

MODEL PREDIKSI MUTU PEREBUSAN TANDAN BUAH SEGAR SAWIT PADA BERBAGAI UKURAN BERAT, TINGKAT KEMATANGAN BUAH DAN MASA REBUSNYA UNTUK STERILIZER HORIZONTAL

Pandu Imam⁽¹⁾, Santosa⁽²⁾, Isril Berd⁽²⁾, Anwar Kasim⁽²⁾

⁽¹⁾Dosen Universitas Bengkulu,

⁽²⁾Dosen Universitas Andalas.

Email : pisadib@unib.ac.id

Tujuan penelitian ini adalah : (1) Mengetahui sifat fisik hasil rebusan TBS sawit; (2) Mengetahui sifat kimia hasil perebusan TBS sawit; (3) Menemukan model prediksi respon hasil perebusan TBS sawit dan (4) Menentukan masa rebus yang paling tepat bagi kondisi bahan baku (TBS) yang akan direbus. Penelitian ini dilakukan di PT.Bio Nusantara Teknologi Bengkulu, dengan menggunakan sterilizer tipe horizontal. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen yang langsung dilakukan di pabrik. Analisis regresi linear berganda digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh, guna menginvestigasi dan menyusun model pengaruh variabel bebas terhadap variabel respon yang merupakan indikator keberhasilan operasi perebusan yang dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan variasi ukuran berat tandan, tingkat kematangan buah dan masa rebus TBS sawit berpengaruh terhadap respon hasil perebusan yang diamati. Model prediksi atas respon perebusan yang ditemukan adalah : $Y_1(\text{evaporasi, \%}) = 5,18 - 0,042 X_1 - 0,012 X_2 + 0,082 X_3$; Y_2 (Buah hilang, g) = $1629,96 + 8,14 X_1 - 3,22 X_2 - 10,22 X_3$; Y_3 (Kapasitas kerja pemisahan mesokarp, g/men) = $-0,748 - 0,297 X_1 + 0,111 X_2 + 0,336 X_3$; Y_4 (persentase berat mesokarp, %) = $60,12 - 0,044 X_1 + 0,018 X_2 - 0,103 X_3$; Y_5 (Jumlah kernel pecah, %) = $-1,515 - 0,06 X_1 + 0,035 X_2 + 0,115 X_3$; Y_6 (ALB, %) = $-0,655 + 0,011 X_1 + 0,029 X_2 + 0,032 X_3$ dan Y_7 (DOBI, %) = $5,205 - 0,001 X_1 + 0,01 X_2 - 0,024 X_3$. Masa rebus yang tepat untuk merebus TBS kecil mengkal = 95 menit dengan skor nilai 7; TBS kecil matang = 95 menit dengan skor nilai 6; TBS kecil lewat matang = 90 menit dengan skor nilai 6. Lama waktu rebus yang tepat untuk TBS besar mengkal = 100 menit dengan skor nilai 6; TBS besar matang = 80 menit dengan skor nilai 5 dan untuk TBS besar lewat matang = 95 menit dengan skor nilai 6.

Kata kunci : perebusan sawit, model respon , skor mutu hasil rebusan

1. PENDAHULUAN

Agroindustri perkebunan kelapa sawit merupakan industri strategis yang sepenuhnya lokal dan perlu ditingkatkan nilai tambahnya. Devisa yang dihasilkan dari industri sawit dan turunannya pada 2014 kira-kira sekitar US\$ 21,7 miliar, meskipun sempat turun pada 2015 menjadi US\$ 18,6 miliar, namun agroindustri perkebunan kelapa sawit terbukti mampu menyerap tenaga kerja langsung hingga mencapai enam juta orang (Sawitindo, 2016).

Usaha agroindustri perkebunan kelapa sawit tujuannya adalah untuk mendapatkan **keuntungan** dari penjualan minyak kelapa sawit (MKS) atau **Crude palm Oil (CPO)** dan inti sawit (kernel) yang merupakan hasil proses operasi bagian pabrik setelah menerima dan mengolah tandan buah segar (TBS) sawit produksi bagian kebun. Untuk menjamin tercapainya tujuan tersebut, ada enam hal yang harus dipenuhi, yakni : (1) Jaminan kontinuitas produksi TBS sawit, (2) Luas areal tanam yang memadai, (3) Siklus tanaman yang efektif (peremajaan tanam), (4) Pabrik pengolah

TBS sawit yang handal, (5) Penyimpanan CPO sementara yang handal dan (6) Pasar CPO dan kernel yang pasti.

Tahap pengolahan TBS sawit yang pertama di PMKS adalah perebusan atau sterilisasi yang dilakukan dalam bejana bertekanan (sterilizer) dengan menggunakan uap jenuh (*saturated steam*). Penggunaan uap jenuh memungkinkan terjadinya proses penguapan terhadap air yang ada di dalam buah sawit, yang memang harus dikeluarkan (sebagian) agar memudahkan proses pengambilan minyak sawit yang ada padanya (Naibaho, 1998). Aktifitas perebusan di PMKS, memberi andil sekitar 60 % dari keberhasilan pengolahan TBS sawit (Sawitindo, 2012). Oleh karena pentingnya tahap ini, maka aktifitas perebusan sering dijadikan tolok ukur penyebab kerugian yang dialami perusahaan, jika didapati nilai rendemen minyak kelapa sawit (*oil efficiency of rendement/ OER*) dan kernel yang dihasilkannya tidak maksimal dan mutunya rendah.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui dan mempelajari pengaruh ukuran berat TBS, tingkat kematangan buah dan masa rebus, terhadap kuantitas hasil perebusan.
2. Mengetahui dan mempelajari pengaruh ukuran berat TBS, tingkat kematangan buah dan masa rebusa, terhadap kualitas hasil perebusan.
3. Menemukan model prediksi respon hasil perebusan yang tepat pada Sterilizer tipe horizontal untuk perebusan TBS sawit yang telah dipilah berdasarkan ukuran berat, tingkat kematangan buah dan masa rebusnya.
4. Menentukan ketepatan masa rebus TBS sawit yang paling baik, bagi kondisi bahan baku TBS sawit yang dipilah berdasarkan ukuran berat TBS dan tingkat kematangan buahnya.

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode percobaan, yang langsung dilakukan di pabrik, dengan menggunakan bahan percobaan berupa tandan buah segar (TBS) sawit varietas Tenera yang dipilah atas dasar : (1) ukuran berat TBS (X_1) terdiri dari 7 kg (rata-rata kecil) dan 20 kg (rata-rata

besar), (2) tingkat kematangan buah (X_2) terdiri dari mengkal (22,5 % luar membrondol), matang (37,5 % luar membrondol), lewat matang (75% luar membrondol) dan lama waktu perebusan (X_3) terdiri dari ; 80, 90, 100, 110 dan 120 menit. Masing - masing percobaan diulang sebanyak 4 (empat) kali, sehingga ada 20 kali percobaan perebusan. Setiap kali merebus, bahan baku TBS sawit yang diperlukan adalah 600 kg, sehingga total TBS sawit yang diperlukan 1.200 kg atau 1,2 ton.

Peralatan yang Digunakan

1). Peralatan untuk Pengukuran dan Pengamatan di Pabrik

Peralatan yang diperlukan untuk pengamatan di pabrik meliputi : (1) Timbangan duduk digital kapasitas 100 kg dan 1 ton, (2) Timbangan duduk kapasitas 2 kg, (3) Penetrometer, (4) Mobil Loader, (5) Ganco, (6) Parang, (7) Karung goni, (8) Plat nomor /kode unit percobaan, (9) Ember, (10) Angkong, (11) Plastik ukuran 2 (dua) kg, (12) Alat tulis, (13) Tali rafia, (14) Gunting, (15) Satu unit Sterilizer tipe horizontal, (16) Satu unit Panel Automatis System, untuk memprogram operasi sterilizer, (17) Satu unit lori, (18) Satu unit mesin Capstand, (19) Hoisting crane, dan (20) Satu unit mesin Thresher.

2). Peralatan dan Bahan Untuk Pengukuran dan Pengamatan di Laboratorium

(1) Spectrophotometer UV, (2) Timbangan analitik, (3) Hot Plate, (4) Labu ukur 25 ml, (5) Pipet ukur 2 ml, (6) Pisau kecil, (7) Martil, (8) Serbet, (9) Alkohol 96 %, (10) Isooctane (2,2,4 trimethyl pentane), (11) n Hexan, (12) Tissue, (13) Kantong Plastik dan (14) Alat tulis.

