruit Loss in Empty Bunch  
(FEB)* dan *Empty Bunch Stalk  
(EBS)*

---

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh program waktu perebusan terhadap *Unstripped Bunch* (USB), *Fruit Loss in Empty Bunch* (FEB) dan *Empty Bunch Stalk* (EBS).

## Metodologi

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan tanggal 1 – 30 Mei 2016, bertempat di PKS SOGM, Sumatera Selatan.

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Alat-alat yang Digunakan dalam Penelitian

Nama Alat	Kegunaan
Gancu	Untuk mengambil janjangan dari <i>Empty Bunch Conweyor</i>
Pisau	Untuk merajang sampel <i>Empty Bunch</i>
Timbangan analog	Untuk mengetahui berat sampel <i>Empty Bunch</i>
Timbangan digital	Untuk mengetahui berat sampel untuk diekstraksi
Alat Tulis	Untuk mencatat data yang didapatkan
<i>Cutter</i>	Untuk memotong sampel
Gerobak sorong	Untuk membawa sampel dari pabrik menuju laboratorium
<i>Microwave oven</i>	Untuk memanaskan dan menghilangkan kadar air dari sampel
Cawan Petri	Untuk tempat sampel setelah di ekstraksi
Desikator	Untuk mendinginkan sampel setelah dipanaskan
Labu ukur	Untuk menampung minyak hasil ekstraksi
<i>Soxhlet</i> ekstraksi	Untuk tempat sampel dan thimble yang akan diekstraksi
Kondensor ekstraksi	Untuk pendingin proses ekstraksi
<i>Thimble</i>	Untuk tempat sampel yang akan di ekstraksi
Kamera	Untuk dokumentasi kegiatan dan peralatan

Tabel 2 Bahan-bahan yang Digunakan dalam Penelitian

Nama Bahan	Kegunaan
<i>Empty Bunch</i>	Sebagai sampel dari penelitian
<i>N-Hexane</i>	Sebagai pelarut sampel, dan untuk membantu proses ekstraksi

### Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Menghitung persentase USB  
Menghitung persentase USB dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$USB = \frac{JJU}{JJS} \times 100\% \quad (1)$$

di mana:

- USB* = persentase USB (%)  
*JJU* = jumlah janjang USB (janjang)  
*JJS* = jumlah janjang sampel (janjang)

2. Menghitung persentase FEB  
 Menghitung persentase FEB dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$FEB = \frac{BBrd}{BJ} \times 100\% \quad (2)$$

di mana:

*FEB* = persentase FEB (%)  
*BBrd* = berat berondolan pada janjang (Kg)  
*BJ* = berat janjang (Kg)

3. Menghitung persentase EBS  
 Menghitung persentase EBS dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Mst = \frac{(W2 - W3)}{(W2 - W1)} \times 100\% \quad (3)$$

$$OWM = \frac{(W5 - W4)}{(W2 - W1)} \times 100\% \quad (4)$$

$$DW = \frac{(W3 - W1)}{(W2 - W1)} \times 100\% \quad (5)$$

$$ODM = \frac{(W5 - W4)}{(W3 - W1)} \times 100\% \quad (6)$$

$$NOS = 100\% - (Mst + OWM) \quad (7)$$

di mana:

*Mst* = kadar air pada sampel (gr)  
*OWM* = kadar minyak pada sampel basah (gr)  
*DW* = perbandingan sampel kering terhadap sampel basah (%)  
*ODM* = kadar minyak pada sampel kering (%)  
*NOS* = kadar padatan bukan minyak (%)  
*W1* = berat cawan kosong (gr)  
*W2* = berat cawan + sampel basah (gr)  
*W3* = berat cawan + sampel kering (gr)  
*W4* = berat botol kosong (gr)  
*W5* = berat botol + minyak (gr)

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Pengumpulan Data

Pada pelaksanaan pengumpulan data, sampel yang digunakan harus dipastikan sebelumnya bahwa proses perebusanya harus memastikan faktor lain penyebab USB, FEB dan EBS, seperti buah normal, tekanan pada *steam* tercapai, dan *thresher* dalam kondisi normal.

