

2

# **KAJIAN PROSES *DEGUMMING* MINYAK KELAPA SAWIT KASAR (*CRUDE PALM OIL*) DENGAN MENGGUNAKAN ASAM FOSFAT**

Oleh

**NANCY LILA SIANTURI ,**

**F 31.0341**



1998

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

---

**KAJIAN PROSES *DEGUMMING* MINYAK KELAPA SAWIT KASAR  
(*CRUDE PALM OIL*) DENGAN MENGGUNAKAN ASAM FOSFAT**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

Oleh

**NANCY LILA SIANTURI**

**F 31.0341**

**1998**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR**

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**KAJIAN PROSES *DEGUMMING* MINYAK KELAPA SAWIT KASAR  
(*CRUDE PALM OIL*) DENGAN MENGGUNAKAN ASAM FOSFAT**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**  
pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

Oleh

**NANCY LILA SIANTURI**  
**F 31.0341**

**Tanggal lulus : 20 Oktober 1998**

**Disetujui,**  
**Bogor, Oktober 1998**



**Ir. S. Ketaren, MS**  
**Pembimbing Akademik I**



**Ir. Budi Adimulyo**  
**Pembimbing Akademik II**

**NANCY LILA SIANTURI. F 31.0341.** Kajian Proses *Degumming* Minyak Kelapa Sawit Kasar (*Crude Palm Oil*) dengan Menggunakan Asam Fosfat. Di bawah bimbingan : Ir. S. Ketaren, MS dan Ir. Budi Adimulyo

---

## RINGKASAN

Minyak kelapa sawit yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit disebut minyak kasar (*crude oil*) karena masih merupakan hasil ekstraksi dari daging buah sawit dan mengandung kotoran-kotoran, baik yang tidak larut dalam minyak, berbentuk suspensi koloid dalam minyak, ataupun yang larut dalam minyak. Untuk penggunaan ke dalam berbagai makanan minyak sawit harus dimurnikan terlebih dahulu sehingga memenuhi syarat minyak makan. *Degumming* dan *bleaching* merupakan *pretreatment* pada pemurnian minyak.

PT. Sinar Meadow International Indonesia (SMII) ingin meningkatkan mutu minyak yang dihasilkan terutama pada *pretreatment* pemurnian minyak. PT. SMII menggunakan metode *dry degumming* dimana gum tidak dipisahkan terlebih dahulu sehingga tetap berada dalam minyak dan ikut pada proses selanjutnya (*bleaching*). Adanya gum dalam minyak akan mengurangi keefektifan adsorben dalam menyerap warna dan produk degradasi minyak.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari sifat fisiko kimia *degummed-bleached oil* karena penambahan asam fosfat 65 dan 85 persen sebanyak 0.05, 0.07 dan 0.09 persen (v/w), dan adsorben sebanyak 2.4 persen (w/w) pada metode *wet degumming-bleaching* dan *dry degumming-bleaching*, serta mencari perlakuan yang terbaik.

Metode *wet degumming-bleaching* dan *dry degumming-bleaching* pada penggunaan asam fosfat 85 persen sebanyak 0.09 persen (v/w) menghasilkan mutu yang lebih baik. Perlakuan yang menghasilkan mutu terbaik adalah metode *wet degumming-bleaching* dengan penggunaan asam fosfat 85 persen sebanyak 0.09 persen (v/w) dengan nilai warna merah (5.05), kuning (20.08), FFA (2.768 persen), PV (0.187), IV (52.94), FTT (0.946 persen), N (10.684 ppm), P (4.106 ppm), Cu (0.191 ppm), Fe (0.124 ppm), Mg (0.228 ppm).

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. S. Ketaren, MS dan Bapak Ir. Budi Adimulyo selaku pembimbing akademik atas segala masukan dan dorongan kepada penulis selama penelitian dan dalam penyelesaian skripsi
2. Bapak Dr. Ir. E. Gumbira Said, MADev selaku dosen penguji pada ujian sarjana
3. Mama, Opung, Kak Shinta, Intan, Lucy, Jojo, keluarga di Tangerang, dan semua keluarga yang telah memberi dukungan doa dan dorongan kepada penulis
4. Staf dan karyawan PT. Sinar Meadow International Indonesia, Jakarta atas segala bantuan kepada penulis selama penelitian
5. Buat teman-temanku Helen, Niken, Tatiek, Eva, Nina, Idri, teman-teman di TIN 15, terima kasih atas bantuan dan persahabatannya selama ini
6. Mas Hengky dan kru MC, serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, namun demikian penulis berharap skripsi ini dapat memberi manfaat bagi para pembaca.

Bogor, 20 Oktober 1998

**Penulis**

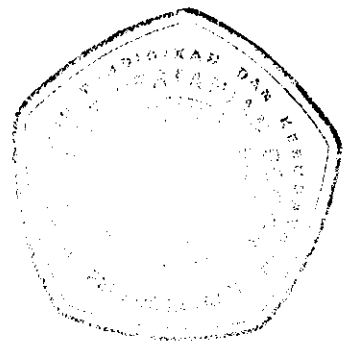




	Halaman
<b>B. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	15
1. Penelitian Pendahuluan .....	15
2. Penelitian Utama .....	16
a. Perlakuan .....	16
b. Prosedur Penelitian .....	17
3. Analisa Mutu Minyak .....	18
<b>C. MODEL RANCANGAN PERCOBAAN</b> .....	21
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	23
A. RENDEMEN .....	23
B. WARNA .....	25
C. KADAR ASAM LEMAK BEBAS .....	31
D. BILANGAN PEROKSIDA .....	34
E. BILANGAN IOD .....	36
F. FRAKSI TIDAK TERSABUNKAN .....	39
G. KADAR TOTAL NITROGEN .....	41
H. KADAR FOSFOR .....	43
I. KADAR LOGAM .....	45
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	49
A. KESIMPULAN .....	49
B. SARAN .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	51
<b>LAMPIRAN</b> .....	53

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perkembangan produksi CPO dunia tahun 1995 – 1998 .....	1
Tabel 2. Kandungan asam lemak minyak kelapa sawit .....	5
Tabel 3. Karakteristik minyak kelapa sawit .....	5
Tabel 4. Tingkat relatif hidrasi dari fosfatida .....	9



Halaman ini diterbitkan oleh IPB University sebagai bagian dari koleksi digital yang bertujuan untuk meningkatkan aksesibilitas dan penyebaran informasi. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi website IPB University di [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
 1. Diizinkan untuk digunakan sebagai referensi.  
 2. Diperbolehkan untuk digunakan sebagai referensi dengan syarat harus mencantumkan nama IPB University.