Tahapan Pelaksanaan Penelitian

1). Tahap Persiapan Bahan Percobaan

Pengumpulan bahan baku yang digunakan berupa TBS sawit varietas Tenera dengan ukuran kecil (rata - rata 7 kg) dan besar (rata - rata 20 kg), dengan tingkat kematangan buah ; Mengkal, Matang dan Lewat Matang, di ambil dari unit

sortasi PT. Bio Nusantara Teknologi Bengkulu, pada hari itu (saat percobaan dilaksanakan).

2). Tahap Penimbangan Sampel hingga Pemasukannya ke Sterilizer

Penimbangan terhadap semua sampel percobaan perlakuan kombinasi faktor-faktor perebusan TBS sawit, dilakukan di unit Sortasi PT. Bio Nusantara Teknologi Bengkulu.

3. Tahap Perebusan Sampel Percobaan

Sampel TBS sawit yang ditempatkan dalam lori khusus pengamatan, direbus di dalam sterilizer selama waktu percobaan yang ditetapkan, misalnya 80 menit, dengan suhu perebusan antara 120 -140 °C dan tekanan antara 2 – 3 kg/cm² (diatur oleh operator secara otomatis). Demikian juga yang dilakukan untuk masa rebus : 90, 100, 110 dan 120 menit, dan masing-masing masa rebus dilakukan pengulangan sebanyak 4 (empat) kali, sehingga dilangsungkan 20 kali percobaan perebusan.

4. Tahap Setelah Perebusan dan Pengukuran Respon Kuantitas Perebusan di Pabrik

Setelah selesai direbus, sampel percobaan yang ada di lori dikeluarkan dengan cara menarik dengan *Capstan*, kemudian dengan *Hoisting Crane* dipindahkan ke *Mobil Loader* untuk dipindahkan ketempat pengamatan tandan buah rebus (TBR). Aspek kuantitas hasil perebusan yang di ukur di pabrik adalah sebagai berikut :

a. Pengukuran terhadap Respon Evaporasi

Penentuan besarnya evaporasi adalah dengan cara Evaporasi = $\{G1 - (G2 - Gk) / G1 \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$

Keterangan : G1 = Berat TBS, G2 = Berat TBR , Gk = Berat Karung

b. Pengukuran terhadap Respon Jumlah Buah Hilang di Janjang Kosong

Penentuan banyaknya buah yang hilang dilakukan dengan cara mengambil buah yang masih menempel pada janjang sawit setelah direbus di Sterilizer dan dirontok pada stasiun Thresher, yang dinyatakan dalam gram maupun persen

Jumlah buah hilang = $(G_{hilang} / G_{TBS}) \times 100 \% \dots\dots (2)$

Pengambilan brondolan /buah rebus sebanyak lebih kurang 4 (empat) kg dari masing – masing unit percobaan untuk dibawa ke Laboratorium guna diamati dan diukur: berat mesokarpnya, kapasitas kerja pemisahan mesokarp dan jumlah kernel pecah, nilai ALB dan DOBI dari minyak hasil perebusannya.

Tahap Pengukuran terhadap Respon Parameter Kuantitas dan Kualitas Perebusan di Laboratorium

1) Respon Kecepatan Kupas Mesokarp (g/menit)

Kapasitas kerja pemisahan mesokarp adalah banyaknya mesokarp yang dipisahkan dari bijinya dibagi lama waktu pemisahan.

Kap kerja pemisahan mesokarp = $\frac{\text{Jum sampel yang dipisah}}{\text{Lama pemisahan}} (3)$

2) Respon Persentase Berat Mesokarp /Potensi Kandungan Minyak (%)

Persentase berat mesokarp adalah berat daging buah setelah TBS sawit mengalami perebusan atas sampel yang diamati.

Berat mesokarp hasil pengupasan buah rebus sampel, ditimbang untuk ditetapkan beratnya. Potensi kandungan minyak mentah sawit adalah jumlah kandungan minyak yang ada pada mesokarp hasil percobaan yang ditentukan dengan rumus pendekatan proporsional (Naibaho, 1998). Persamaan yang dapat digunakan adalah :

Kadungan minyak mentah = $(Gm / G_{TBS}) \times 66 \% \dots (4)$

3) Respon Persentase Jumlah Kernel Pecah (%)

Persentase jumlah kernel pecah ditentukan dengan cara memecahkan biji sawit hasil perlakuan perebusan dengan martil (oleh laboran), yang nilainya merupakan perbandingan jumlah kernel pecah dengan jumlah biji yang dipecahkan.

Jumlah kernel pecah = $\frac{\text{Jum. kernel pecah}}{\text{Jum. sampel yang dipecah}} \dots\dots\dots (5)$

Kelompok Respon Parameter Kualitas Perebusan

Pada penelitian ini, kualitas hasil perebusan yang diamati hanya kadar asam lemak bebas

(ALB) dan daya kemudahan pemucatan (DOBI) dari minyak mentah hasil pemerasan mesokarp dari semua sampel/ unit percobaan hasil perebusan yang dilaksanakan.

1) Respon Kadar Asam Lemak Bebas / ALB (%)

Kadar ALB minyak dari mesokarp (daging buah) setelah dipisahkan dengan bijinya kemudian diperas secara manual oleh laboran.

Cara penentuan besarnya kadar ALB minyak sawit hasil perebusan adalah sebagai berikut :

$$\text{ALB (\%)} = (V \times N \times 25,6) / W \dots\dots\dots (6)$$

2) Respon *Deterioration Of Bleachability Index / DOBI (%)*

Kadar DOBI adalah indikator kemudahan minyak sawit yang dihasilkan untuk dipucatkan, yang merupakan salah satu indikator penting kualitas minyak sawit. Prosedur penentuannya sebagai berikut :

Rumus Perhitungan DOBI :

$$\text{Kadar DOBI (\%)} = \frac{\text{Abs. 446}}{\text{Abs. 269}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

D. Analisis Regresi Berganda dan Pengujian Hipotesis

Tujuan analisis regresi adalah untuk mendapatkan nilai prediksi yang baik yaitu nilai prediksi yang bisa sedekat mungkin dengan nilai aktualnya (amatannya). Analisis regresi linear berganda digunakan untuk memprediksi nilai masing-masing respon hasil perebusan (Y_1 s/d Y_7) yang diamati. Selanjutnya dengan mengintegrasikan semua nilai respon yang didapat, dengan melakukan penskoran atas semua nilai Y yang didapat maka akan diketahui pada masa rebus berapa menit TBS yang direbus masak dengan mutu paling baik.

Model Persamaan Regresi Linear Berganda

Secara umum model persamaan regresi linier berganda untuk populasi adalah sebagai

berikut :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots\dots\dots + \beta_n X_n + \varepsilon \dots\dots\dots (8)$$

E. Simulasi Penggunaan Model

Model prediksi atau persamaan respon hasil perebusan yang telah didapat, kemudian “dijalankan” untuk mengestimasi besarnya nilai respon yang paling tepat lama waktu perebusannya, bagi kondisi bahan baku (TBS) sawit yang akan direbus, berdasarkan norma yang ditetapkan perusahaan ataupun lembaga lain seperti SNI.

