

# Ekstraksi Sawit *Off-grade* Menggunakan Metode *Artisanal*

Dian Agung Nugroho, Zulfansyah, Zuchra Helwani, Hari Ronaldo

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

zulfansyah@unri.ac.id

## ABSTRAK

Sistem sortasi pada pabrik pengolahan sawit menghasilkan sawit *off-grade* (sawit diluar *grade* kematangan buah). Sawit *off-grade* yang dihasilkan diprovinsi Riau diperkirakan mencapai 437 – 625 ton/jam. Pengolahan sawit *off-grade* hanya akan menghasilkan *Crude Palm Oil* (CPO) yang memiliki kualitas rendah. Oleh karena itu diperlukan suatu teknologi tepat guna untuk mengolah sawit *off-grade* agar lebih bernilai ekonomis. Metode ekstraksi sawit terdiri dari metode tradisional, metode *artisanal*, dan metode konvensional. Metode *artisanal* hanya memerlukan teknologi sederhana dan lebih bertujuan untuk memperoleh *yield* maksimal. Alat pengepres yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Spindle hydraulic press*. Buah sawit *off-grade* dikukus dalam unit sterilizer dengan menggunakan variasi waktu pengukusan 120 menit, 180 menit, dan 240 menit. Setelah waktu pengukusan tercapai, buah hasil pengukusan dipress dengan menggunakan variasi tekanan 10 bar, 20 bar, dan 30 bar. Selama pengepresan ditambahkan air panas sebanyak 10%, 15%, dan 20% berat. Analisa data yang dilakukan yaitu *yield*, kadar asam lemak bebas (ALB), kadar air, dan kadar kotoran. Data hasil penelitian dianalisa menggunakan metode *response surface method* (RSM). *Yield* maksimal yang didapat yaitu 13,18% dengan kadar Asam Lemak Bebas (ALB) 21,54%, kadar air 6,41%, dan kadar kotoran 1,59% ketika menggunakan waktu sterilisasi 120 menit, tekanan pengepres 30 bar, dan penambahan air panas 15%.

**Keywords :** Sawit *off-grade*, *Artisanal*, *Spindle hydraulic press*, RSM

## ABSTRACT

*Sorting systems at oil mills produce off-grade oil palm (palm fruit maturity beyond grade). Off-grade oil palm produced in Riau province estimated 437 – 625 tons / hour. Processing off-grade oil palm will only produce Crude Palm Oil (CPO), which has low quality. Therefore we need an appropriate technology to process off-grade oil palm to make it more economically valuable. Oil extraction method consists of traditional methods, artisanal methods and conventional methods. Artisanal method requires only simple technology and aims for obtain maximum yield. Presses a tool used in this study is Spindle hydraulic press. Off-grade oil palm steamed in a sterilizer unit using a variety of steaming time 120 minutes, 180 minutes, and 240 minutes. Once the steaming time is reached, the fruit of steaming pressed by using a variation of pressure 10 bars, 20 bars, and 30 bars. During hot pressing water added as much as 10%, 15%, and 20% by weight. Data analysis that yields, levels of free fatty acids (FFA), moisture content, and the content of impurities. The data were analyzed using the response surface method (RSM). Obtained the maximum yield is 13.18% with levels of Free Fatty Acid (FFA) 21.54%, water content 6.41%, and 1.59% levels of impurities when using sterilization time of 120 minutes, pengepress pressure of 30 bar, and the addition of 15% of hot water.*

**Keywords:** *off-grade oil palm*, *Artisanal*, *Spindle hydraulic press*, RSM

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara penghasil *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar dengan total produksi mencapai 23 juta ton pada tahun 2010 dengan tingkat pertumbuhan mencapai 24,5% [Kementerian Perindustrian, 2011]. Tingginya produksi CPO harus diimbangi dengan kualitas minyak yang dihasilkan karena berpengaruh terhadap nilai jual minyak. Oleh karena itu pengendalian mutu minyak pada saat pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) memiliki peran yang sangat penting.

Pengendalian mutu CPO pada saat pengolahan di pabrik dimulai dari pemilihan TBS. Pemilihan TBS harus

memenuhi *grade* kematangan buah agar mutu dan kuantitas minyak yang dihasilkan dapat tercapai. Buah yang memenuhi *grade* kematangan buah dan layak olah disebut sawit *on-grade* sedangkan buah yang tidak memenuhi kriteria kematangan sehingga tidak layak untuk dilakukan pengolahan disebut sawit *off-grade*. Pengklasifikasian sawit *off-grade* terdiri dari buah mentah, buah kurang matang, buah lewat matang, buah terlalu matang (buah busuk) [Pahan, 2012].