	Halaman
Gambar 20. Grafik rata-rata kadar Fe .....	46
Gambar 21. Grafik rata-rata kadar Mg .....	47



## I. PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Produksi minyak sawit dunia terus mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1, di mana Indonesia merupakan negara kedua terbesar penghasil minyak kelapa sawit kasar (CPO) di dunia setelah Malaysia. Peningkatan jumlah CPO untuk alokasi dalam negeri terutama adalah untuk memenuhi kebutuhan minyak goreng. Di Indonesia kebutuhan minyak goreng per bulan sekitar 160,000 ton atau ekuivalen dengan 216,216 ton CPO, atau untuk setahun diperlukan sekitar 2.6 juta ton CPO.

Tabel 1. Perkembangan produksi CPO dunia tahun 1995 – 1998 (dalam ribu ton) <sup>\*)</sup>

NEGARA	Tahun			
	1995	1996	1997	1998 (Perkiraan)
MALAYSIA	7,811	8,386	8,400	8,800
INDONESIA	4,040	4,450	5,320	6,000
NIGERIA	630	620	620	635
KOLOMBIA	388	410	418	430
THAILAND	354	370	380	400
PANTAI GADING	285	280	290	295
PAPUA NUGINI	223	230	240	242
LAINNYA	1,269	1,327	1,365	1,406

<sup>\*)</sup> Oil World Annual (1997)

Minyak sawit yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit masih disebut minyak kasar (*crude oil*) karena minyak tersebut masih merupakan hasil ekstraksi daging buah sawit dan mengandung kotoran-kotoran, yang tidak larut dalam minyak, berbentuk suspensi koloid dalam minyak, dan kotoran yang terlarut dalam minyak. Untuk penggunaan ke dalam berbagai makanan, minyak sawit harus dimurnikan terlebih dahulu sehingga memenuhi syarat minyak makan.

PT. Sinar Meadow International Indonesia, Jakarta ingin meningkatkan mutu minyak yang dihasilkan terutama pada *pretreatment* pemurnian minyak. *Degumming* merupakan bagian dari *pretreatment* pemurnian minyak disamping pemucatan minyak (*bleaching*). Dengan semakin baik perlakuan pada proses *degumming* diharapkan dapat meningkatkan kualitas minyak yang dihasilkan dan dapat menekan kerusakan minyak lebih lanjut.

Metode *degumming* yang digunakan di PT. SMII adalah metode *dry degumming*. Pada metode *dry degumming*, gum tidak dipisahkan terlebih dahulu sehingga tetap berada dalam minyak dan ikut pada proses selanjutnya. Adanya gum dalam minyak akan mengurangi keefektifan adsorben untuk menyerap warna dan produk degradasi minyak pada proses pemucatan minyak.

## B. TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mempelajari sifat fisiko-kimia minyak kelapa sawit karena penambahan asam fosfat 65 dan 85 persen sebanyak 0.05, 0.07 dan 0.09 persen (v/w) dan

adsorben sebanyak 2.4 persen (w/w) pada metode *wet degumming-bleaching* dan *dry degumming-bleaching*.

2. Mencari perlakuan yang menghasilkan minyak dengan mutu terbaik.

### C. MANFAAT

Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan pada industri pemurnian minyak sawit sehingga dapat dihasilkan minyak dengan mutu yang lebih baik.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. MINYAK KELAPA SAWIT

Tanaman sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq) adalah tanaman berkeping satu yang termasuk dalam famili *Palmae*. Kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang beriklim tropis dengan curah hujan 2000 mm/tahun dan kisaran suhu 22 – 32 °C. *Elaeis* diambil dari bahasa Yunani yaitu *elaion* yang berarti minyak, dan nama spesifik *guineensis* adalah daerah asal dari tanaman kelapa sawit yaitu Guinea (Pantai Barat Afrika), sedangkan Jacq. berasal dari nama botanis Amerika Jacquine yang menemukan tanaman kelapa sawit. Tiga produk kelapa sawit yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi adalah minyak kelapa sawit kasar (*crude palm oil*), minyak inti sawit (*palm kernel oil*), dan bungkil inti sawit (*palm kernel cake*) (Hartley, 1977).

Minyak kelapa sawit diperoleh dari bagian perikarp atau daging buah kelapa sawit. Berdasarkan titik cairnya minyak sawit terdiri dari dua fraksi besar yaitu olein sebagai fraksi cair pada suhu kamar dan stearin sebagai fraksi berbentuk padat pada suhu kamar (Hartley, 1977). Dalam proses fraksionasi diperoleh minyak makan (olein) sekitar 70 % dan bagian stearin sekitar 30 % (Djanaka dan Ressaytutra, 1986). Karakteristik minyak kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 2.

Hal Guru Pendidikan dan Pengajaran  
1. Diambil sebagai sumber data ilmiah yang akurat dan terpercaya  
2. Berfungsi sebagai sumber informasi yang akurat dan terpercaya  
3. Berfungsi sebagai sumber informasi yang akurat dan terpercaya  
4. Berfungsi sebagai sumber informasi yang akurat dan terpercaya  
5. Berfungsi sebagai sumber informasi yang akurat dan terpercaya  
6. Berfungsi sebagai sumber informasi yang akurat dan terpercaya  
7. Berfungsi sebagai sumber informasi yang akurat dan terpercaya  
8. Berfungsi sebagai sumber informasi yang akurat dan terpercaya  
9. Berfungsi sebagai sumber informasi yang akurat dan terpercaya  
10. Berfungsi sebagai sumber informasi yang akurat dan terpercaya

Tabel 2. Karakteristik minyak kelapa sawit

KARAKTERISTIK	NILAI
Bilangan Penyabunan (mgKOH/g minyak)	190 – 207 <sup>a)</sup>
Bilangan Iod (Wijs)	48 – 52 <sup>b)</sup>
Bobot Jenis (15 °C)	0.921 – 0.924 <sup>a)</sup>
Indeks Bias (40 °C)	0.859 – 0.870 <sup>b)</sup>
Titik Cair (°C)	33 – 39 °C <sup>a)</sup>

a) Hamilton dan Rossell (1986)

b) Ketaren (1986)

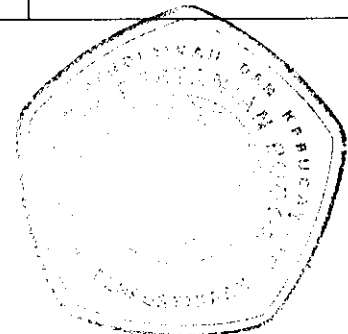
Minyak kelapa sawit sebagai salah satu produk kelapa sawit tergolong minyak asam palmitat karena asam lemak dominan dalam minyak ini adalah asam palmitat seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Minyak sawit selain mengandung komponen utama trigliserida (94 persen), juga mengandung asam lemak (3 – 5 persen) dan komponen minor seperti sterol (0.03 persen), fosfatida (0.1 persen), tokoferol (0.03 persen) dan karoten (0.06 persen) (Rousell, 1985).