F. Integrasi Unsur-unsur Mutu (*Scoring*) Hasil Perebusan

Selanjutnya disusun Tabel integrasi/penskoran untuk penilaian akhir, yang merupakan penjumlahan dari hasil penskoran atas semua nilai variabel respon (Soesarsono dan Fardiaz, 1989). Jumlah nilai paling tinggi yang didapat dari penskoran tersebut, merupakan masa rebus yang paling tepat bagi bahan baku (TBS) sawit yang akan direbus. Dengan demikian tingkat kepastian penetapan masa rebus yang paling baik bagi kondisi bahan baku tertentu (TBS kecil mengkal, TBS besar lewat matang dan sebagainya), dapat lebih terjamin, bukan hanya berdasarkan perkiraan sebagaimana yang kini (umumnya) berlangsung di perusahaan pengolahan kelapa sawit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran yang dilakukan terhadap variabel respon (indikator keberhasilan) operasi perebusan tandan buah segar (TBS) sawit pada Sterilizer tipe horizontal, maka dapat diungkapkan dan dibahas hal – hal sebagai berikut :

A. Hasil Analisis Data Parameter Kuantitas Hasil Perebusan

1. Respon Evaporasi TBS

Model (persamaan) regresi linear berganda yang telah diestimasi untuk respon Evaporasi TBS adalah sebagai berikut :

$$Y = 5,183 - 0,042X_1 - 0,012 X_2 + 0,082 X_3 \dots\dots\dots (9)$$

Tabel 1. Simulasi penggunaan model prediksi untuk respon evaporasi

Perlakuan	X1	X2	X3	Y (%)
KM	7	22,5	80	11,18
KT	7	37,5	80	10,99
KL	7	75,0	80	10,55
KM	7	22,5	90	11,99
KT	7	37,5	90	11,82
KL	7	75,0	90	11,37
KM	7	22,5	100	12,82
KT	7	37,5	100	12,64
KL	7	75,0	100	12,18
KM	7	22,5	110	13,64
KT	7	37,5	110	13,46
KL	7	75,0	110	13,00
KM	7	22,5	120	14,46
KT	7	37,5	120	14,27
KL	7	75,0	120	13,82
BM	20	22,5	80	10,63
BT	20	37,5	80	10,45
BL	20	75,0	80	10,00
BM	20	22,5	90	11,45
BT	20	37,5	90	11,27
BL	20	75,0	90	10,82
BM	20	22,5	100	12,27
BT	20	37,5	100	12,09

Tabel 1. Simulasi penggunaan model prediksi untuk respon evaporasi (Lanjutan)

Perlakuan	X1	X2	X3	Y (%)
BL	20	75,0	100	11,64
BM	20	22,5	110	13,09
BT	20	37,5	110	12,91
BL	20	75,0	110	12,46
BM	20	22,5	120	13,91
BT	20	37,5	120	13,73
BL	20	75,0	120	13,28

Keterangan : K= Kecil, B = Besar, M = Mengkal, T = Matang, L = Lewat Matang

2. Respon Persentase Jumlah Buah Hilang (Fruit Loss in Empty Bunches)

a. Model Prediksi untuk Respon Jumlah Buah Hilang

Model (persamaan) regresi linear berganda yang telah diestimasi untuk respon Jumlah Buah Hilang adalah sebagai berikut :

$$Y = 1629,962 + 8,140 X_1 - 3,223 X_2 - 10,223 X_3 \dots\dots (10)$$

b. Simulasi Penggunaan Model Prediksi untuk Respon Jumlah Buah Hilang

Tabel 2. Simulasi penggunaan model prediksi untuk respon jumlah buah hilang

Perlakuan	X1	X2	X3	Y (g)	(%)
KM	7	22,5	80	796,58	0,79
KT	7	37,5	80	748,24	0,75
KL	7	75,0	80	627,38	0,63
KM	7	22,5	90	694,35	0,69
KT	7	37,5	90	646,00	0,64
KL	7	75,0	90	525,15	0,52
KM	7	22,5	100	592,12	0,59
KT	7	37,5	100	543,77	0,54
KM	7	75,0	100	422,91	0,42
KT	7	22,5	110	489,89	0,48
KL	7	37,5	110	442,51	0,44
KM	7	75,0	110	320,68	0,32
KT					
KL	7	22,5	120	387,66	0,38
KM	7	37,5	120	339,31	0,33
KT	7	75,0	120	218,45	0,21
KL	20	22,5	80	902,40	0,90
KM	20	37,5	80	854,05	0,85
KT	20	75,0	80	733,19	0,73
KL	20	22,5	90	800,17	0,80
KM	20	37,5	90	751,82	0,75
KT	20	75,0	90	630,96	0,63
KL	20	22,5	100	697,94	0,69
KM	20	37,5	100	649,59	0,64
KT	20	75,0	100		0,52

Tabel 2. Simulasi penggunaan model prediksi untuk respon jumlah buah hilang (Lanjutan)

Perlakuan	X1	X2	X3	Y (g)	(%)
KL	20	22,5	110	528,73	0,59
KM	20	37,5	110	595,71	0,54
KT	20	75,0	110	547,36	0,42
KL	20	22,5	120	426,50	0,49
KM				493,48	
KT	20	37,5	120	445,13	0,44
KL	20	75	120	324,27	0,32

3. Respon Kecepatan Kupas Mesokarp

$$Y = -0,748 - 0,297 X_1 + 0,111 X_2 + 0,336 X_3, \dots \dots \dots (11)$$

a. Model Prediksi untuk Respon Kecepatan Kupas Mesokarp

Model (persamaan) regresi linear berganda yang telah diestimasi untuk model respon jumlah buah hilang adalah sebagai berikut :

b. Simulasi Penggunaan Model Prediksi untuk Respon Kecepatan Kupas Mesokarp

Tabel 3. Simulasi penggunaan model prediksi untuk respon kecepatan kupas mesokarp

Perlakuan	X1	X2	X3	Y (g/menit)
KM	7	22,5	80	26,55
KT	7	37,5	80	28,21
KL	7	75,0	80	32,37
KM	7	22,5	90	29,91
KT	7	37,5	90	31,57
KL	7	75,0	90	35,74
KM	7	22,5	100	33,27
KT	7	37,5	100	34,93
KL	7	75,0	100	39,09
KM	7	22,5	110	36,63
KT	7	37,5	110	38,29
KL	7	75,0	110	42,46
KM	7	22,5	120	39,99
KT	7	37,5	120	41,65
KL	7	75,0	120	45,82
BM	20	22,5	80	22,69
BT	20	37,5	80	24,35
BL	20	75,0	80	28,52
BM	20	22,5	90	26,05
BT	20	37,5	90	27,71
BL	20	75,0	90	31,87
BM	20	22,5	100	29,41
BT	20	37,5	100	31,07
BL	20	75,0	100	35,24
BM	20	22,5	110	32,77
BT	20	37,5	110	34,43

Tabel 3. Simulasi penggunaan model prediksi untuk respon kecepatan kupas mesokarp (Lanjutan)

Perlakuan	X1	X2	X3	Y (g/menit)
BL	20	75,0	110	38,60
BM	20	22,5	120	36,13
BT	20	37,5	120	37,79
BL	20	75,0	120	41,96

4. Respon Persentase Berat Mesokarp

$$Y = 60,12 - 0,044X_1 + 0,018X_2 - 0,103X_3 \dots\dots\dots (12)$$

a. Model Prediksi untuk Respon Persentase Berat Mesokarp

Model (persamaan) regresi linear berganda yang telah diestimasi untuk model respon berat mesokarp adalah sebagai berikut :

b. Simulasi Penggunaan Model Prediksi untuk Respon Persentase Berat Mesokarp

Tabel 4. Simulasi penggunaan model prediksi untuk respon berat mesokrap

Perlakuan	X1	X2	X3	Y (%)
KM	7	22,5	80	51,97
KT	7	37,5	80	52,25
KL	7	75,0	80	52,92
KM	7	22,5	90	50,94
KT	7	37,5	90	51,21
KL	7	75,0	90	51,89
KM	7	22,5	100	50,00
KT	7	37,5	100	50,18
KL	7	75,0	100	50,86
KM	7	22,5	110	48,88
KT	7	37,5	110	49,16
KL	7	75,0	110	49,83
KM	7	22,5	120	47,86
KT	7	37,5	120	48,13
KL	7	75,0	120	48,80
BM	20	22,5	80	51,40
BT	20	37,5	80	51,67
BL	20	75,0	80	52,35
BM	20	22,5	90	50,37
BT	20	37,5	90	50,64
BL	20	75,0	90	51,32
BM	20	22,5	100	49,34
BT	20	37,5	100	49,61
BL	20	75,0	100	50,29
BM	20	22,5	110	48,31
BT	20	37,5	110	49,00
BL	20	75,0	110	49,26
BM	20	22,5	120	47,28
BT	20	37,5	120	47,55
BL	20	75,0	120	48,23