Aktivitas yang terjadi selama proses perebusan berlangsung dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Aktivitas yang Terjadi selama Proses Pereusan Berlangsung

Step	Posisi Valve			Waktu (menit)			Proses
	Inlet	Exhaust	Condensate	P1 (84)	P2 (87)	P3 (91)	
1	Buka	Tutup	Buka	3	3	3	Deaerasi (Swiping)
2	Buka	Tutup	Tutup	10	10	10	Pemasukan Steam (Difusi)
3	Tutup	Tutup	Buka	1	1	1	Pembuangan Udara & Condensate
4	Tutup	Buka	Buka	2	2	2	Pembuangan udara & Condensate
5	Buka	Tutup	Buka	3	3	3	Swiping
6	Buka	Tutup	Tutup	13	13	13	Pemasukan steam (Difusi)
7	Tutup	Tutup	Buka	1	1	1	Pembuangan Udara & Condensate
8	Tutup	Buka	Buka	3	3	3	Pembuangan Udara & Condensate
9	Buka	Tutup	Tutup	15	16	17	Penaikan Steam
10	Buka	Tutup	Buka	1	1	1	Pembuangan Udara & condensate
11	Buka	Tutup	Tutup	12	13	15	Penahanan Steam
12	Buka	Tutup	Buka	1	1	1	Pembuangan Udara & Condensate
13	Buka	Tutup	Tutup	13	14	14	Penahanan Steam
14	Tutup	Tutup	Buka	1	1	1	Penurunan Steam
15	Tutup	Buka	Buka	5	5	6	Pembuangan akhir steam & condensate
<b>Total Waktu</b>				<b>84</b>	<b>87</b>	<b>91</b>	

Untuk pengambilan sampel *Empty Bunch* dilakukan pada lori ke-5 sampai 10, karena agar memastikan sampel yang diambil memang benar-benar merupakan sampel yang dihasilkan oleh *sterilizer* yang sudah diatur pada program yang menjadi percobaan. Hasil pengumpulan data dari percobaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Data USB

USB adalah brondolan yang tidak terlepas dari janjangan. Menurut Siregar (2013), dikatakan USB apabila brondolan tidak terlepas dari janjangan minimal sebanyak 30 brondolan. Data USB yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4 – 6.

Tabel 4 Data Percobaan USB Program 1 (84 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Sampel Diamati (Janjang)	USB Terlihat (Janjang)
1	10 Mei 2016	5	Ke-3	200	11
2	12 Mei 2016	5	Ke-2	200	11
3	12 Mei 2016	5	Ke-3	200	10

Tabel 5 Data Percobaan USB Program 2 (87 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Sampel Diamati (Janjang)	USB Terlihat (Janjang)
1	3 Mei 2016	5	Ke-3	200	7
2	6 Mei 2016	5	Ke-3	200	9
3	6 Mei 2016	5	Ke-2	200	8

Tabel 6 Data Percobaan USB Program 3 (91 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Sampel Diamati (Janjang)	USB Terlihat (Janjang)
1	14 Mei 2016	5	Ke-2	200	4
2	14 Mei 2016	5	Ke-3	200	3
3	17 Mei 2016	5	Ke-2	200	4

## 2. Data FEB

FEB adalah *losses* minyak yang diakibatkan oleh brondolan (*Fruit*) terikut pada janjang kosong. Berbeda dengan USB, pada FEB kondisi brondolannya sudah lepas dari janjangan, namun belum terpisahkan dan brondolan tersebut terikut dengan janjangan yang di bawa oleh *empty bunch conveyor* menuju *empty bunch area*. Data USB yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 7 – 9.