Tabel 3. Kandungan asam lemak minyak kelapa sawit

JENIS ASAM LEMAK	JUMLAH (%)	
	a	b
Miristat	0.6 – 5.9	0.5 – 1.5
Palmitat	138.6 – 52.4	40 – 45
Stearat	2.2 – 6.4	5 – 6
Palmitoleat	0.8 – 1.4	0.3 – 0.4
Oleat	32.3 – 45.1	36 – 45
Linoleat	5.0 – 11.3	9 – 11

a) Hartley (1977)

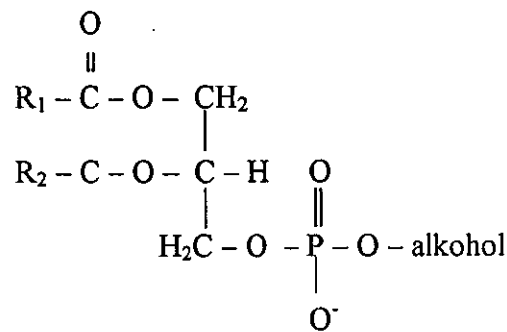
b) Bernardini (1983)



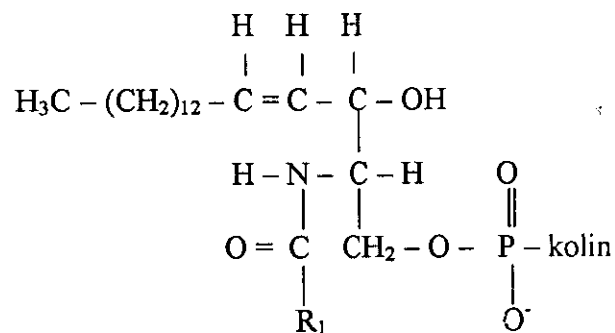
## B. FOSFATIDA

Minyak dan lemak yang telah dipisahkan dari jaringan asalnya mengandung sejumlah kecil komponen selain trigliserida yaitu fosfolipid atau fosfatida, sterol, asam lemak bebas, lilin, pigmen yang larut dalam lemak dan hidrokarbon (Ketaren, 1986).

Menurut Macrae *et al.*, (1991) fosfatida merupakan senyawa yang mengandung gliserol, sphingosin, satu atau dua rantai hidrokarbon, dan fosfor. Bila yang bertindak sebagai dasar adalah gliserol maka disebut gliserofosfolipid, sedangkan bila sphingosin disebut sphingolipid.



Gambar 1. Struktur dasar gliserofosfolipid (Macrae, *et al.*, 1991)



Gambar 2. Struktur dasar sphingolipid (Macrae *et al.*, 1991)



panas atau cahaya maka lesitin cepat berubah menjadi oranye atau coklat gelap (Djarmiko dan Widjaja, 1984). Lesitin banyak digunakan dalam produk pangan, farmasi, kosmetik, dan pada produk industri lainnya (Peterson dan Johnson, 1978). Sefalin merupakan padatan yang tidak berwarna, tetapi seperti halnya lesitin akan cepat berubah menjadi gelap sampai merah kecoklatan bila terkena panas atau cahaya (Djarmiko dan Widjaja, 1984)

Menurut Torrey (1983), fosfatida terdiri dari dua bagian yaitu fosfatida *hydratable* dan fosfatida *non hydratable*. Komponen terbesar dari fosfatida *hydratable* adalah *phosphatidylcholine* (lesitin) sedangkan fosfatida *non hydratable* terdiri dari *phosphatidylethanolamine* (sefalin), garam kalsium dan magnesium dari *phosphatidic acid*.

Fosfatida *hydratable* dapat dengan mudah dihilangkan dari minyak dengan menggunakan air atau uap. Pemisahan fosfatida *non hydratable* biasanya lebih sulit, membutuhkan perlakuan dengan asam untuk mengubahnya menjadi bentuk yang *hydratable*. Asam fosfat sering digunakan untuk proses pemisahan fosfatida *non hydratable* (Torrey, 1983).

### C. DEGUMMING

*Degumming* (pemisahan gum) merupakan suatu proses pemisahan getah atau lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, residu, karbohidrat, air, dan resin. Biasanya proses ini dilakukan dengan cara dehidratasi gum atau kotoran lain agar supaya bahan tersebut lebih mudah terpisah dari minyak, kemudian disusul dengan proses pemusingan (sentrifusi) (Ketaren, 1986).

Minyak yang belum di *degumming* terdiri dari berbagai fosfatida seperti *phosphatidylcholine* (PC), *phosphatidylinositol* (PI), *phosphatidylethanolamine* (PE), *phosphatidicacid* (PA), dan *phytosphingolipids*. Tingkat hidrasi dari fosfatida ini bervariasi pada suhu 80 °C.

Tabel 4. Tingkat relatif hidrasi dari fosfatida \*)

Jenis Fosfolipid	Tingkat Hidrasi (%)
PC	100
PI	44
Garam kalsium dari PI	24
PE	16
Garam kalsium dari PE	0.9
PA	8.5
Garam kalsium dari PA	0.6
<i>Phytosphingolipids</i>	8.5

\*) Segers dan Sande (1989)

*Phosphatidylcholine* (PC) dan *phosphatidylinositol* (PI) memiliki tingkat hidrasi yang paling tinggi sehingga mudah dihilangkan dengan perlakuan air. Garam kalsium dari PA dan PE bereaksi lambat dengan air. Untuk mempercepat tingkat hidrasi dari garam kalsium atau magnesium dapat dilakukan dengan menambahkan asam sebelum hidrasi (Segers dan Sande, 1989).