Pada industri CPO, total sawit *off-grade* yang diperoleh sedikitnya 7 – 10% dari kapasitas olah [Arifin, 2009]. Jika kapasitas olah pabrik adalah 30 ton/ jam, maka sawit *off-grade* yang diperoleh 2 – 3 ton/ jam, sehingga

untuk provinsi Riau yang memiliki total kapasitas olah pabrik sawit 6.254 ton/jam [Dinas Perkebunan Provinsi Riau, 2011], diperoleh sawit *off-grade* sebanyak 437 – 625 ton/jam. Selama ini sawit *off-grade* hasil sortiran dikembalikan ke petani untuk ditumpuk dan kemudian dibakar. Selain itu beberapa petani melakukan pencacahan sawit *off-grade* agar dapat dicampur dengan sawit *on-grade* lalu dijual kembali ke pabrik. Sistem penjualan seperti ini tentu saja dapat mempengaruhi kualitas CPO apabila tetap dilakukan pengolahan.

Metode *artisanal* merupakan proses ekstraksi yang menggunakan teknologi sederhana yang terdiri dari alat press mekanis dan beberapa alat penunjang. Peralatan penunjang proses tersebut yaitu alat perebusan buah, pelepasan brondolan setelah perebusan (*threshing*), dan proses pemisahan (klarifikasi). Pemilihan alat pengepres yang digunakan bukan berdasarkan tingkat kecepatan ekstraksinya, namun seberapa banyak *yield* (rendemen) yang dapat dihasilkan dari proses ekstraksi [Hyman, 1990].

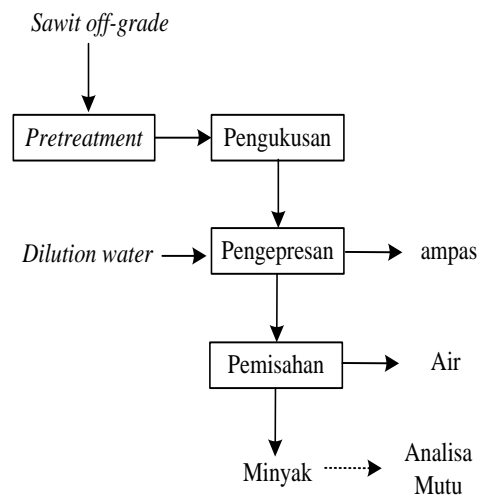
Kualitas dan kuantitas minyak hasil ekstraksi dapat dipengaruhi oleh model alat pengepresan dan kondisi operasi mulai dari proses perebusan hingga pemisahan minyak. Owolarafe, dkk [2008] melakukan penelitian tentang ekstraksi minyak sawit dengan memvariasikan waktu sterilisasi, waktu digesting dan tekanan pengepresan *hydraulic press*. Pada penelitian tersebut didapatkan *yield* maksimum sebesar 35% pada kondisi operasi waktu sterilisasi 60 menit, waktu digesting 10 menit dan tekanan pengepresan 1 Mpa. Sedangkan Zu, dkk [2012] melakukan penelitian ekstraksi minyak sawit menggunakan beberapa alat proses serta variasi waktu penyimpanan buah. Alat pengepres yang digunakan yaitu *digester hand operated screw press*, *digester hand operated hydraulic press* dan *digester screw press*. *Yield* tertinggi yaitu 26,6% dihasilkan dari alat *digester screw press* dengan waktu penyimpanan 15 hari.

Selain itu, jumlah penambahan air pada ekstraksi minyak juga dapat meningkatkan *yield* hasil pengepresan. Penambahan air pada buah sawit saat pengepresan dapat memudahkan proses ekstraksi minyak. Alonge, dkk [2003] melakukan penelitian ekstraksi minyak pada kacang tanah dengan variasi jumlah penambahan air pada saat pengepresan. Dari hasil penelitian tersebut dihasilkan *yield* tertinggi yaitu 27% pada penambahan air sebanyak 14% berat. Sehingga untuk mendapatkan kualitas dan kuantitas minyak hasil ekstraksi terbaik perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh berbagai kondisi proses dan jenis peralatan ekstraksi. Pada penelitian ini ekstraksi minyak dari sawit *off-grade* dilakukan menggunakan metode *artisanal* dengan beberapa variasi kondisi proses yaitu waktu sterilisasi, tekanan pengepresan serta rasio penambahan air saat pengepresan.