5. Respon Persentase Kernel Pecah

a. Model Prediksi untuk Respon Jumlah Kernel Pecah

Model (persamaan) regresi linear berganda yang telah diestimasi untuk respon jumlah kernel pecah adalah sebagai berikut :

$$Y = -1,515 - 0,060X_1 + 0,035X_2 + 0,115 X_3 \dots\dots\dots (13)$$

b. Simulasi Penggunaan Model Prediksi untuk Respon Jumlah Kernel Pecah

Tabel 5. Simulasi penggunaan model prediksi untuk respon jumlah kernel pecah

Perlakuan	X1	X2	X3	Y (%)
KM	7	22,5	80	8,05
KT	7	37,5	80	8,57
KL	7	75,0	80	9,80
KM	7	22,5	90	9,20
KT	7	37,5	90	9,73
KL	7	75,0	90	11,04
KM	7	22,5	100	10,35
KT	7	37,5	100	10,87
KL	7	75,0	100	12,19
KM	7	22,5	110	11,50
KT	7	37,5	110	12,03
KL	7	75,0	110	13,34
KM	7	22,5	120	12,65
KT	7	37,5	120	13,18
KL	7	75,0	120	14,49
BM	20	22,5	80	7,27
BT	20	37,5	80	7,79
BL	20	75,0	80	9,11
BM	20	22,5	90	8,42
BT	20	37,5	90	8,91
BL	20	75,0	90	10,26
BM	20	22,5	100	9,57
BT	20	37,5	100	10,09
BL	20	75,0	100	11,41
BM	20	22,5	110	10,72
BT	20	37,5	110	11,25
BL	20	75,0	110	12,56
BM	20	22,5	120	11,87
BT	20	37,5	120	12,39
BL	20	75	120	13,71

B. Hasil Analisis Data dan Pembahasan untuk Parameter Kualitas Perebusan

Keberhasilan operasi perebusan TBS sawit dengan menggunakan Sterilizer tipe Horizontal dari aspek mutu kualitas perebusan, pada penelitian ini ditinjau hanya dari 2 (dua) respon atau variabel terikat yang diamati dan diukur yaitu:

1. Respon Asam Lemak Bebas (ALB)

a. Model Prediksi untuk Respon Kadar ALB

Model (persamaan.) regresi linear berganda yang telah diestimasi untuk respon kadar ALB adalah sebagai berikut :

$$Y = -0,655 + 0,011X_1 + 0,029 X_2 + 0,032 X_3 \dots\dots\dots (14)$$

b. Simulasi Penggunaan Model Prediksi untuk Respon ALB

Tabel 6. Simulasi penggunaan model prediksi untuk respon kadar ALB

Perlakuan	X1	X2	X3	Y (%)
KM	7	22,5	80	2,63
KT	7	37,5	80	3,07
KL	7	75,0	80	4,15
KM	7	22,5	90	2,95
KT	7	37,5	90	3,39
KL	7	75,0	90	4,47
KM	7	22,5	100	3,27
KT	7	37,5	100	3,71
KL	7	75,0	100	4,79
KM	7	22,5	110	3,59
KT	7	37,5	110	4,03
KL	7	75,0	110	5,11
KM	7	22,5	120	3,91
KT	7	37,5	120	4,34
KL	7	75,0	120	5,43
BM	20	22,5	80	2,77
BT	20	37,5	80	3,21
BL	20	75,0	80	4,30
BM	20	22,5	90	3,09
BT	20	37,5	90	3,53
BL	20	75,0	90	4,62
BM	20	22,5	100	3,42
BT	20	37,5	100	3,85
BL	20	75,0	100	4,94
BM	20	22,5	110	3,74
BT	20	37,5	110	4,17
BL	20	75,0	110	5,26
BM	20	22,5	120	4,06
BT	20	37,5	120	4,49
BL	20	75	120	5,58

2.Respon Kadar DOBI

a. Model Prediksi untuk Respon DOBI

Model (persamaan) regresi linear berganda yang telah diestimasi untuk respon kadar DOBI adalah sebagai berikut :

$$Y = 5,208 - 0,001X_1 + 0,010 X_2 - 0,024 X_3 \dots\dots\dots (15)$$

b. Simulasi Penggunaan Model Respon DOBI

Tabel 7. Simulasi penggunaan model prediksi untuk respon kadar DOBI

Perlakuan	X1	X2	X3	Y (%)
KM	7	22,5	80	3,50
KT	7	37,5	80	3,66
KL	7	75,0	80	4,03
KM	7	22,5	90	3,26
KT	7	37,5	90	3,42
KL	7	75,0	90	3,79
KM	7	22,5	100	3,02
KT	7	37,5	100	3,17
KL	7	75,0	100	3,55
KM	7	22,5	110	2,78
KT	7	37,5	110	2,93
KL	7	75,0	110	3,31
KM	7	22,5	120	2,55
KT	7	37,5	120	2,69
KL	7	75,0	120	3,07
BM	20	22,5	80	3,49
BT	20	37,5	80	3,64
BL	20	75,0	80	4,02
BM	20	22,5	90	3,25
BT	20	37,5	90	3,40
BL	20	75,0	90	3,77
BM	20	22,5	100	3,01
BT	20	37,5	100	3,16
BL	20	75,0	100	3,53
BM	20	22,5	110	2,90
BT	20	37,5	110	3,03
BL	20	75,0	110	3,30
BM	20	22,5	120	2,53
BT	20	37,5	120	2,68
BL	20	75	120	3,06

C. Rangkuman Model Prediksi Respon Indikator Mutu Hasil Perebusan

Berdasarkan hasil olah data yang telah dilakukan untuk mengetahui model prediksi terhadap respon mutu hasil perebusan dari percobaan yang telah dilakukan, maka dapat dirangkum temuan tersebut sebagaimana yang disajikan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

D. Evaluasi Norma dan Nilai Unsur-unsur Kualitas untuk Penetapan Masa rebus yang Paling Tepat bagi Kondisi Bahan Baku

Hasil evaluasi norma nilai unsur-unsur mutu kuantitas dan kualitas hasil perebusan, disajikan pada Tabel 10.

Berdasarkan Tabel 10, dan kriteria penskoran yang ditetapkan, maka dapat direkomendasikan **lamanya waktu rebus** yang tepat untuk perebusan

TBS sawit dengan kondisi bahan baku yang merupakan kombinasi ukuran berat TBS, dan tingkat kematangan buah menggunakan Sterilizer tipe horizontal dengan metode 3 (tiga) puncak (*tripple peak*) adalah sebagai berikut :

1. Untuk TBS ukuran berat kecil, **mengkal (KM)** adalah **100 menit** . Mutu kuantitas hasil perebusan yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 12,82 % ; Buah hilang 0,59 % ; Kecepatan kupas mesokarp 33,27 g/men; Persentase berat mesokarp 50,00 % dan Jumlah kernel pecah 10,35 %. Mutu kualitas yang akan didapat adalah : Kadar ALB 3,27 % dan Kadar DOBI 3,02 %, jumlah bobot nilai 7 point (maksimal).
2. Untuk TBS ukuran berat kecil, **matang (KT)** adalah **100 menit**. Mutu kuantitas hasil perebusan yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 12,64 % ; Buah hilang 0,54 %; Kecepatan kupas mesokarp 34,93 g/men; Persentase berat mesokarp 50,18 % dan Jumlah kernel pecah 10,87 %. Mutu kualitas yang akan didapat adalah : Kadar ALB 3,71 % dan Kadar DOBI 3,17 %, jumlah bobot nilai 6 point (minus 1, maksimal).
3. Untuk TBS ukuran berat kecil, **lewat matang (KL)** adalah 90 menit. Mutu kuantitas hasil perebusan yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 11,37 %; Buah hilang 0,52 %; Kecepatan kupas mesokarp 35,74 g/men; Persentase berat mesokarp 51,89 % dan Jumlah kernel pecah 11,0 %. Mutu kualitas yang akan didapat adalah : Kadar ALB 4,47 dan Kadar DOBI 3,79 %, jumlah bobot nilai 6 point (minus 1, maksimal)
4. Untuk TBS ukuran berat besar, **mengkal (BM)** adalah 100 menit. Mutu kuantitas hasil perebusan yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 12,27 %; Buah hilang 0,60 %; Kecepatan kupas mesokarp 29,41 g/men; Persentase berat mesokarp 49,34 % dan Jumlah kernel pecah 9,57 %. Mutu kualitas yang akan didapat adalah : Kadar ALB 3,42 dan Kadar DOBI 3,01 %, jumlah bobot nilai 6 point (minus 1, maksimal).
5. Untuk TBS ukuran berat besar, **matang (BT)** adalah 110 menit. Mutu kuantitas hasil perebusan yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 12,91 % ; Buah hilang 0,54 % ; Kecepatan kupas mesokarp 34,43 g/men ; Persentase berat mesokarp 49,00 % dan Jumlah kernel pecah 11,25 %. Mutu kualitas yang akan didapat adalah: Kadar ALB 4,17 % dan Kadar DOBI 3,05 %, jumlah bobot nilai 5 point (minus 2, maksimal).
6. Untuk TBS ukuran berat besar, **lewat matang (BL)** adalah 100 menit. Mutu kuantitas hasil perebusan yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 11,64 % ; Buah hilang 0,52 % ; Kecepatan kupas mesokarp 35,24 g/men ; Persentase berat mesokarp 50,29 % ; Jumlah kernel pecah 11,41 % . Mutu kualitas yang akan didapat adalah : Kadar ALB 4,94 % dan Kadar DOBI 3,53 % , jumlah bobot nilai 5 point (minus 2, maksimal)