*Degumming* minyak kelapa sawit kasar dilakukan dengan menambahkan asam fosfat 80 – 85 persen sebanyak 0.05 – 0.2 persen (v/w) dan diaduk selama



15 – 30 menit. Pada metode *wet degumming*, air yang ditambahkan untuk proses pencucian adalah 3 – 5 persen (v/w) (Hui, 1996).

Jumlah asam fosfat yang digunakan pada *degumming* tidak mempunyai batasan yang spesifik, Umumnya jumlah yang digunakan sekitar 0.01 – 2.0 persen dari jumlah minyak. Jumlah asam fosfat yang digunakan diusahakan optimum. Kelebihan asam fosfat dapat dinetralkan dengan penambahan  $\text{CaCO}_3$  (Torrey, 1983).

Tujuan penambahan asam fosfat pada proses *degumming* adalah untuk mengubah fosfatida *non hydratable* menjadi *hydratable* (Torrey, 1983). Fosfatida *hydratable* berbentuk lendir dengan berat jenis yang lebih besar dari minyak dan berbentuk gumpalan-gumpalan partikel (Brekke, 1976).

#### D. PEMUCATAN MINYAK (*OIL BLEACHING*)

Pemucatan minyak adalah suatu tahap proses pemurnian untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak disukai dalam minyak. Pemucatan dilakukan dengan mencampur minyak dengan sejumlah kecil adsorben, seperti tanah serap (*fuller earth*), lempung aktif (*activated clay*) dan arang aktif atau dapat juga menggunakan bahan kimia. Adsorben tersusun dari komponen-komponen silika yang memiliki struktur terbuka sehingga dapat memuat ion  $\text{Al}^{3+}$  yang mampu menyerap komponen-komponen warna (Ketaren, 1985).

Ketaren (1986) juga menyatakan bahwa zat warna dalam minyak akan diserap oleh permukaan adsorben. Adsorben tersebut juga akan menyerap suspensi koloid (gum atau resin) serta hasil degradasi minyak seperti peroksida.



sawit tersebut. Fungsi dari adsorben adalah untuk menyerap kotoran-kotoran yang tidak diinginkan seperti sedikit logam, kadar air, karoten, di samping produk degradasi minyak, fosfatida, dan kelebihan asam fosfat yang ada dalam minyak setelah proses *degumming*. Proses pemucatan minyak kelapa sawit biasanya dilakukan pada tekanan vakum pada suhu 95 – 110 °C selama 30 – 45 menit (Hui, 1996).

Minyak sawit merupakan salah satu minyak nabati yang sulit dipucatkan karena mengandung karoten dalam jumlah besar yang menyebabkan minyak berwarna kuning. Untuk mengimbangi kandungan karoten yang tinggi maka dalam proses pemucatan umumnya konsentrasi bahan pemucat dinaikkan. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan proses pemucatan antara lain jenis minyak, jenis adsorben, panas pemucatan dan lama pemucatan (Naibaho, 1983).

Ukuran partikel bahan pemucat sangat berpengaruh terhadap adsorpsi karoten, semakin halus ukuran partikel maka akan semakin tinggi daya pemucatannya. Ini disebabkan adanya hubungan antara ukuran partikel dengan luas permukaan aktif. Tanah pemucat semakin aktif apabila suhu pemucatan semakin tinggi. Panas yang diberikan selama proses pemucatan selain mengaktifkan bahan pemucat juga dapat merusak karoten.

Efisiensi pemucatan, yaitu kontak antara karoten dan bahan pemucat membutuhkan waktu yang relatif lebih lama. Waktu tersebut tergantung dari jumlah karoten yang akan dipucatkan dan konsentrasi bahan pemucat yang

digunakan. Untuk mengefektifkan proses pemucatan perlu dilakukan pengadukan agar persentuhan antara bahan pemucat dengan karoten semakin luas.

Air yang terkandung dalam bahan pemucat akan mengurangi daya adsorpsi bahan pemucat terhadap karoten. Bahan pemucat yang bebas air memiliki daya adsorpsi tertinggi. Air mengurangi afinitas tanah pemucat terhadap karoten karena karoten mempunyai sifat polaritas yang berbeda dengan air (Naibaho, 1983).

Penilaian terhadap warna minyak dilakukan dengan uji warna menggunakan *Lovibond Tintometer*. Warna yang dicatat ialah warna merah dan kuning. Penggunaan *Lovibond Tintometer* sering mengalami kesalahan karena pembacaan warna tergantung pada penglihatan dalam membedakan warna (Williams, 1966).

Warna minyak yang sudah di *degumming* dan dipucatkan (*pretreated palm oil*) adalah maksimum 20 untuk warna merah dan warna kuning pada skala *Lovibond Tintometer* dengan kadar asam lemak bebas (FFA) maksimum 5.0 persen (SNI, 1987).

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. BAHAN DAN ALAT

##### 1. Bahan

###### a. Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak kelapa sawit kasar (CPO) yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak goreng di PT. Sinar Meadow International Indonesia, Jakarta. Minyak kelapa sawit kasar merupakan hasil ekstraksi dari bagian mesokarp buah sawit. Minyak kelapa sawit kasar mengandung kotoran-kotoran yang tidak larut dalam minyak, berbentuk suspensi koloid dalam minyak, dan yang larut dalam minyak.

###### b. Bahan Kimia

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan asam fosfat 65 dan 85 persen,  $\text{CaCO}_3$ , bentonit, akuades, larutan NaOH 0.02 N, 0.1N dan 0.2 N, larutan NaOH 50 persen, larutan KOH 0.1 N, larutan KOH 50 persen, larutan KI jenuh, larutan KI 15 persen, larutan HCl 0.02 N, larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0.1 N, larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, larutan  $\text{HNO}_3$  pekat, alkohol 10 dan 95 persen, indikator *phenolphthalein*, asam asetat glasial, kloroform, sikloheksan, larutan Wijs, larutan amilum, larutan katalis dan petroleum eter.

## 2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, *magnetic stirrer*, penangas air, tangki pemucat, pompa vakum, *soxhlet*, *Lovibond Tintometer*, AAS (*Atomic Absorbtion Spectrofotometry*), spektrofotometer, termometer, labu erlenmeyer, gelas piala, gelas ukur, labu kjeldahl, labu takar, dan corong pemisah.