Tabel 7 Data Percobaan FEB Program 1 (84 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Berat Sampel Diamati (50 Janjang)	Berat Total <i>Fruitlet</i> Lepas
1	10 Mei 2016	5	Ke-3	125,900 Kg	1,2825 Kg
2	12 Mei 2016	5	Ke-2	110,500 Kg	1,2346 Kg
3	12 Mei 2016	5	Ke-3	112,300 Kg	1,2932 Kg

Tabel 8 Data Percobaan FEB Program 2 (87 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Berat Sampel Diamati (50 Janjang)	Berat Total <i>Fruitlet</i> Lepas
1	10 Mei 2016	5	Ke-3	166,700 Kg	0,5421 Kg
2	12 Mei 2016	5	Ke-2	164,600 Kg	0,4352 Kg
3	12 Mei 2016	5	Ke-3	153,600 Kg	0,5645 Kg

Tabel 9 Data Percobaan FEB Program 3 (91 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Berat Sampel Diamati (50 Janjang)	Berat Total <i>Fruitlet</i> Lepas
1	10 Mei 2016	5	Ke-3	165,800 Kg	0,2341 Kg
2	12 Mei 2016	5	Ke-2	158,943 Kg	0,1961 Kg
3	12 Mei 2016	5	Ke-3	160,341 Kg	0,3019 Kg

## 3. Data EBS

EBS adalah minyak yang terikut di dalam janjangan, kondisi minyak yang dihasilkan brondolan ikut tersedap pada janjangan. Data EBS yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 10 – 12.

Tabel 10 Data Percobaan EBS Program 1 (84 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	W1 (gr)	W2 (gr)	W3 (gr)	W4 (gr)	W5 (gr)
1	03 Mei 2016	5	Ke-3	5,529	26,273	12,875	106,053	106,911
2	03 Mei 2016	5	Ke-2	5,525	23,521	11,647	106,242	106,992
3	06 Mei 2016	5	Ke-3	5,513	26,121	13,327	106,113	106,633

Tabel 11 Data Percobaan EBS Program 2 (87 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	W1 (gr)	W2 (gr)	W3 (gr)	W4 (gr)	W5 (gr)
1	14 Mei 2016	5	Ke-3	5,527	21,027	11,247	105,98	106,670
2	14 Mei 2016	5	Ke-2	5,548	26,151	12,899	106,019	106,604
3	17 Mei 2016	5	Ke-3	5,537	26,025	13,103	106,017	106,935

Tabel 12 Data Percobaan EBS Program 3 (91 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	W1 (gr)	W2 (gr)	W3 (gr)	W4 (gr)	W5 (gr)
1	10 Mei 2016	5	Ke-3	5,547	25,934	12,231	105,423	106,456
2	12 Mei 2016	5	Ke-2	5,516	26,014	12,987	106,038	107,067
3	12 Mei 2016	5	Ke-3	5,539	26,044	12,446	105,127	106,151

**Hasil Pengolahan Data**

Berdasarkan data yang terkumpul, akan dilakukan pengolahan data sebagai berikut:

## 1. Persentase USB

Berdasarkan data pada Tabel 4 – 6, akan dihitung persentase USB dengan menggunakan persamaan (1), misalnya untuk percobaan 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} USB &= \frac{JU}{JS} \times 100\% \\ &= \frac{11}{200} \times 100\% \\ &= 5,50\% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dapat dihitung persentase USB untuk percobaan lainnya dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 13 – 15.

Tabel 13 Persentase USB Program 1 (84 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Sampel Diamati (Janjang)	USB Terlihat (Janjang)	USB (%)
1	10 Mei 2016	5	Ke-3	200	11	5,50
2	12 Mei 2016	5	Ke-2	200	11	5,50
3	12 Mei 2016	5	Ke-3	200	10	5,00
<b>Rata-rata</b>						<b>5,33</b>

Tabel 14 Persentase USB Program 2 (87 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Sampel Diamati (Janjang)	USB Terlihat (Janjang)	USB (%)
1	3 Mei 2016	5	Ke-3	200	7	3,50
2	6 Mei 2016	5	Ke-3	200	9	4,50
3	6 Mei 2016	5	Ke-2	200	8	4,00
<b>Rata-rata</b>						<b>4,00</b>