Tabel 8. Rangkuman Model Prediksi Respon Indikator Kuantitas Hasil Perebusan

No	Indikator Mutu Perebusan	Model Prediksi
1	Evaporasi TBS (%)	$Y = 5,183 - 0,042X_1 - 0,012 X_2 + 0,082$
2	Jumlah Buah Hilang (g)	$Y = 1629,962 + 8,140 X_1 - 3,223 X_2 - 10,223 X_3$
	Jumlah Buah Hilang (%)	$Y = (1629,962 + 8,140 X_1 - 3,223X_2 - 10,223X_3)/1000 \%$
3	Kecepatan Kupas Mesokarp (g/menit)	$Y = -0,748 - 0,297 X_1 + 0,111 X_2 + 0,336 X_3$
4	Berat Mesokarp (%)	$Y = 60,12 - 0,044X_1 + 0,018X_2 - 0,103X_3$
5	Jumlah Kernel Pecah (%)	$Y = -1,515 - 0,060X_1 + 0,035X_2 + 0,115 X_3$

Tabel 9. Rangkuman Model Prediksi Respon Indikator Kualitas Hasil Perebusan

No	Indikator Mutu Perebusan	Model Prediksi
1	Kadar ALB (%)	$Y = -0,655 + 0,011X_1 + 0,029 X_2 + 0,032 X_3$
2	Kadar DOBI (%)	$Y = 5,208 - 0,001X_1 + 0,010 X_2 - 0,024 X_3$

Keterangan : X1 = Ukuran berat TBS (kg)

X2 = Tingkat kematangan buah (%)

X3 = Masa rebus (menit)

Tabel 10. Evaluasi unsur-unsur mutu perebusan untuk penetapan masa rebus

Perlakuan	Evaporasi (%)	Buah Hilang (%)	Kecepatan Kupas (g/menit)	Berat Mesokarp (%)	Kernel Pecah (%)	Kadar ALB (%)	Kadar DOBI (%)	Skore Nilai
KM80	11,18	0,79	26,55	51,97	8,05	2,63	3,50	5
KT80	10,99	0,75	28,21	52,25	8,57	3,07	3,66	5
KL80	10,55	0,63	32,37	52,92	9,80	4,15	4,03	5
KM90	11,99	0,69	29,91	50,94	9,2	2,95	3,26	5
KT90	11,82	0,64	31,57	51,21	9,73	3,39	3,42	5
KL90	11,37	0,52	35,74	51,89	11,00	4,47	3,79	6
KM100	12,82	0,59	33,27	50,00	10,35	3,27	3,02	7
KT100	12,64	0,54	34,93	50,18	10,87	3,71	3,17	6
KL100	12,18	0,42	39,09	50,86	12,19	4,79	3,55	5
KM110	13,64	0,48	36,63	48,88	11,50	3,59	2,78	3
KT110	13,46	0,44	38,29	49,16	12,03	4,03	2,93	4
KL110	13,00	0,32	42,46	49,83	13,34	5,11	3,31	5
KM120	14,46	0,38	39,99	47,86	12,65	3,91	2,55	2
KT120	14,27	0,33	41,65	48,13	13,18	4,34	2,69	2
KL120	13,82	0,21	45,82	48,80	14,49	5,43	3,07	3
BM80	10,63	0,90	22,69	51,40	7,27	2,77	3,49	5
BT80	10,45	0,85	24,35	51,67	7,79	3,21	3,64	5
BL80	10,00	0,73	28,52	52,35	9,11	4,30	4,02	4
BM90	11,45	0,80	26,05	50,37	8,42	3,09	3,25	5

BT90	11,27	0,75	27,71	50,64	8,91	3,53	3,40	4
BL90	10,82	0,63	31,87	51,32	10,26	4,62	3,77	4
BM100	12,27	0,60	29,41	49,34	9,57	3,42	3,01	6
BT100	12,09	0,64	31,07	49,61	10,09	3,85	3,16	4
BL100	11,64	0,52	35,24	50,29	11,41	4,94	3,53	5
BM110	13,00	0,59	32,77	48,31	10,72	3,74	2,77	5
BT110	12,91	0,54	34,43	49,00	11,25	4,17	3,05	5
BL110	12,46	0,42	38,60	49,26	12,56	5,26	3,30	5
BM120	13,91	0,49	36,13	47,28	11,87	4,06	2,53	2
BT120	13,73	0,44	37,79	47,55	12,39	4,49	2,68	2
BL120	13,28	0,32	41,96	48,23	13,71	5,58	3,06	3

Keterangan : K = Kecil, B = Besar, M = Mengkal , T = Matang, L = Lewat matang

Kriteria evaluasi :

Unsur yang dinilai	Norma yang ditetapkan	Skor nilai
1.Evaporasi	< = 13 %	1
2.Jumlah Buah Hilang	< = 0,6 %	1
3.Kecepatan Kupas Mesokarp	> = 32 g/menit	1
4.Berat Mesokarp	> = 49%	1
5.Jumlah Kernel Pecah	< = 11 %	1
6.ALB	< = 3,59 %	1
7.DOBI	> = 2,7 %	1
Jumlah nilai	Maksimal 7, sesuai jumlah unsur yang dibobot	

Catatan : Norma yang ditetapkan diambil dari sumber; (1) Norma perusahaan PT BNT, (2) Pahan,(2008), (3) PORIM dan Dirjenbun (1997)

Tabel 11. Penskoran unsur-unsur mutu perebusan untuk seleksi penetapan masa rebus ganjil

Perlakuan	Buah Evaporasi	Kecepatan Hilang	Berat Kupas Mesokarp	Kernel Pecah	ALB	DOBI	Bobot Nilai	
KM85	11,59	0,69	28,92	51,46	8,63	2,79	3,38	5
KT85	11,4	0,69	29,89	51,71	9,15	3,22	3,53	5
KL85	10,96	0,57	34,06	52,41	10,46	4,32	3,91	6
KM95	12,4	0,6	31,59	50,43	9,77	3,11	3,14	7
KT95	12,22	0,59	33,25	50,7	10,3	3,54	3,29	6
KL95	11,77	0,47	37,41	51,37	11,61	4,64	3,67	5
KM105	13,22	0,54	32,7	49,4	10,92	3,43	2,91	6
KT105	13	0,49	36,61	50	11,45	3,86	3,05	5
KL105	12,59	0,37	40,77	50,34	12,76	4,96	3,43	5
KM115	14,05	0,43	38,31	48,37	12,07	3,75	2,66	2
KT115	13,87	0,39	39,97	48,64	12,6	4,18	2,82	3
KL115	13,42	0,26	44,14	49,32	13,91	5,27	3,19	4
KM120	14,46	0,38	39,99	48,44	12,65	3,91	2,97	3
KT120	14,27	0,33	41,65	49,1	13,18	4,34	2,83	4