## B. METODE PENELITIAN

### 1. Penelitian Pendahuluan

Dalam penelitian pendahuluan dilakukan karakterisasi minyak kelapa sawit kasar (CPO), *degummed-bleached-oil* PT. Sinar Meadow International Indonesia, blanko (*bleached oil* tanpa proses *degumming*), *degummed-bleached oil* dengan penggunaan asam fosfat 65 persen sebanyak 0.07 persen (v/w) pada metode *wet degumming-bleaching* dan *dry degumming-bleaching*.

Hasil yang diperoleh pada penelitian pendahuluan digunakan untuk menentukan metode *degumming*, konsentrasi, dan jumlah asam fosfat pada penelitian utama. Di samping itu hasil karakterisasi dari CPO, *degummed-bleached oil* PT. SMII dan blanko digunakan sebagai pembanding untuk menilai sejauh mana keberhasilan perlakuan pada penelitian utama.



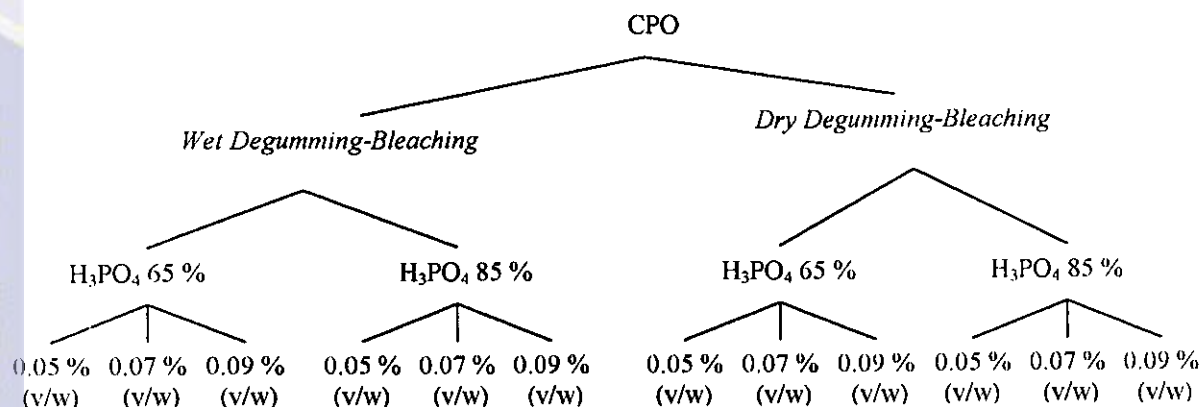
## 2. Penelitian Utama

### a. Perlakuan

Perlakuan dalam penelitian ini terdiri dari tiga faktor, yaitu :

1. Faktor jenis metode *degumming-bleaching* yang terdiri dari dua taraf, yaitu :
  - Metode *wet degumming-bleaching*
  - Metode *dry degumming-bleaching*
2. Faktor tingkat konsentrasi asam fosfat yang terdiri dari dua taraf, yaitu :
  - asam fosfat 65 persen
  - asam fosfat 85 persen
3. Faktor tingkat jumlah asam fosfat yang terdiri dari tiga taraf, yaitu :
  - asam fosfat 0.05 persen (v/w)
  - asam fosfat 0.07 persen (v/w)
  - asam fosfat 0.09 persen (v/w)

Jumlah satuan perlakuan dalam penelitian ini adalah  $2 \times 2 \times 3 \times 2$  satuan perlakuan seperti diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema perlakuan dalam penelitian utama

## b. Prosedur Penelitian

Untuk metode *wet degumming-bleaching*, sebanyak 200 gram CPO dipanaskan pada suhu 80 – 90 °C sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*, kemudian ditambahkan larutan asam fosfat dengan 65 dan 85 persen sebanyak 0.05, 0.07, dan 0.09 persen (v/w) dan dibiarkan selama 15 menit. Kemudian campuran minyak tersebut dimasukkan ke dalam corong pemisah, ditambahkan air hangat kemudian didiamkan kembali sampai gum dan air terpisah dari minyak. Gum yang terdapat pada bagian bawah corong pemisah dipisahkan dengan membuka klep pada bagian bawah dan dicek apakah air pencucian sudah netral atau belum (dengan menggunakan kertas lakmus). Jika air pencucian pada saat pemisahan gum belum netral, maka air ditambahkan lagi sampai air pencucian netral.

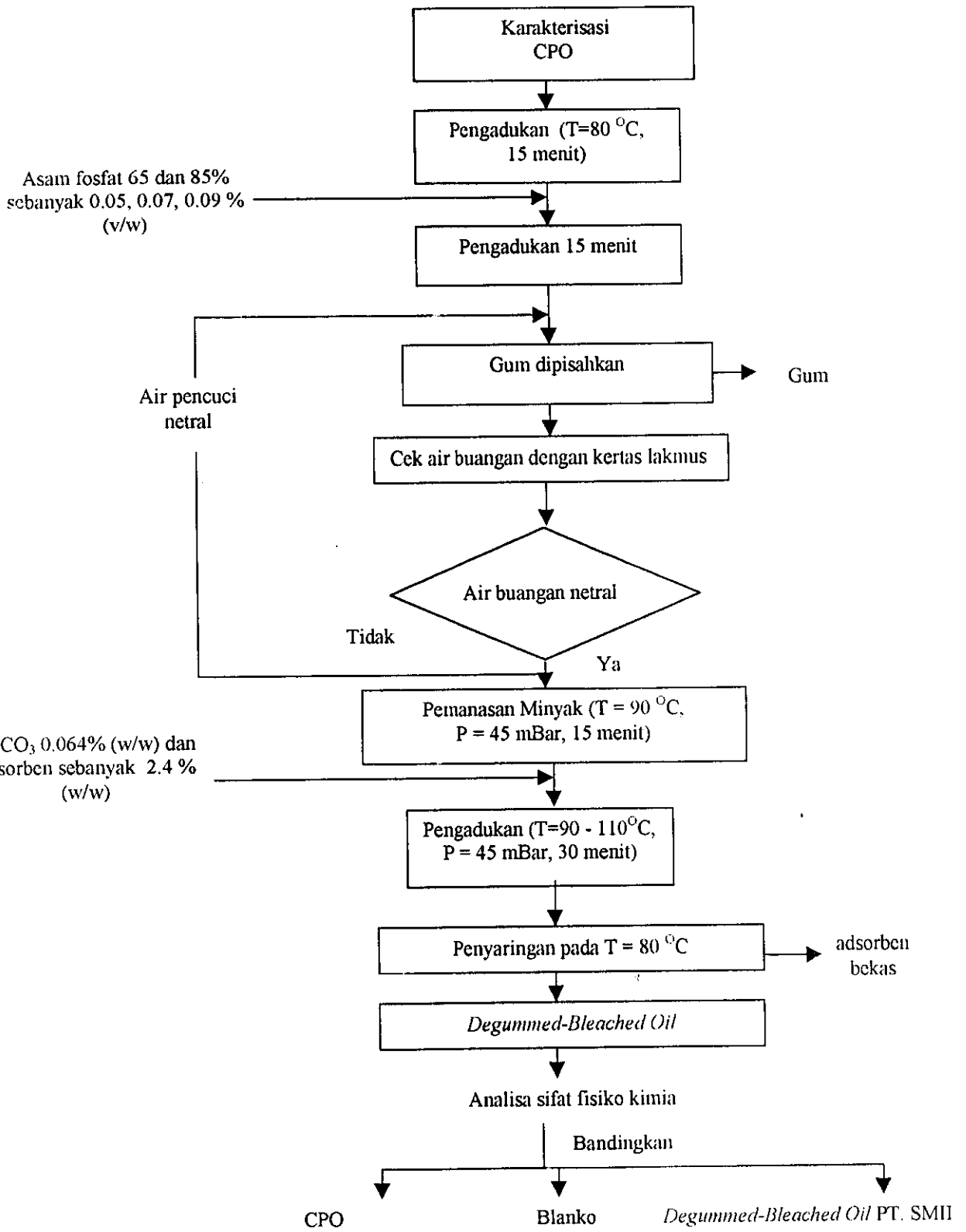
Minyak yang telah selesai di-*degumming* dimasukkan ke dalam tangki pemucat dan dipanaskan sambil diaduk pada suhu sekitar 90 °C