## 2. Metode Penelitian

Tahapan penelitian ekstraksi sawit *off-grade* menggunakan metode *artisanal* meliputi persiapan alat dan bahan, proses ekstraksi, pengujian, dan pengolahan data.

Tahapan percobaan ekstraksi sawit *off-grade* dengan metode *artisanal* dimulai dari *pretreatment* berupa penyiraman buah untuk mengurangi kadar kotoran berupa pasir dan mahkota buah. Kemudian buah dikukus dalam dandang untuk melunakkan buah. Tahap selanjutnya pengepresan untuk menghasilkan minyak. Selama pengepresan dilakukan penambahan air panas. Minyak yang telah diperoleh kemudian dilakukan pemisahan untuk memisahkan minyak dan air. Diagram alir percobaan ekstraksi sawit *off-grade* diperlihatkan pada Gambar 1.

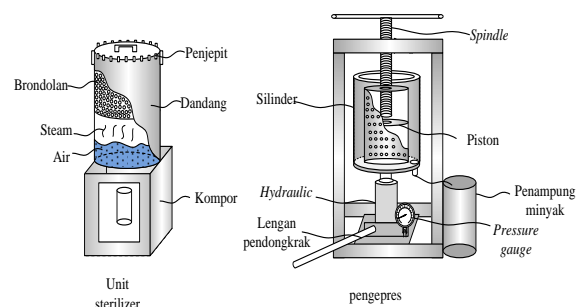


Gambar 1. Diagram alir ekstraksi sawit *off-grade*

### 2.1. Peralatan dan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sawit *off-grade* dengan kriteria lewat matang dan terlalu matang. Pasokan bahan baku diambil dari pabrik pengolahan sawit, tempat penjualan buah serta dari kebun masyarakat di sekitar pekanbaru dan kampar.

Peralatan penelitian ekstraksi sawit *off-grade* menggunakan metode *artisanal* terdiri dari unit sterilisasi (pengukusan), dan pengepres. Sistem pengukusan yang digunakan yaitu dengan menggunakan *steam* basah dimana *steam* dihasilkan di dalam tempat yang sama dengan brondolan yang akan dikukus. Sedangkan alat press yang akan digunakan yaitu jenis *spindle hydraulic press*. Rangkaian alat penelitian ekstraksi sawit *off-grade* menggunakan metode *artisanal* dapat dilihat pada Gambar 2.



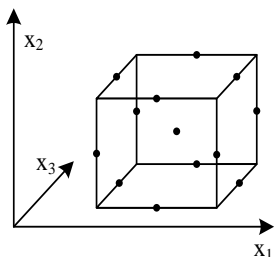
Gambar 2. Peralatan penelitian

## 2.2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri dari variabel *dependen* dan variabel *independen*. Variabel *dependen* berupa berat sawit *off-grade* yang digunakan yaitu 3000 gram. Variabel *independen* terdiri dari waktu sterilisasi (120 menit, 180 menit, dan 240 menit), tekanan pengepres (10 bar, 20 bar, dan 30 bar), serta jumlah penambahan air (10%, 15%, dan 20% berat).

## 2.3. Rancangan Percobaan

*Box-Behnken Design* (BBD) merupakan salah satu metode Respon Surface Method (RSM) (Montgomery, 1991) yang digunakan untuk mengetahui tempuhan rancangan percobaan. Bagian BBD terdiri dari *Factorial design* dan *Center point*. *Center point* ( $n_c$ ) merupakan pengulangan pada titik tengah untuk memperkirakan pusat kelengkungan data hasil percobaan [Montgomery, 1991]. *Geometry box-benken design* diperlihatkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** *Geometry Box-Behnken Design* [Montgomery, 1991]

Untuk memudahkan perhitungan dalam pengolahan data, rentang variabel *independen* dikodekan ke dalam rentang (-1, 0, 1) dengan notasi  $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$ , dan untuk natural variabel waktu sterilisasi dinotasikan dengan  $\xi_1$ , tekanan pengepres  $\xi_2$ , dan penambahan air panas  $\xi_3$ . Jumlah tempuhan rancangan percobaan dengan metode *rotatable orthogonal* BBD ditampilkan pada Tabel 1. Untuk mendapatkan variasi dari setiap respon maka percobaan diulang sebanyak 1 kali