KL120	13,82	0,21	45,82	50,75	14,49	5,43	2,49	3
BM85	11,04	0,85	24,36	50,9	7,85	2,93	5,39	5
BT85	10,86	0,8	26,03	51,16	8,37	3,37	3,52	5
BL85	10,41	0,6	30,19	51,83	9,68	4,46	3,89	6
BM95	11,86	0,75	27,73	50	8,99	3,26	3,13	5
BT95	11,68	0,7	29,39	50,13	9,52	3,69	3,28	4
BL95	11,23	0,57	33,56	50,8	10,83	4,78	3,65	6
BM105	12,68	0,54	31,08	48,83	10,15	3,57	2,9	5
BT105	12,5	0,59	32,75	49,1	10,67	4,01	3,04	6
BL105	12,05	0,47	42,56	49,87	11,98	5,1	3,42	5
BM115	13,5	0,54	34,44	47,8	13,69	3,89	2,65	2
BT115	13,32	0,49	36,11	48,07	11,82	4,33	2,8	3
BL115	12,87	0,37	40,27	48,74	13,13	5,42	2,43	3
BM120	13,91	0,49	36,13	47,87	11,87	4,06	2,95	3
BT120	13,73	0,44	37,79	48,53	12,39	4,49	2,82	3
BL120	13,28	0,32	41,96	50,18	13,71	5,58	2,48	3

Keterangan : K = Kecil, B = Besar, M = Mengkal , T = Matang, L = Lewat matang
 Masa rebus : 85; 95; 105; 115; 120

Kriteria evaluasi :

Unsur yang dinilai	Norma yang ditetapkan	Skor nilai
1.Evaporasi	< = 13 %	1
2.Jumlah Buah Hilang	< = 0,6 %	1
3.Kecepatan Kupas Mesokarp	> = 32 g/menit	1
4.Berat Mesokarp	> = 49%	1
5.Jumlah Kernel Pecah	< = 11 %	1
6.ALB	< = 3,59 %	1
7.DOBI	> = 2,7 %	1
Jumlah nilai	Maksimal 7, sesuai jumlah unsur mutu yang di skor	

Untuk penerapan model prediksi dengan masa rebus yang tidak dilakukan dalam penelitian, dalam hal ini ditetapkan untuk prediksi masa rebus: 85, 95, 105, 115 dan 120 menit, maka hasilnya dapat disajikan pada Tabel 11.

Berdasarkan Tabel 11, dan kriteria penskoran yang ditetapkan, maka dapat direkomendasikan lamanya waktu rebus yang tepat untuk perebusan TBS sawit dengan kondisi bahan baku yang merupakan kombinasi ukuran berat TBS, dan tingkat kematangan buah menggunakan Sterilizer tipe horizontal dengan metode 3 (tiga) puncak (*triple peak*) adalah sebagai berikut :

1.Untuk TBS ukuran berat kecil, **mengkal** (KM) adalah **95 menit** . Mutu kuantitas hasil perebusan

yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 12,40 % ; Buah hilang 0,60 % ; Kecepatan kupas mesokarp 31,59 g/men; Persentase berat mesokarp 50,43 % dan Jumlah kernel pecah 9,77 % . Mutu kualitas yang akan didapat adalah : Kadar ALB 3,11 % dan Kadar DOBI 3,14 % , jumlah bobot nilai 7 point (maksimal).

2.Untuk TBS ukuran berat kecil, **matang** (KT) adalah **95 menit**. Mutu kuantitas hasil perebusan yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 12,22 % ; Buah hilang 0,59 % ; Kecepatan kupas mesokarp 33,25 g/men; Persentase berat mesokarp 50,70 % dan Jumlah kernel pecah 10,30 % . Mutu kualitas yang akan didapat adalah : Kadar ALB 3,54 %

dan Kadar DOBI 3,29 % , jumlah bobot nilai 6 point (minus 1, maksimal).

3. Untuk TBS ukuran berat kecil, **lewat matang** (KL) adalah 85 menit. Mutu kuantitas hasil perebusan yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 10,96 %; Buah hilang 0,57 %; Kecepatan kupas mesokarp 34,06 g/men; Persentase berat mesokarp 52,41 % dan Jumlah kernel pecah 10,46 %. Mutu kualitas yang akan didapat adalah : Kadar ALB 4,32 dan Kadar DOBI 3,91 % , jumlah bobot nilai 6 point (minus 1, maksimal).
4. Untuk TBS ukuran berat besar, **mengkal** (BM) adalah 95 menit. Mutu kuantitas hasil perebusan yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 11,86 %; Buah hilang 0,75 %; Kecepatan kupas mesokarp 27,73 g/men; Persentase berat mesokarp 50,0 % dan Jumlah kernel pecah 8,99 %. Mutu kualitas yang akan didapat adalah : Kadar ALB 3,26 dan Kadar DOBI 3,13 % , jumlah bobot nilai 5 point (minus 2, maksimal).
5. Untuk TBS ukuran berat besar, **matang** (BT) adalah 105 menit. Mutu kuantitas hasil perebusan yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 12,50 % ; Buah hilang 0,59 % ; Kecepatan kupas mesokarp 32,75 g/men ; Persentase berat mesokarp 49,10 % dan Jumlah kernel pecah 10,67 %. Mutu kualitas yang akan didapat adalah: Kadar ALB 4,01 % dan Kadar DOBI 3,04 % , jumlah bobot nilai 6 point (minus 1, maksimal).
6. Untuk TBS ukuran berat besar, **lewat matang** (BL) adalah 85 menit. Mutu kuantitas hasil perebusan yang akan diperoleh adalah : Evaporasi 10,41 % ; Buah hilang 0,60 % ; Kecepatan kupas mesokarp 30,19 g/men ; Persentase berat mesokarp 51,83 % ; Jumlah kernel pecah 9,68 % . Mutu kualitas yang akan didapat adalah : Kadar ALB 4,46 % dan Kadar DOBI 3,89 % , jumlah bobot nilai 6 point (minus 1, maksimal).

E. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat pengaruh yang signifikan dari perlakuan variasi: ukuran berat TBS; tingkat kematangan buah dan masa rebus terhadap semua respon **kuantitas hasil perebusan** yang diamati.

a. Hasil dari masa rebus yang dilakukan dalam percobaan

- 1). Untuk TBS ukuran berat kecil, **mengkal** (KM) : Evaporasi 12,82 % ; Persentase buah hilang 0,59 % ; Kecepatan kupas mesokarp 33,27 g/men; Persentase berat mesokarp 50,00 % dan Jumlah kernel pecah 10,35 % , pada lama waktu rebus 100 menit.
- 2). Untuk TBS ukuran berat kecil, **matang** (KT): Evaporasi 12,64 % ; Persentase buah hilang 0,54 %; Kecepatan kupas mesokarp 34,93 g/men; Persentase berat mesokarp 50,18 % dan Jumlah kernel pecah 10,87 % , pada masa rebus 100 menit.
- 3). Untuk TBS ukuran berat kecil, **lewat matang** (KL): Evaporasi 11,37 %; Persentase buah hilang 0,52 %; Kecepatan kupas mesokarp 35,74 g/men; Persentase berat mesokarp 51,89 % dan Jumlah kernel pecah 11,0 % , pada masa rebus 90 menit.
- 4). Untuk TBS ukuran berat besar, **mengkal** (BM) : Evaporasi 12,27 %; Persentase buah hilang 0,60 %; Kecepatan kupas mesokarp 29,41 g/men; Persentase berat mesokarp 49,34 % dan Jumlah kernel pecah 9,57 % , pada masa rebus 100 menit.
- 5). Untuk TBS ukuran berat besar, **matang** (BT) : Evaporasi 12,91 % ; Persentase buah hilang 0,54 % ; Kecepatan kupas mesokarp 34,43 g/men ; Persentase berat mesokarp 49,00 % dan Jumlah kernel pecah 11,25 % , pada masa rebus 110 menit.
- 6). Untuk TBS ukuran berat besar, **lewat matang** (BL): Evaporasi 11,64 % ; Persentase buah hilang 0,52 % ; Kecepatan kupas mesokarp 35,24 g/men ; Persentase berat mesokarp 50,29 % ; Jumlah kernel pecah 11,41 % , pada masa rebus 100 menit.

b. Hasil analisis masa rebus yang tidak dilakukan dalam percobaan (Simulasi)