pada tekanan 45 mBar selama 15 menit. Kemudian ke dalam minyak ditambahkan  $\text{CaCO}_3$  sebanyak 0.064 persen (w/w) dan adsorben (bentonit) sebanyak 2.4 persen (w/w), dipanaskan sambil diaduk pada suhu selama 90 – 110 °C selama 30 menit. Setelah itu suhu diturunkan sampai 80 °C dan minyak disaring. Terhadap minyak yang diperoleh dilakukan karakterisasi mutu minyak.

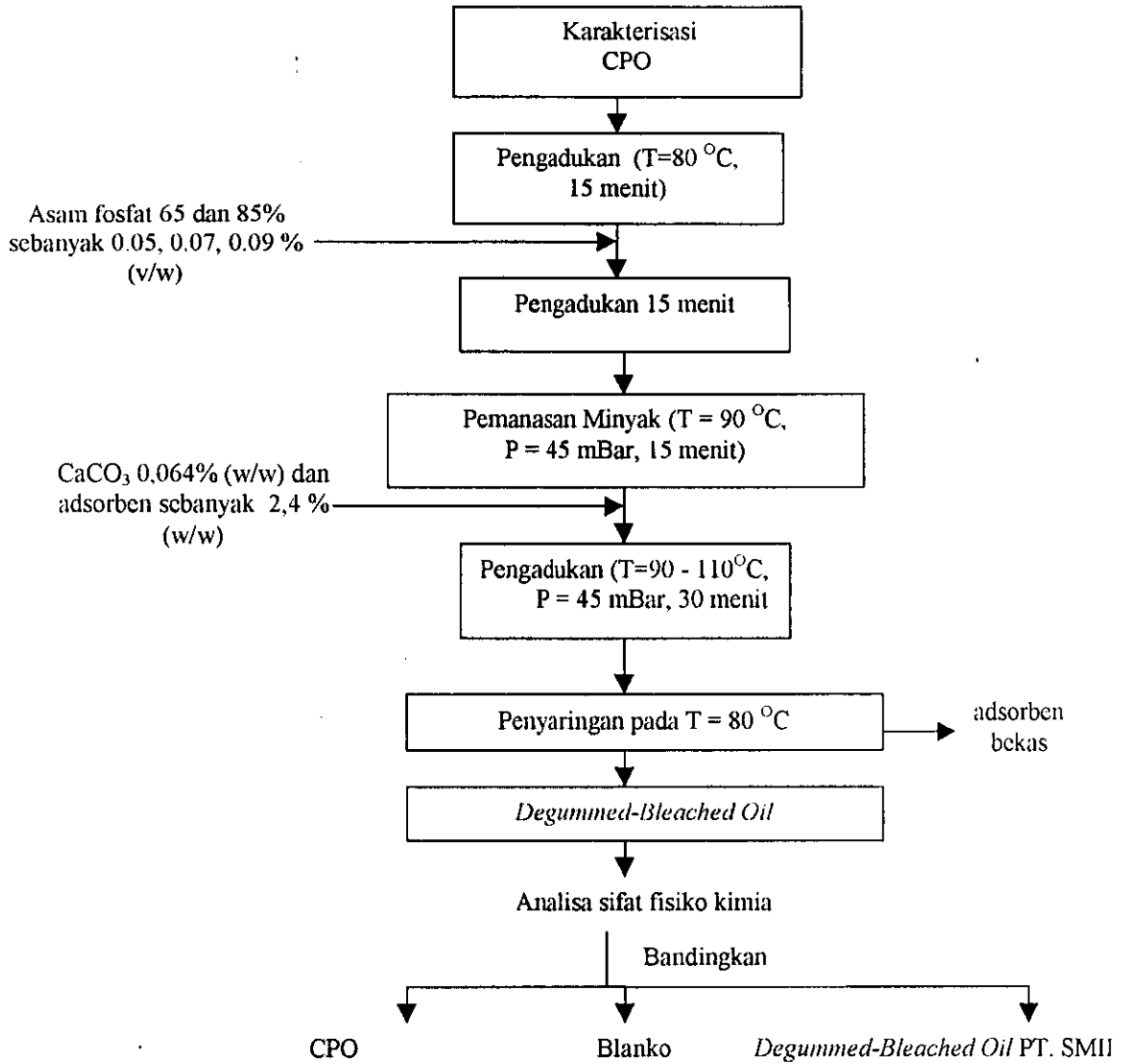
Metode *dry degumming-bleaching* hampir sama dengan metode *wet degumming-bleaching* hanya tanpa proses pencucian. Prosedur pada penelitian utama dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