Tabel 15 Persentase USB Program 3 (91 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Sampel Diamati (Janjang)	USB Terlihat (Janjang)	USB (%)
1	14 Mei 2016	5	Ke-2	200	4	2,00
2	14 Mei 2016	5	Ke-3	200	3	1,50
3	17 Mei 2016	5	Ke-2	200	4	2,00
<b>Rata-rata</b>						<b>1,83</b>

## 2. Data FEB

Berdasarkan data pada Tabel 7 – 9, akan dihitung persentase USB dengan menggunakan persamaan (2), misalnya untuk percobaan 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 USB &= \frac{BBrd}{BJ} \times 100\% \\
 &= \frac{1,2825}{125,9000} \times 100\% \\
 &= 1,02\%
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dapat dihitung persentase USB untuk percobaan lainnya dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 16 – 18.

Istianto Budhi Rahardja dkk

Pengaruh Program Waktu  
Perebusan pada *Horizontal*  
*Sterilizer* Pabrik Kapasitas 30  
Ton TBS/Jam terhadap  
*Unstripped Bunch (USB),*  
*Fruit Loss in Empty Bunch*  
*(FEB)* dan *Empty Bunch Stalk*  
*(EBS)*

Tabel 16 Persentase FEB Program 1 (84 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Berat Sampel Diamati (50 Janjang)	Berat Total Fruitlet Lepas	EFB (%)
1	10 Mei 2016	5	Ke-3	125,900 Kg	1,2825 Kg	1,02
2	12 Mei 2016	5	Ke-2	110,500 Kg	1,2346 Kg	1,12
3	12 Mei 2016	5	Ke-3	112,300 Kg	1,2932 Kg	1,15
<b>Rata-rata</b>						<b>1,10</b>

Tabel 17 Persentase FEB Program 2 (87 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Berat Sampel Diamati (50 Janjang)	Berat Total Fruitlet Lepas	EFB (%)
1	10 Mei 2016	5	Ke-3	166,700 Kg	0,5421 Kg	0,33
2	12 Mei 2016	5	Ke-2	164,600 Kg	0,4352 Kg	0,26
3	12 Mei 2016	5	Ke-3	153,600 Kg	0,5645 Kg	0,37
<b>Rata-rata</b>						<b>0,32</b>

Tabel 18 Persentase FEB Program 3 (91 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Berat Sampel Diamati (50 Janjang)	Berat Total Fruitlet Lepas	EFB (%)
1	10 Mei 2016	5	Ke-3	165,800 Kg	0,2341 Kg	0,14
2	12 Mei 2016	5	Ke-2	158,943 Kg	0,1961 Kg	0,12
3	12 Mei 2016	5	Ke-3	160,341 Kg	0,3019 Kg	0,19
<b>Rata-rata</b>						<b>0,15</b>

### 3. Data EBS

Berdasarkan data pada Tabel 10 – 12, akan dihitung persentase USB dengan menggunakan persamaan (3) – (7), misalnya untuk percobaan 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Mst &= \frac{(W2 - W3)}{(W2 - W1)} \times 100\% \\
 &= \frac{(26,273 - 12,875)}{(26,273 - 5,529)} \times 100\% \\
 &= \frac{13,398}{20,744} \times 100\% \\
 &= 64,59\% \\
 OWM &= \frac{(W5 - W4)}{(W2 - W1)} \times 100\% \\
 &= \frac{(106,911 - 106,053)}{(26,273 - 5,529)} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= \frac{0,858}{20,744} \times 100\%$$

$$= 4,14\%$$

$$\begin{aligned} DW &= \frac{(W3 - W1)}{(W2 - W1)} \times 100\% \\ &= \frac{(12,875 - 5,529)}{(26,273 - 5,529)} \times 100\% \\ &= \frac{7,346}{20,744} \times 100\% \\ &= 35,41\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ODM &= \frac{(W5 - W4)}{(W3 - W1)} \times 100\% \\ &= \frac{(106,911 - 106,053)}{(12,875 - 5,529)} \times 100\% \\ &= \frac{0,858}{7,346} \times 100\% \\ &= 11,68\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NOS &= 100\% - (Mst + OWM) \\ &= 100\% - (64,59\% + 4,14\%) \\ &= 31,28\% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dapat dihitung persentase EBS untuk percobaan lainnya dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 19 – 21.