- 1). Untuk TBS ukuran berat kecil, **mengkal (KM)** : Evaporasi 12,40 % ; Persentase buah hilang 0,60 % ; Kecepatan kupas mesokarp 31,59 g/men; Persentase berat mesokarp 50,43 % dan Jumlah kernel pecah 9,77 %, pada lama waktu rebus 95 menit.
 - 2). Untuk TBS ukuran berat kecil, **matang (KT)**: Evaporasi 12,22 % ; Persentase buah hilang 0,59 %; Kecepatan kupas mesokarp 33,25 g/men; Persentase berat mesokarp 50,70 % dan Jumlah kernel pecah 10,30 %, pada masa rebus 95 menit.
 - 3). Untuk TBS ukuran berat kecil, **lewat matang (KL)**: Evaporasi 10,96 %; Persentase buah hilang 0,57 %; Kecepatan kupas mesokarp 34,06 g/men; Persentase berat mesokarp 52,41 % dan Jumlah kernel pecah 10,46 %, pada masa rebus 85 menit.
 - 4). Untuk TBS ukuran berat besar, **mengkal (BM)** : Evaporasi 11,86 %; Persentase buah hilang 0,75 %; Kecepatan kupas mesokarp 27,73 g/men; Persentase berat mesokarp 50,00 % dan Jumlah kernel pecah 9,52 %, pada masa rebus 95 menit.
 - 5). Untuk TBS ukuran berat besar, **matang (BT)** : Evaporasi 12,50 % ; Persentase buah hilang 0,59 % ; Kecepatan kupas mesokarp 32,75 g/men ; Persentase berat mesokarp 49,10 % dan Jumlah kernel pecah 10,67 %, pada masa rebus 105 menit.
 - 6). Untuk TBS ukuran berat besar, **lewat matang (BL)**: Evaporasi 11,23 % ; Persentase buah hilang 0,57 % ; Kecepatan kupas mesokarp 33,56 g/men ; Persentase berat mesokarp 50,80 % ; Jumlah kernel pecah 10,83 %, pada masa rebus 95 menit.
2. Terdapat pengaruh yang signifikan dari perlakuan variasi: ukuran berat TBS; tingkat kematangan buah dan masa rebus terhadap semua respon **kualitas hasil perebusan** yang diamati.

a. Hasil dari masa rebus yang dilakukan dalam percobaan

- 1). Untuk TBS ukuran berat kecil, mengkal (KM) : Kadar ALB 3,27 % dan Kadar DOBI 3,02 %, pada masa rebus 100 menit.
 - 2). Untuk TBS ukuran berat kecil, matang (KT) : Kadar ALB 3,71 % dan Kadar DOBI 3,17 %, pada masa rebus 100 menit.
 - 3). Untuk ukuran berat TBS kecil, lewat matang (KL) : Kadar ALB 4,47 dan Kadar DOBI 3,79 %, pada masa rebus 90 menit.
 - 4). Untuk TBS ukuran berat besar, mengkal (BM) : Kadar ALB 3,42 dan Kadar DOBI 3,01 %, pada masa rebus 100 menit.
 - 5). Untuk TBS ukuran berat besar, matang (BT) : Kadar ALB 4,17 % dan Kadar DOBI 3,05 %, pada masa rebus 110 menit.
 - 6). Untuk TBS ukuran berat besar, lewat matang (BL) : Kadar ALB 4,94 % dan Kadar DOBI 3,53 %, pada masa rebus 100 menit.
- b. Hasil pengamatan untuk masa rebus yang tidak dilakukan dalam percobaan**
- 1). Untuk TBS ukuran berat kecil, mengkal (KM) : Kadar ALB 3,11 % dan Kadar DOBI 3,14 %, pada masa rebus 95 menit.
 - 2). Untuk TBS ukuran berat kecil, matang (KT) : Kadar ALB 3,54 % dan Kadar DOBI 3,29 %, pada masa rebus 95 menit.
 - 3). Untuk ukuran berat TBS kecil, lewat matang (KL) : Kadar ALB 4,32 dan Kadar DOBI 3,91 %, pada masa rebus 85 menit.
 - 4). Untuk TBS ukuran berat besar, mengkal (BM) : Kadar ALB 5,39 dan Kadar DOBI 2,93 %, pada masa rebus 85 menit.
 - 5). Untuk TBS ukuran berat besar, matang (BT) : Kadar ALB 3,37 % dan Kadar DOBI 3,52 %, pada masa rebus 85 menit.
 - 6). Untuk TBS ukuran berat besar, lewat matang (BL) : Kadar ALB 4,46 % dan Kadar DOBI 3,89 %, pada masa rebus 85 menit.

3. Model persamaan prediksi untuk respon hasil perebusan yang telah didapatkan tersaji pada Tabel 12 dan Tabel 13.

4. Hasil evaluasi norma dan nilai unsur-unsur kuantitas dan kualitas hasil perebusan, untuk menetapkan masa rebus yang paling tepat bagi percobaan yang telah dilakukan, adalah sebagai berikut :

- a. Untuk TBS ukuran berat kecil, mengkal (KM), diperoleh kalkulasi 7 (mak), masa rebus 95 menit.
- b. Untuk TBS ukuran berat kecil, matang (KT), diperoleh kalkulasi 6 (kurang 1 point) maksimal,

pada masa rebus 95 menit.

- c. Untuk TBS ukuran berat kecil, lewat matang (KL), diperoleh kalkulasi 6 (kurang 1 point maksimal), pada masa rebus 90 menit.
- d. Untuk TBS ukuran berat besar, mengkal (BM), diperoleh kalkulasi 6 (kurang 1 point maksimal) pada masa rebus 100 menit.
- e. Untuk TBS ukuran berat besar, matang (BT), diperoleh kalkulasi 6 (kurang 1 point maksimal), pada masa rebus 105 menit.
- f. Untuk TBS ukuran berat besar, lewat matang (BL), diperoleh kalkulasi 6 (kurang 1 point maksimal), pada masa rebus 95 menit.

Tabel 12. Rangkuman Model Prediksi Respon Indikator Kuantitas Hasil Perebusan

No	Indikator Mutu Perebusan	Model Prediksi
1	Evaporasi TBS (%)	$Y = 5,183 - 0,042X_1 - 0,012 X_2 + 0,082$
2	Jumlah Buah Hilang (g)	$Y = 1629,962 + 8,140 X_1 - 3,223 X_2 - 10,223 X_3$
	Jumlah Buah Hilang (%)	$Y = (1629,962 + 8,140 X_1 - 3,223X_2 - 10,223X_3)/1000 \%$
3	Kecepatan Kupas Mesokarp (g/menit)	$Y = -0,748 - 0,297 X_1 + 0,111 X_2 + 0,336 X_3$
4	Berat Mesokarp (%)	$Y = 60,12 - 0,044X_1 + 0,018X_2 - 0,103X_3$
5	Jumlah Kernel Pecah (%)	$Y = -1,515 - 0,060X_1 + 0,035X_2 + 0,115 X_3$

Tabel 13. Rangkuman Model Prediksi Respon Indikator Kualitas Hasil Perebusan

No	Indikator Mutu Perebusan	Model Prediksi
1	Kadar ALB (%)	$Y = -0,655 + 0,011X_1 + 0,029 X_2 + 0,032 X_3$
2	Kadar DOBI (%)	$Y = 5,208 - 0,001X_1 + 0,010 X_2 - 0,024 X_3$

B. Saran

- 1. Untuk mengurangi adanya hambatan pada proses perpindahan panas dari steam ke TBS sawit yang direbus, (yang pada penelitian ini pewadahan bahan baku TBS untuk memisahkan antar perlakuannya menggunakan karung goni tipis), sebaiknya digunakan sejenis jala dari bahan yang tahan panas hingga suhu 150 ° C.
- 2. Penggunaan pisau kecil dari bahan stainless steel untuk memisahkan mesokarp dengan bijinya, yang pada penelitian ini dilakukan secara manual, sebaiknya dicarikan metode lain yang lebih otomatis.

- 3. Penggunaan martil kecil untuk memecahkan biji yang dilakukan secara manual oleh operator, guna mengetahui jumlah kernel yang pecah, sebaiknya dicarikan metode lain yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Ariffin., 1991. **Chemical Changes During Sterilization Process Affecting Strippability and Oil Quality.** Palm Oil Research Institute of Malaysia (PORIM), Bangi.