Pengolahan data menghasilkan model persamaan matematis orde dua (Persamaan 1). Untuk itu, koefisien-koefisien model matematis akan diprediksi menggunakan metode regresi multivariabel.

$$\eta = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :  $\eta$  = fungsi respon teoritis  
 $\beta_0, \beta_{ii}, \beta_{ij}$  = koefisien-koefisien model  
 $X_i$  = *coded variable*

**Tabel 1.** Tempuhan Rancangan Percobaan

Run	Coded Variables			Natural Variables		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$\xi_1$ (menit)	$\xi_2$ (bar)	$\xi_3$ (%)
1	-1	-1	0	120	10	15
2	1	-1	0	240	10	15
3	-1	1	0	120	30	15
4	1	1	0	240	30	15
5	-1	0	-1	120	20	10
6	1	0	-1	240	20	10
7	-1	0	1	120	20	20
8	1	0	1	240	20	20
9	0	-1	-1	180	10	10
10	0	1	-1	180	30	10
11	0	-1	1	180	10	20
12	0	1	1	180	30	20
13	0	0	0	180	20	15
14	0	0	0	180	20	15
15	0	0	0	180	20	15

## 2.4. Pengujian minyak sawit

Analisa mutu minyak hasil ekstraksi dilakukan untuk memperoleh *yield* dan mengetahui karakteristik minyak. Analisa mutu minyak berupa kadar ALB, kadar air, dan kadar kotoran sesuai dengan standar SNI 01-2901-2006. *Yield* minyak dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$Y = \frac{M_{oe}}{M_m} x 100\% \dots \dots \dots (2) \text{ (Owolarafe, 2008)}$$

Keterangan :

$Y$  = *Yield*  
 $M_{oe}$  = *mass of oil extracted*  
 $M_m$  = *mass of the mash*

## 3. Hasil dan Pembahasan

*Yield* merupakan perbandingan antara minyak yang diperoleh dengan berat bahan baku. Perolehan *yield* pada berbagai kondisi proses yang didapat yaitu maksimum 13,18% dan minimum 4% dengan rata-rata 8,68%. Kadar ALB maksimum 29,5% dan minimum 17,59% dengan rata-rata 22,21%. Kadar air maksimum 14,61% dan minimum 0,45% dengan rata-rata 3,86%. Kadar kotoran maksimum 1,61% dan minimum 0,1% dengan rata-rata 0,7%.

Pengaruh kondisi proses terhadap *yield* dan karakteristik minyak sawit *off-grade* dipelajari berdasarkan data hasil percobaan yang dianalisis menggunakan rancangan *Box-Behnken Design* (BBD). Rancangan dan analisis data percobaan pada penelitian ini dilakukan dengan menerapkan RSM. Pengolahan data hasil percobaan menggunakan software minitab 16.

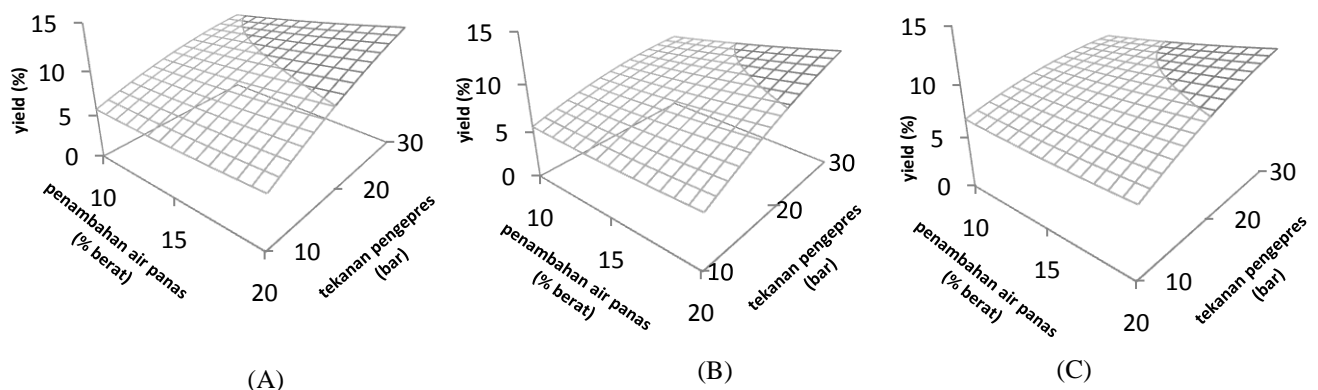
Koefisien persamaan yang akan digunakan pada analisis dilakukan pada *coded variabel*. Penggunaan koefisien persamaan *coded variabel* bertujuan untuk memudahkan melihat besarnya pengaruh koefisien-koefisien persamaan terhadap variabel *independen*.