Tabel 19 Persentase EBS Program 1 (84 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Mst (%)	OWM (%)	DW (%)	ODM (%)	NOS (%)
1	03 Mei 2016	5	Ke-3	64,59	4,14	35,41	11,68	31,28
2	03 Mei 2016	5	Ke-2	65,98	4,17	34,02	12,25	29,85
3	06 Mei 2016	5	Ke-3	62,08	2,52	37,92	6,65	35,39
<b>Rata-rata</b>							<b>10,20</b>	

Tabel 20 Persentase EBS Program 2 (87 Menit)

Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Mst (%)	OWM (%)	DW (%)	ODM (%)	NOS (%)
1	14 Mei 2016	5	Ke-3	63,10	4,45	36,90	12,06	32,45
2	14 Mei 2016	5	Ke-2	64,32	2,84	35,68	7,96	32,84
3	17 Mei 2016	5	Ke-3	63,07	4,48	36,93	12,13	32,45
<b>Rata-rata</b>							<b>10,72</b>	

Tabel 21 Persentase EBS Program 3 (91 Menit)

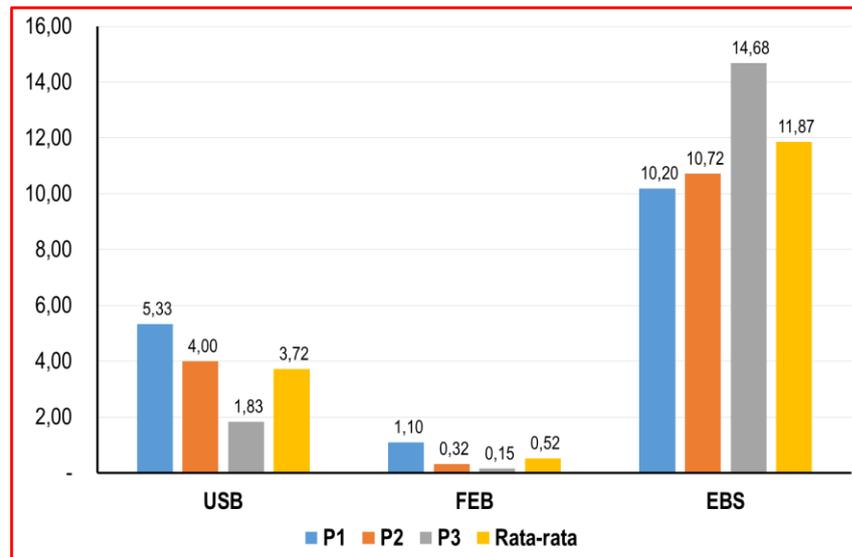
Percobaan	Tanggal	No Sterilizer	Proses Rebusan	Mst (%)	OWM (%)	DW (%)	ODM (%)	NOS (%)
1	10 Mei 2016	5	Ke-3	67,21	5,07	32,79	15,45	27,72
2	12 Mei 2016	5	Ke-2	63,55	5,02	36,45	13,77	31,43
3	12 Mei 2016	5	Ke-3	66,32	4,99	33,68	14,83	28,69
<b>Rata-rata</b>							<b>14,68</b>	

## Hasil Rata-rata Program Perebusan

Hasil rata-rata dari program perebusan dapat dilihat pada Tabel 22 dan secara grafis dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 22 Hasil Rata-rata pada Program Perebusan

Objek	Percobaan 1 (%)	Percobaan 2 (%)	Percobaan 3 (%)	Rata-rata (%)
USB	5,33	4,00	1,83	3,72
FEB	1,10	0,32	0,15	0,52
EBS	10,20	10,72	14,68	11,87



Gambar 1 Hasil Rata-rata pada Program Perebusan

## Pembahasan

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa metode proses perebusan yang dilakukan adalah *triple peak*, dilihat dari pola dan waktu dalam tahapan perebusan. Proses perebusan dengan menggunakan tipe *triple peak* pada *horizontal sterilizer* mempunyai kelebihan dibandingkan *single peak*, karena dapat melakukan pembuangan udara yang ada pada tabung *sterilizer*.