### 3. Analisa Mutu Minyak

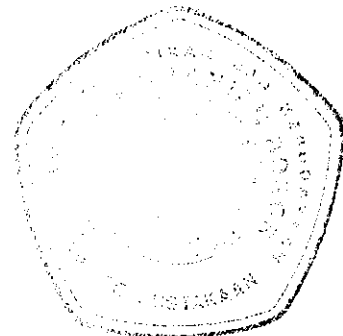
Untuk mengetahui mutu minyak yang dihasilkan pada penelitian ini dilakukan karakterisasi sifat fisiko kimia minyak yang meliputi rendemen, warna (SNI, 1992), kadar asam lemak bebas (AOAC, 1995) bilangan peroksida (AOAC, 1995), bilangan iod (AOAC, 1995), kadar fraksi tak tersabunkan (AOAC, 1995), kadar N (AOAC, 1995), kadar P (AOAC, 1995), kandungan logam (Cu, Fe, Mg) (AOAC, 1995). Prosedur analisa mutu minyak dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 6. Diagram alir metode *wet degumming-bleaching* dengan menggunakan asam fosfat



Gambar 7. Diagram alir metode *dry degumming-bleaching* dengan menggunakan asam fosfat



### C. MODEL RANCANGAN PERCOBAAN

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial Tersarang  $2 \times 2 \times 3$  dengan dua kali ulangan. Faktor-faktor perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

A. Jenis metode *degumming-bleaching* dengan dua taraf, yaitu :

$A_1$  = Metode *wet degumming-bleaching*

$A_2$  = Metode *dry degumming-bleaching*

B. Tingkat konsentrasi asam fosfat dengan dua taraf, yaitu :

$B_1$  = Asam fosfat 65 persen

$B_2$  = Asam fosfat 85 persen

C. Tingkat jumlah asam fosfat dengan tiga taraf, yaitu :

$C_1$  = Jumlah asam fosfat 0.05 persen (v/w)

$C_2$  = Jumlah asam fosfat 0.07 persen (v/w)

$C_3$  = Jumlah asam fosfat 0.09 persen (v/w)

Model matematika dari rancangan percobaan ini adalah :

$$Y_{ik(j)l} = \mu + \alpha\gamma_i + \beta_j + \gamma_{k(j)} + \alpha\beta_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik(j)} + \varepsilon_{ik(j)l}$$

Dimana :

$Y_{ik(j)l}$  = Respon pengaruh metode ke-i dengan jumlah asam fosfat ke-k dalam konsentrasi ke-j ulangan ke-l

$\mu$  = pengaruh rata-rata umum

$\alpha_i$  = pengaruh metode ke-i

$\beta_j$  = pengaruh konsentrasi asam fosfat ke-j

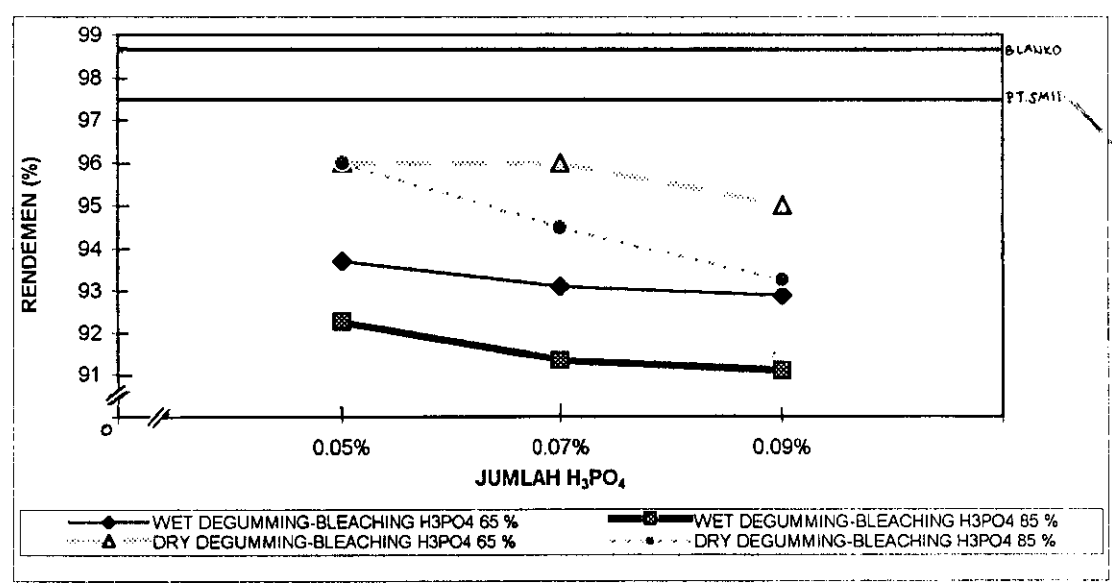


- $\gamma_{k(j)}$  = pengaruh jumlah asam fosfat ke-k dalam konsentrasi asam fosfat ke-j  
 $\alpha\beta_{ij}$  = pengaruh interaksi metode ke-i dengan konsentrasi asam fosfat ke-j  
 $(\alpha\gamma)_{ik(j)}$  = pengaruh interaksi metode ke-i dengan jumlah asam fosfat ke-k dalam konsentrasi asam fosfat ke-j  
 $\epsilon_{ik(j)}$  = pengaruh galat percobaan (Sudjana, 1994).

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. RENDEMEN

Rendemen merupakan perbandingan bobot minyak setelah mengalami perlakuan terhadap berat minyak semula. Deskriptif rata-rata hasil pengamatan rendemen pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 8. Tampak bahwa penggunaan metode *dry degumming-bleaching* ( $A_2$ ) dan asam fosfat 65 persen ( $B_1$ ) menghasilkan rendemen yang lebih tinggi untuk ketiga taraf jumlah asam fosfat yang digunakan. Dari gambar terlihat juga adanya kecenderungan nilai rendemen yang menurun dengan semakin banyak jumlah asam fosfat yang digunakan. Rendemen dari blanko yaitu 98,75 persen lebih tinggi dibandingkan dengan rendemen dari semua perlakuan dan *degummed-bleached oil* PT. SMII.



Gambar 8. Grafik rata-rata nilai rendemen



Konsentrasi asam fosfat pada metode  $A_1$  dan  $A_2$  berpengaruh nyata terhadap nilai rendemen yang dihasilkan. Penggunaan asam fosfat 65 persen ( $B_1$ ) pada metode  $A_1$  dan  $A_2$  menghasilkan nilai rendemen yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan asam fosfat 85 persen. Penggunaan metode  $A_2$  menghasilkan nilai rendemen yang paling tinggi.