Besarnya pengaruh koefisien-koefisien persamaan dapat dilihat dari besarnya nilai koefisien-koefisien persamaan. Koefisien persamaan pada berbagai respon dapat diperlihatkan pada Tabel 2.

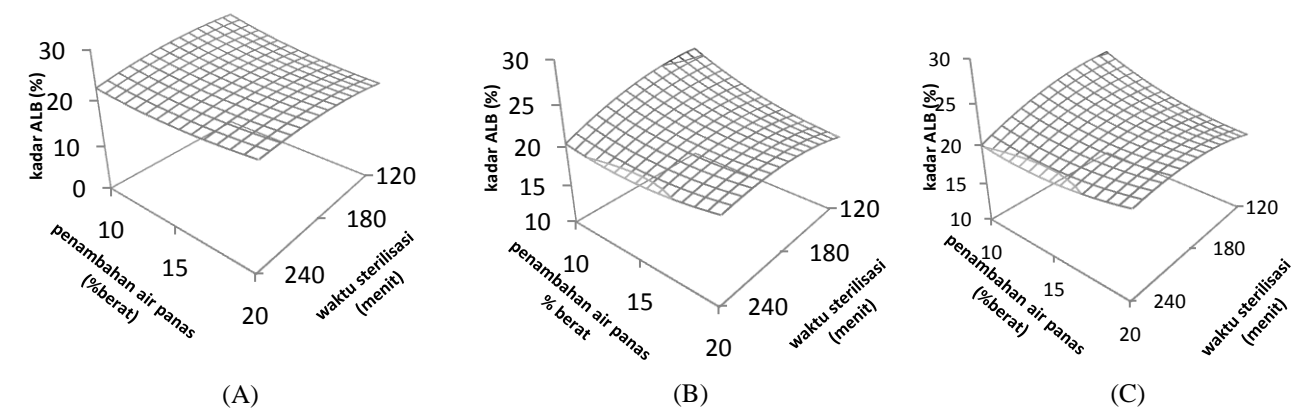
**Tabel 2.** Koefisien-koefisien persamaan pada berbagai respon

Koefisien	Respon			
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
$\beta_0$	+8,58	+21,84	+4,13	+0,82
$\beta_1$	-0,06	-1,05	+0,11	+0,044
$\beta_2$	+2,35	-0,97	-0,96	+0,027
$\beta_3$	+0,95	-1,32	+0,27	-0,0094
$\beta_{12}$	-0,51	+0,035	-1,10	-0,20
$\beta_{13}$	-0,086	+1,52	+0,96	+0,26
$\beta_{23}$	+0,82	+0,31	-1,08	+0,13
$\beta_{11}$	+0,66	-1,08	-1,31	-0,013
$\beta_{22}$	-0,64	+0,86	+1,44	+0,063
$\beta_{33}$	+0,17	+0,93	-0,62	-0,22

Pada respon berupa yield, yang memiliki pengaruh terkecil yaitu waktu sterilisasi. Gambar 4(A) memperlihatkan pengaruh penambahan air dan tekanan pengepres terhadap yield dengan menggunakan waktu sterilisasi 120 menit.



**Gambar 4.** Pengaruh penambahan air panas dan tekanan press terhadap yield pada waktu sterilisasi (A)120 menit (B) 180 menit (C) 240 menit



**Gambar 5.** Pengaruh penambahan air dan waktu sterilisasi terhadap kenaikan kadar ALB pada tekanan pengepres (A) 10 bar, (B) 20 bar, dan (C) 30 bar