Tujuan pembuangan udara adalah untuk mempermudah proses perpindahan panas pada TBS, karena udara merupakan penghantar panas yang buruk. Udara juga dapat menurunkan tekanan yang ada pada tabung rebusan, karena udara dapat tercampur dengan uap yang masuk pada tabung rebusan. Penjelasan bahwa udara sebagai penghantar panas yang buruk adalah berhubungan dengan nilai konduktivitas termal pada udara sangat kecil, yaitu 0,024. Berdasarkan teori konveksi dapat dinyatakan bahwa semakin kecil nilai konduktivitas termal suatu benda, maka akan menghasilkan nilai perpindahan panas yang kecil.

Udara juga dapat menghalangi penetrasi uap panas yang menuju *fruitlet*, sehingga menurunkan tekanan uap yang ada pada tabung *sterilizer* dan berakibat temperatur pada uap juga akan menurun. Berdasarkan persamaan gas ideal dapat dinyatakan bahwa tekanan berbanding lurus

dengan suhu. Selain udara, air *condensate* yang ada pada proses perebusan juga harus dikeluarkan. Karena air *condensate* tersebut dapat mengabsorpsi panas yang ada pada tabung rebusan, sehingga akan mempengaruhi tekanan yang ada pada *steam* untuk proses penetrasi pada buah, dan menurunkan tekanan yang ada pada *steam* sesuai dengan persamaan gas ideal tersebut.

Pada program waktu proses perebusan terdapat 3 puncak atau *triple peak*, di mana *peak* pertama adalah *step* 1 sampai 4, *peak* kedua adalah *step* 5 sampai 8, dan *peak* ketiga atau terakhir adalah 9 sampai 15. Proses yang terjadi pada setiap *step* tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pada *step* 1 dan 5 adalah proses deaerasi, dengan cara difusi melalui pembuangan udara dengan cara pendorongan dengan uap dan dikeluarkan dari bawah tabung rebusan melalui pipa kondensat, karena berat jenis udara lebih tinggi dibandingkan uap. Pada saat sebelum *step* awal tersebut tabung rebusan tidak terisi oleh uap, tetapi hanya terisi oleh udara. Namun pada *step* 5, selain udara terdapat sisa *condensate* dari proses pembuangan pada *step* sebelumnya. Oleh karena itu pendorongan udara melalui pipa *condensate* perlu dilakukan dengan tujuan untuk membuang sisa-sisa *condensate* yang masih tertinggal.
2. Pada *step* 2 dan 6 adalah proses pemasukan *steam*. Pada tahap ini hanya inlet yang terbuka. Tujuannya adalah untuk penetrasi hingga ke lapisan terdalam pada TBS yang berada dalam lori pada tabung rebusan, dan masuk ke sela-sela *fruitlet* untuk mengawali proses deaerasi dengan cara *swiping*.
3. Pada *step* 3, 7 dan 14 adalah proses penurunan tekanan uap dan *condensate* melalui pipa *condensate*. Pada *step* 3 dan 7 bertujuan proses deaerasi dengan cara *swiping*, sebelum pembuangan total pada proses selanjutnya. Sementara pada *step* 14 bertujuan untuk menurunkan tekanan uap dan *condensate* agar tidak terlalu banyak ketika dilakukan pembuangan akhir.
4. Pada *step* 4 dan 8 adalah proses pembuangan total uap dan *condensate* di dalam tabung rebusan, pada *step* ini posisi *valve inlet* tertutup dan *valve exhaust* serta *condensate* dalam kondisi terbuka. Tujuan dari *step* 4 dan 8 adalah proses pembuangan udara dan *condensate* dengan cara *swiping*.
5. Pada *step* 10 dan 12 adalah penurunan udara dan *condensate*, karena dapat menurunkan tekanan uap yang masuk pada tabung *sterilizer* pada *step* selanjutnya, yang merupakan tahapan penaikan dan penahanan *steam*.