- Abdurahman, Muhidin, Somantri. 2011. **Dasar-Dasar Metode Statistika untuk Penelitian**. Pustaka Setia, Bandung.
- Ang, Ha Ming, Chia, Keng Choon and Ho, Wei Min., 1983. "A Preliminary Study on The Sterilization of Oil Palm Fruit Bunches" Technical Article Planter, pp155 – 166 .
- Attapon, Choto., Chakrit. Thongurai., Nattawan. Kladkaew, and Montep. Kiatweerasakul.,2014.**Sterilization of Oil Palm Fruit Using Radio-Frequency Heating**. Int'l Journal of Advances in Chemical Engg., & Biological Sciences (IJACEBS) Vol. 1, Issue 1 .
- Budiyanto, Pandu I.S. Adib., 2007. **Analisis Hubungan Mutu Tandan Buah Segar Sawit terhadap Kualitas Rendemen CPO di PT Agromuko Bunga Tanjung , Kabupaten Muko-Muko, Provinsi Bengkulu**.hlm.656-666. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi.A.Syarif (ed),Bandar Lampung, 27-28 Agustus 2007
- Ditjen Perkebunan-Kementrian Pertanian RI., 2013. **Percepatan Pelaksanaan Program Peningkatan Produksi dan Produktivitas Perkebunan Berkelanjutan**.
- George,C.S Wang and Chaman,L.Jain., 2003. *Regression Analysis : Modelling and Forecasting*. Graceway Publishing Company, New York.
- Ghozali, Imam.,2005. *Aplikasi Analisis Multivariat dengan program SPSS*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hafiz, Mohamed Hadi, Shamsul Bahri Mohd Tamrin, Karmegam Karuppiyah, 2014 . **Hazard and Risk Analysis of Different Sterilizer Technology in Palm Oil Mills***Advances in Environmental Biology*, 8(15) Special 2014, Pages: 85-90
- Junaidah,Mat Jusoh., Norizzah .Abd. Rashid, and Zaliha. Omar.,2013.**Effect of Sterilization Process on Deterioration of Bleachability Index (DOBI) of Crude Palm Oil (CPO) Extracted from Different Degree of Oil Palm Ripeness**. International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics, Vol. 3, No. 4, July.
- Kamal,Mustafa.,2006. **The Study of Heat Penetration in Palm Oil Fruitlets By Developing a New Technique for Measuring Oil Content in Fruitlet During Sterilization Process**.
- Kateren,S., 1986. **Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan**.Edisi 1.Jakarta, UI Press.
- Khanom,S,. Moch Ali., Sueb. Abd., Minato.M., Yoshihito.S. 2009. **Effect of Palm Oil Mill Sterilization Process on the Physicochemical Characteristics and Enzymatic Hydrolysis of Empty Fruit Bunch**. Asian Journal of Biotechnology 02/2009; 1(2):57-66.
- Loh, T.K. ,2010 .Tilting sterilizer. In: *Palm Oil Engineering Bulletin*, No. 94, pp. 29-42.
- Malaysian Palm Oil Board, 2003. *Fresh Fruit Bunch (FFB) Grading Manual*, Kuala Lumpur.
- Maya,Sarah, 2013. **Microwave Sterilization of Oil Palm Fruits: Effect of Power, Temperature and D-value on Oil Quality** .Journal of Medical and Bioengineering Vol. 2, No. 3, September .
- Mohsenin, N. N., 1982. **Physical Properties of Plant and Materials**. Gordon and Breach, Science Publisher, Inc.New York.
- Montgomery,D.C, 2001. *Design and Analysis of Experiments*, Fifth Ed. New York.
- Naibaho,P.M.,1998.**Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit**.PPKS.Medan.

- Nova,T.,Khawarita,S., dan Aulia,I., 2013. Analisis Pengendalian Kualitas pada Proses Perebusan dengan Menerapkan QCC (Quality Control Circle) di PT.XYZ. e-Jurnal Teknik Industri PT USU Vol.3 No.1 , September 2013 pp 41-46
- Onwuka,G.I and B. I. Akaerue,2006. "Evaluation of the Quality of Palm Oil Produced by Different Methods of Processing," *Research Journal of Biological Sciences*, vol. 1, no. 1-4, pp. 16-19.
- Pahan,Iyung.,2008. **Panduan Lengkap Kelapa Sawit, Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir.**Penebar Swadaya.Jakarta.
- Palm Oil Research Institute of Malaysia.,1985. **Palm Oil Factory Process Handbook, Part I.** Palm Oil Research Institute of Malaysia (PORIM), Bangi.
- Pandu,I.S. Adib., 2007.**Evaluasi Kinerja Pabrik Pengolahan Minyak Kelapa Sawit, PT Muko-Muko Indah Lestari,** Kecamatan Penarik, Kabupaten Muko-Muko, Provinsi Bengkulu. Prosiding Seminar Nasional dan Lokakarya Inovasi Teknologi dan Kelembagaan Dalam Mendukung Agribisnis Pedesaan. Bengkulu.
- P.T, Gee ., 2004 . Use of The Deterioration Of Bleachability Index (DOBI) to Characterise of Crude Palm Oil.
- Reid,M.S., 1985. **Product Maturation and Maturity Indices – postharvest Technology of Horticultural Crops.** Cooperative Extension University of California. Division of Agriculture and Natural resources. Special Publication 3311.
- S. B. Ng, "Understanding Palm Oil," *Malaysian Palm Oil Promotion Council MPOC*,Kuala Lumpur, Malaysia.
- Santosa.,2012. **Buku Ajar Metodologi Penelitian.** PT Penerbit IPB Press. Bogor.
- Sari,F.D., M.Furqon., Alhamra, 2014. **Pengolahan Tandan Buah Segar Sawit Menggunakan Teknologi Gelombang Mikro, Alternatif Pengganti Proses Perebusan.** Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan.
- Setyamidjaya.D.,2006.**Kelapa Sawit, Teknik Budidaya, Panen dan Pengolahannya.** Kanisius,Yogyakarta.
- Siew Wai Lin.,2005. Deterioration Of Bleachability Index, by Malaysian Palm Oil Board.
- Siew, W., 2012. **Palm Oil Milling Process,** Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Singgih, S, 2013. Menguasai SPSS 21 di Era Informasi. PT.ELEK Media Komputindo. Jakarta.
- Sitepu, Tekad., 2011.Analisa Kebutuhan Uap Pada Sterilizer Pabrik Kelapa Sawit Dengan Lama Perebusan 90 Menit. *Jurnal Dinamis*,Volume.II, No.8,Januari.
- Sivasothy,K.,Masitah Hasan and Mashkuri Yaacob, 1992. Performance Evaluation of Automating The Sterilization Process in Palm Oil Mill"International Journal of Computer Applications in Technology (Vol. 5). 1. 53– 66 .
- Sivasothy,K, Halim R.M., Basiron Y.,2005. A New System for Continous Sterilization of Oil Palm Fresh Fruit Buches. *Jurnal of Palm Oil Research*, Vol 17: 145-151.
- Soepadiyo,M.,Haryono.S.,2008. **Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit.**Gadjah Mada University Press.
- Steel R.G.D, J.H. Torrie. 1991. *Principles and Procedures of Statistics* (terjemahan Bambang Sumantri). Edisi Kedua. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Subiyanto 2013. Pemilihan Teknologi Sterilizer pada Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process. Jurnal Teknik Industri, Vol.14 No.2, Agustus 2013:160-173
- Supriyono dan Bayu Azmi, 2008. **Model Simulasi untuk Optimasi Penentuan Waktu Memasak Buah Kelapa Sawit dengan Logika Fuzzy**. Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta, 25-26 Agustus .ISSN 1978-0176
- Sutalaksana, I.Z., R. Anggawisastra, dan J.H. Tjakraatmadja., 1979. **Teknik Tata Cara Kerja**. Jurusan Teknik Industri ITB. Bandung.
- Syamsul, Hanafi dan Suherman, 2012. **Rancang Bangun Sistem Kendali Penentu Waktu Memasak Buah Kelapa Sawit dengan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler AT89S51**, Jurnal Litek, ISSN 1693-8097 Volume 9 Nomor 1, Maret 2012: hal. 30-35.
- Tg. Farhana., T. Kamarulzaman., 2009. **Optimization condition for palm oil fruit sterilization process. Faculty of Chemical & Natural Resource Engineering**, Universiti Malaysia Pahang.
- Umudee, M. Chongcheawchamnan, M. Kiatweerasakul, and C. Tongurai., 2013. **Sterilization of Oil Palm Fresh Fruit Using Microwave Technique**. International Journal of Chemical Engineering and Applications, Vol. 4, No. 3.
- Wardoyo, A., 2010. **Analisa Multivariat**. Penerbit Andi. Yogyakarta