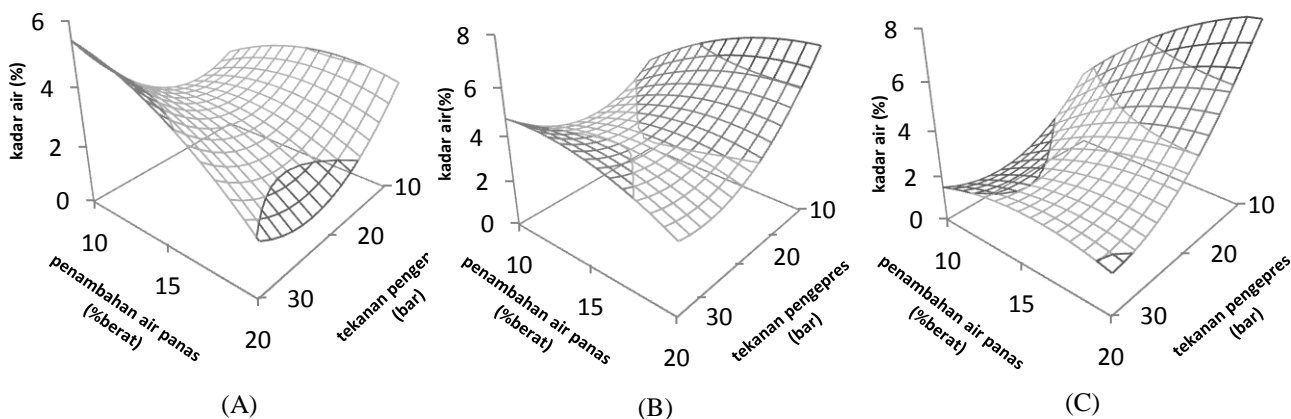
Yield yang didapat cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan pengepres maupun penambahan air. Perolehan yield maksimum sebesar 13,55% dan untuk minimum 5,73%.

Gambar 4(B) memperlihatkan pengaruh penambahan air dan tekanan pengepres terhadap yield dengan menggunakan waktu sterilisasi 180 menit. Yield yang didapat cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan pengepres maupun penambahan air. Perolehan yield maksimum sebesar 12,22% dan untuk minimum 5,56%. Jika dibandingkan dengan penggunaan waktu sterilisasi 120 menit, yield yang didapat mengalami penurunan.

Gambar 4(C) memperlihatkan pengaruh penambahan air dan tekanan pengepres terhadap yield dengan menggunakan waktu sterilisasi 240 menit. Yield yang didapat cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan pengepres maupun penambahan air. Perolehan yield maksimum sebesar 12,22% dan untuk minimum 6,70%. Jika dibandingkan dengan penggunaan waktu sterilisasi 120 menit, yield yang didapat mengalami penurunan.

Pada respon kadar ALB yang memiliki pengaruh terkecil yaitu tekanan pengepres. Gambar 4.5 memperlihatkan pengaruh penambahan kadar air dan waktu sterilisasi pada tekanan (A) 10 bar (B) 20 bar (C) 30 bar. Kadar ALB yang didapat sedikit menurun seiring

dengan lamanya waktu sterilisasi dan banyaknya penambahan air. Penurunan ini dapat disebabkan karena enzim lipase pada buah tidak dapat bereaksi untuk meningkatkan kadar ALB. Perolehan kadar ALB maksimum 27,75% dan minimum 19,56%.



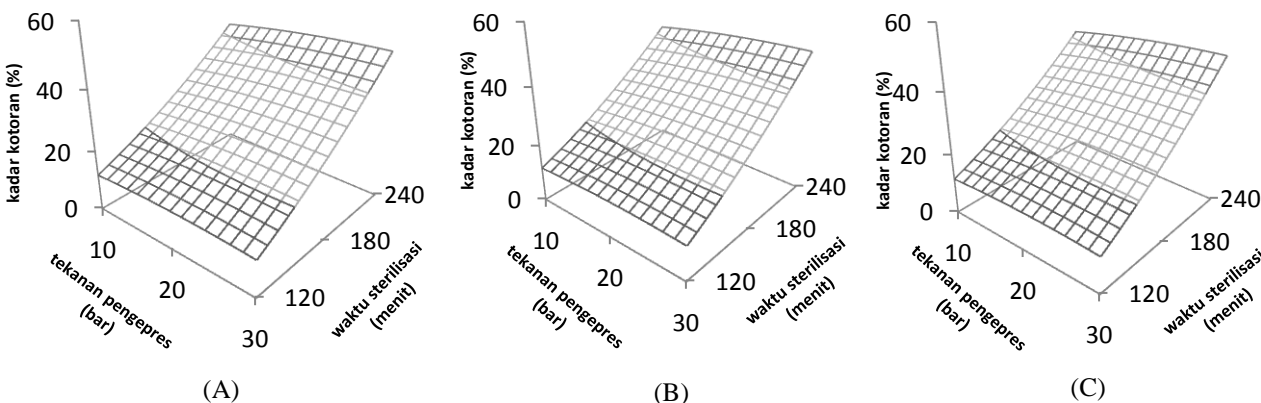
**Gambar 6.** Pengaruh penambahan air panas dan tekanan pengepres terhadap kenaikan kadar air pada waktu sterilisasi (A)120 menit, (B) 180 menit, dan (C) 240 menit