Perbedaan dari ketiga program waktu perebusan yang ada di *sterilizer* PKS SOGM terletak pada *step* 9, 11, 13 dan 15, di mana seluruhnya berada pada *peak* ketiga, yaitu proses penaikan dan penahanan *steam*. Akibat perbedaan waktu perebusan di atas adalah sebagai berikut:

1. Pada *step 9* merupakan proses kenaikan *steam*, lama waktu program pertama adalah 15 menit, program kedua adalah 16 menit, sedangkan program ketiga adalah 17 menit. Proses kenaikan *steam* ini berfungsi melepaskan *fruitlet* dari janjangan. Apabila pada proses ini berjalan cepat akan mengakibatkan pelepasan *fruitlet* pada janjangan tidak maksimal, karena masih ada udara yang menghalangi proses penetrasi *steam* ke buah. Dengan bertambahnya waktu pemasukan *steam*, akan menambah tekanan pada *steam* pada proses penetrasi ke buah.
2. Pada *step 11* merupakan proses kenaikan dan penahanan *steam*. Proses ini juga berfungsi untuk melepaskan *fruitlet* pada buah, namun pada tahapan ini penetrasi *steam* melaju hingga lapisan terdalam pada buah, sehingga *fruitlet* pada bagian dalam buah mengalami pelepasan dari janjangannya. Karena semakin dalam penetrasi yang dilakukan *steam* akan membutuhkan tekanan yang lebih tinggi, maka waktu pemasukan *steam* ke tabung rebusan akan semakin panjang. Dari penjelasan tersebut membuktikan bahwa waktu kenaikan *steam* terlama berdampak terhadap rendahnya USB dan FEB hasil rebusan. Demikian pula sebaliknya.
3. Pada *step 13* merupakan proses penahanan *steam*. Tahapan ini merupakan proses perpindahan panas yang dilakukan *steam* dari daging buah hingga ke dalam. Penetrasi *steam* pada *step* ini sangat baik, karena pada *step* ini udara pada sela-sela *fruitlet* sangat sedikit, dan kondisi pada *steam* sudah mencapai tekanan puncak. Perbedaan waktu pada *step* ini, selain mempengaruhi pelepasan *kernel* dari cangkang pada *fruitlet*, juga mempengaruhi pemisahan molekul-molekul minyak dari daging buah. Dari penjelasan di atas, perbedaan waktu pada tahapan ini dapat mempengaruhi lepasnya minyak dari *mesocarp* lalu meresap pada janjang, karena buah yang diolah pada PKS banyak mengalami perlakuan yang mengakibatkan sedikit luka pada buah tersebut. Uraian inilah yang menjelaskan bahwa semakin lama proses pemasukan *steam* pada *step 13*, maka akan mengakibatkan tingginya nilai EBS dari hasil proses perebusan.
4. Pada *step 15* merupakan proses pembuangan *steam* dan *condensate* akhir. Waktu dari setiap program rebusan berbeda, karena waktu pemasukan *steam* akan berpengaruh terhadap banyaknya uap dan *condensate* di dalam tabung rebusan, sehingga proses perebusan yang menggunakan waktu pemasukan *steam* lebih lama akan memerlukan waktu yang lebih lama juga ketika pembuangan *steam* dan *condensate*.

Berdasarkan Tabel 22 dan Gambar 1 terlihat bahwa semakin cepat waktu proses perebusan yaitu *sterilizer* dengan program 84 menit, maka USB dan FEB pada buah hasil rebusan semakin tinggi dibandingkan waktu proses perebusan yang lebih lama yaitu 91 menit, karena tekanan *steam* yang masuk pada masing-masing *sterilizer* tidak berbeda. Seharusnya apabila tekanan *steam* pada waktu proses perebusan yang cepat membutuhkan tekanan lebih tinggi dibandingkan dengan waktu yang lebih lama.