Pada respon kadar air yang memiliki pengaruh terkecil yaitu waktu sterilisasi. Gambar 6 memperlihatkan pengaruh penambahan kadar air dan tekanan pengepres pada waktu sterilisasi (A) 120 menit, (B) 180 menit, dan (C) 240 menit. Penambahan kadar air memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap kenaikan kadar air dalam minyak. Perolehan kadar air maksimum yaitu 8,1% dan minimum 0,92%. Kondisi proses ketika kadar air yang diperoleh maksimum yaitu ketika menggunakan waktu sterilisasi 240 menit dengan penambahan air panas 20%. Lamanya waktu sterilisasi dapat menyebabkan peningkatan kadar air karena steam yang menjadi uap air terikut kedalam buah (Owolarafe dkk, 2008)

pengepres pada penambahan air (A) 10%, (B) 15%, dan (C) 20%. Kadar kotoran semakin meningkat dengan meningkatnya waktu sterilisasi dan tekanan pengepres. Rata-rata kenaikan kadar kotoran maksimum ketika menggunakan waktu sterilisasi 240 menit dan tekanan pengepres 30 bar. kadar kotoran maksimum yang di dapat yaitu 48,46% dan minimum 11,81%.

Pada respon kadar kotoran yang memiliki pengaruh terkecil yaitu penambahan air. Gambar 7 memperlihatkan pengaruh waktu sterilisasi dan tekanan

Owolarafe dkk (2008) menyatakan kadar kotoran meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan pengepres dan waktu sterilisasi. Kadar kotoran meningkat karena serat terikut pada minyak ketika tekanan pengepress yang digunakan semakin tinggi. Faktor pendukung terikutnya kotoran pada minyak yaitu waktu sterilisasi. Semakin lama waktu sterilisasi kondisi buah akan semakin lunak sehingga sangat mudah untuk dipress yang mengakibatkan serat mudah terikut pada minyak.



**Gambar 7.** Pengaruh tekanan pengepres dan waktu sterilisasi terhadap kenaikan kadar kotoran pada penambahan air (A) 10%, (B) 20%, dan (C) 30%

#### 4. Perbandingan Hasil Penelitian

Berdasarkan data hasil penelitian ekstraksi sawit *off-grade*, *yield* maksimum yang didapat sebesar 13,18%, kadar ALB 21,54%, kadar air 6,41%, dan kadar kotoran 1,59%. Kondisi proses saat mendapat *yield* maksimum yaitu ketika menggunakan waktu sterilisasi selama 120 menit, tekanan pengepres 30 bar, dan penambahan air panas 15%. Perbandingan *yield* dan karakteristik minyak penelitian ini dengan *yield* dan karakteristik minyak dari peneliti lain diperlihatkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Perbandingan *yield* dan karakteristik minyak

No	Peneliti	Bahan baku	Tipe pengepres	yield (%)	Kadar ALB (%)	Kadar Air (%)	Kadar Kotoran (%)
1	Zu dkk, 2012	TBS	<i>digester screw press</i>	25,5	25,18	1,21	0,23
2	Owolarafe dkk, 2008	TBS	<i>digester hand operated hydraulic press</i>	35	-	-	-
3	Alonge dkk, 2003	Kacang tanah	<i>Screw press</i>	27	-	-	-
4	Penelitian ini	sawit <i>off-grade</i>	<i>Spindle hydraulic press</i>	13,18	21,54	6,41	1,59

*Yield* yang diperoleh pada ekstraksi sawit *off-grade* lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian lainnya. Beberapa faktor penyebab rendahnya *yield* yang diperoleh dapat disebabkan karena pada penelitian ini tidak menggunakan *digester* sebagai media pelumat buah. Kondisi buah yang busuk dapat menyebabkan *yield* menjadi sedikit karena kadar minyak dalam buah sudah berkurang. Waktu sterilisasi yang terlalu lama juga dapat menyebabkan *yield* menjadi rendah karena losses minyak menjadi semakin tinggi.