Apabila tekanan *steam* yang masuk pada *sterilizer* dengan program waktu perebusan yang cepat lebih tinggi dibandingkan *sterilizer* yang lain maka USB dan EFB dari buah hasil perebusan akan lebih rendah, karena semakin tinggi tekanan *steam*, penetrasi untuk melakukan proses perpindahan panasnya akan semakin cepat, yang sudah diketahui bersama bahwa *fruitlet* pada janjang tidak hanya melekat pada satu lapisan saja, namun tersusun dari lapisan terdalam hingga terluar. Oleh karena itu, agar *steam* dapat melakukan proses perpindahan panas hingga lapisan terdalam, harus mempunyai tekanan yang tinggi agar penetrasinya berjalan cepat, dengan kata lain apabila tekanan *steam* tinggi, maka waktu proses perebusannya semakin cepat, begitu juga sebaliknya.

Menurut Naibaho (1998), bahwa kondisi yang sama dengan penjelasan di atas, yaitu pada suhu 100°C membutuhkan waktu 25 – 30 menit penetrasi uap hingga bagian dalam bersuhu 100°C untuk tandan yang berat 3 – 6 Kg dan untuk yang beratnya 17 Kg membutuhkan waktu 50 menit. Sedangkan Pahan (2006) mengatakan bahwa untuk merebus dengan uap 3 Bar (3,06 Kg/cm<sup>2</sup>) selama 25 menit akan memberikan hasil yang sama seperti merebus dengan tekanan 1,5 Bar selama 55 menit.

Berdasarkan Tabel 22 dan Gambar 1 juga terlihat bahwa EBS tertinggi terletak pada *sterilizer* yang diatur dengan program perebusan terlama, yaitu 91 menit, dibandingkan dengan waktu yang lain, karena pada waktu terlama proses pemasukan dan penahanan tekanan *steam* mengakibatkan minyak di dalam *mesocarp* buah yang kondisinya luka akan keluar, karena posisi TBS didalam lori menumpuk, sehingga mengakibatkan peresapan minyak yang ada pada *fruitlet* terhadap janjang lain.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa program waktu perebusan berpengaruh negatif terhadap *Unstripped Bunch* (USB) dan *Fruit Loss in Empty Bunch* (FEB), yang berarti semakin lama waktu perebusan maka akan semakin kecil persentase USB dan FEB. Sedangkan terhadap *Empty Bunch Stalk* (EBS), program waktu perebusan berpengaruh positif, yang berarti semakin lama waktu perebusan maka akan semakin tinggi persentase EBS.

## Daftar Pustaka

- Anonimous. (2009). *Standar Operasional Prosedur Pengolahan Pabrik Kelapa Sawit*. Jakarta: Sinarmas Agribusiness and Food.
- Hill, M. (2004). *Concise Encyclopedia of Chemistry*. New York.
- Ikhwal, A. (2014). Pengaruh Konsentrasi Pektin dan Lama Penyimpanan terhadap Mutu Selai Nanas Lembaran. *Jurnal Rekayasa Pangan*, 2(4), 61-70.
- Keteran, S. (2005). *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Matheus, S. (2011). Penentuan Mol Udara dalam Selinder dan Bola Menggunakan Hukum Boyle-Mariotte. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 5(1), 41-45.

- Naibaho, P.M. (1998). *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Pahan, I. (2007). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit, Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pardamean, M. (2006). *Panduan Lengkap Pengolahan Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit*. Jakarta: Agro Media Pustaka.

---

Istianto Budhi Rahardja dkk

Pengaruh Program Waktu  
Perebusan pada *Horizontal  
Sterilizer* Pabrik Kapasitas 30  
Ton TBS/Jam terhadap  
*Unstripped Bunch (USB),  
Fruit Loss in Empty Bunch  
(FEB)* dan *Empty Bunch Stalk  
(EBS)*

---