#### 5. Kesimpulan

Ekstraksi sawit *off-grade* menggunakan metode *artisanal* menghasilkan *yield* sebesar 13,18% dengan menggunakan waktu sterilisasi 120 menit, tekanan pengepres 30 bar, serta penambahan air panas 15%. Kadar ALB minyak dari sawit *off-grade* berkisar antara 17,59 – 29,5%, kadar air 0,45 – 14,61%, serta kadar kotoran 0,1 – 1,61%.

Penambahan air panas dan tekanan pengepres dapat mempengaruhi *yield* minyak hasil ekstraksi. Semakin tinggi tekanan pengepres *yield* yang didapat akan semakin tinggi, namun kadar kotoran yang didapat juga akan semakin tinggi pula. Kadar air dalam minyak dipengaruhi oleh tekanan pengepres dan ratio penambahan air panas. Tekanan pengepres dan penambahan air panas memiliki pengaruh cukup besar terhadap *yield* minyak. Sedangkan waktu sterilisasi juga memiliki pengaruh terhadap kenaikan *yield* tetapi sangat kecil.

#### 6. Saran

Sebaiknya menggunakan *digester* untuk proses pelumatan buah agar *yield* yang dihasilkan semakin tinggi.

Untuk mengurangi waktu sterilisasi dalam pengukusan buah sawit, gunakan bejana bertekanan yang dilengkapi dengan alat pengukur tekanan.

#### 7. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada lembaga penelitian Universitas Riau yang telah memberikan dana bantuan melalui program Hibah Penelitian Laboratorium Tahun 2013.

#### 8. Daftar Pustaka

- Adzimah, S. K. Dan Seckley, E. (2009). *Modification in the design of an already exiting palm nut – fibre separator*. African journal of environmental science and technology, 3(11), 387 – 398.
- Arifin, J. (2009). Pemanfaatan buah sawit sisa sortiran sebagai sumber bahan baku asam lemak. Tesis master, sekolah pascasarjana, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Alonge, A.F., Olaniyan, A.M., Agbaje, C.O. 2003. *Effects Of Dilution Ratio, Water Temperatur And Pressing Time On Oil Yield From Groundnut Oil Expression*. Jurnal science and technology, 40(6), 652-655
- Ekine, D. I., dan Onu, M. E. (2008). *Economics of small – scale palm oil processing in Ikwerre and Etche local government areas of river state, Nigeria*. Jurnal of agricultural and social research, 8(2), 150 – 158.
- Hyman, E. L. (1990). *An economic analysis of sn scale technologies for palm oil extraction in central and west africa*. World development, 18(3), 455 – 476.
- Kementrian perindustrian. (2011). *Outlook industri 2012 : strategi percepatan dan perluasan agroindustri*, institute for development of economics and finance. Jakarta.
- Ketaren, S. (1986). Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan. UI Press. Jakarta.
- Montgomery, D. C. 1991. *Design and Analysis of Experiments, third edition*. John wiley & Sons. Singapore.
- Orji, M. U., dan Mbata. T. I. (2008). *Effect of extraction methods on the quality and spoilage of Nigerian pal oil*. African journal of biochemistry research, 2 (9), 192 – 196.
- Owolarafe, O. K., Taiwo, E. A., dan Oke, O. O. (2008). *Effect of processing condition on yield and quality of hydraulically expressed palm oil*. International agrophysics, 22, 349 – 352.
- Pahan, I. 2012. Panduan Lengkap : Kelapa sawit. Cetakan XI. Penebar Swadaya. Jakarta

- Poku, K. (2002). *Small – scale palm oil processing in africa*. FAO Agricultural service bulletin, 148, Rome, Italy, 3 – 30.
- Sekretarian jendral kementrian pertanian. (2004). *Crude palm oil*. Jakarta.
- Sudarmadji, S. H., dan Suhardi, B. (1989). *Analisa bahan makanan dan pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Wiemer, H. J., dan Altes, F. W. K. (1989). *Small scale processing of oilfruit and oilseeds*. Deutsches Zentrum fur entwicklungstechnologien. Deutsche Gesellschaft fur technische Zusammenarbeit.
- Zu, K. S. A., Nsiah, A., dan Bani, R. J. (2012). *Effect of processing equipment and duration of storage of palm fruit on palm oil yield and quality in the Kwaebibrem District, Ghana*. Agricultural research and reviews, 1(1), 18 – 25.