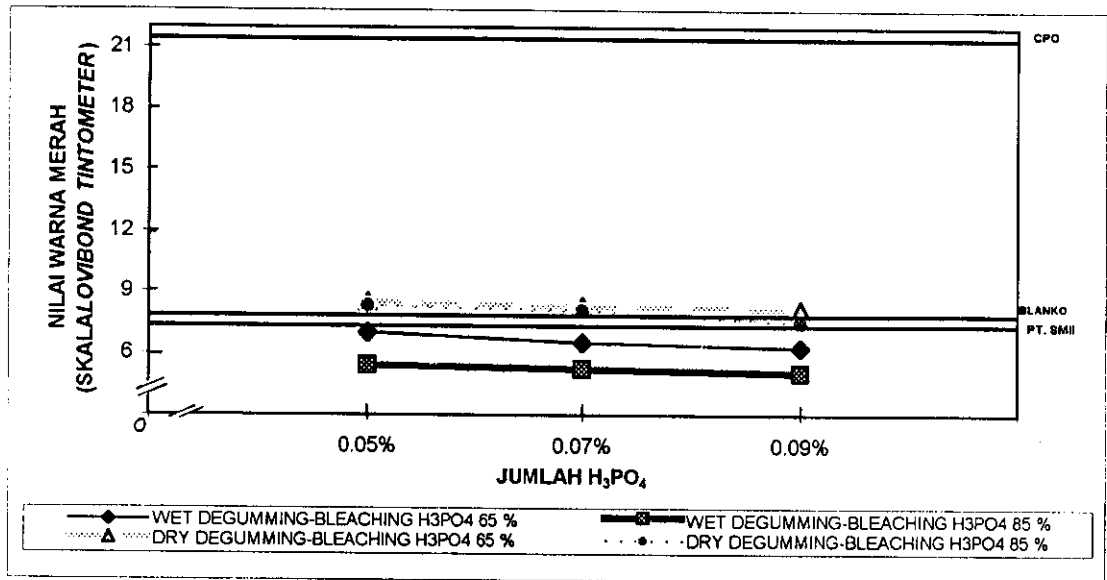
Jumlah asam fosfat pada metode  $A_1$  dan  $A_2$  berpengaruh nyata terhadap nilai rendemen yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat 0.05 persen (v/w) dalam asam fosfat 65 persen menghasilkan nilai rendemen paling rendah untuk kedua jenis metode yang digunakan.

Hasil uji Dunnett dengan taraf uji 5 persen pada Lampiran 4 menunjukkan nilai rendemen blanko paling tinggi dan berbeda nyata dengan semua perlakuan dan *degummed-bleached oil* PT. SMII. Perlakuan  $A_2C_1(B_1)$ ,  $A_2C_2(B_1)$ ,  $A_2C_1(B_2)$  menghasilkan nilai rendemen yang paling tinggi diantara semua perlakuan yang diuji yaitu sebanyak 96 persen.

## B. WARNA

Rata-rata data hasil pengamatan warna merah pada setiap perlakuan disajikan pada Gambar 9. Tampak pada gambar bahwa nilai warna merah yang dihasilkan pada metode *wet degumming-bleaching* ( $A_1$ ) dengan penggunaan asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) paling rendah untuk ketiga taraf jumlah asam fosfat yang digunakan. Semakin tinggi jumlah asam fosfat yang digunakan cenderung terjadi penurunan nilai warna merah yang diamati untuk kedua metode dan taraf konsentrasi asam fosfat yang digunakan. Nilai warna merah CPO jauh lebih

tinggi dibandingkan nilai warna merah yang dihasilkan dari semua perlakuan dan blanko serta *degummed-bleached oil* PT. SMII.



Gambar 9. Grafik rata-rata warna merah

Hasil analisis ragam untuk warna merah pada Lampiran 2 menunjukkan faktor metode, konsentrasi asam fosfat, jumlah asam fosfat, dan interaksi antara metode dengan konsentrasi asam fosfat berpengaruh nyata terhadap nilai warna merah yang dihasilkan. Hal ini dapat diartikan bahwa faktor-faktor tersebut berperan penting dalam perubahan nilai warna merah yang diamati. Interaksi antara jenis metode dengan jumlah asam fosfat tidak menunjukkan pengaruh nyata. Hal ini dapat diartikan tidak ada hubungan antara jenis metode dengan jumlah asam fosfat yang digunakan untuk nilai warna merah yang dihasilkan.

Hasil uji lanjut untuk faktor metode dan konsentrasi asam fosfat menggunakan DMRT dengan taraf uji 5 persen pada Lampiran 3 menunjukkan

bahwa warna merah yang dihasilkan pada metode  $A_1$  (*wet degumming-bleaching*) dan penggunaan asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) lebih rendah dan berbeda nyata dengan metode  $A_2$  (*dry degumming-bleaching*) dan asam fosfat 65 persen ( $B_1$ ). Dengan adanya proses pencucian maka gum yang sebagian terdiri dari fosfatida akan ikut terbuang. Fosfatida dalam minyak mempengaruhi warna minyak, karena disamping mengurangi efektifitas adsorben dalam menyerap warna, jika terkena panas fosfatida akan berwarna lebih gelap (Djarmiko dan Widjaja, 1984).

Jumlah asam fosfat dalam asam fosfat 65 dan 85 persen berpengaruh nyata terhadap nilai warna merah yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat 0.09 persen (v/w) menghasilkan nilai warna merah terendah untuk kedua konsentrasi asam fosfat yang digunakan. Penggunaan asam fosfat 85 persen menghasilkan rata-rata nilai warna merah paling rendah.

Konsentrasi asam fosfat pada metode *wet degumming-bleaching* ( $A_1$ ) dan *dry degumming-bleaching* ( $A_2$ ) berpengaruh nyata terhadap nilai warna merah yang dihasilkan. Penggunaan asam fosfat 85 persen ( $B_1$ ) pada metode  $A_1$  dan  $A_2$  menghasilkan nilai warna merah yang lebih rendah. Penggunaan asam fosfat 85 persen pada metode  $A_1$  menghasilkan rata-rata nilai warna merah yang paling rendah. Konsentrasi asam fosfat yang lebih tinggi akan meningkatkan hidrasi dari fosfatida sehingga lebih mudah untuk dipisahkan (Segers dan Sande, 1990).

Pemisahan gum sebelum proses pemucatan minyak akan meningkatkan keefektifan dari adsorben dalam menyerap warna minyak. Jika gum masih



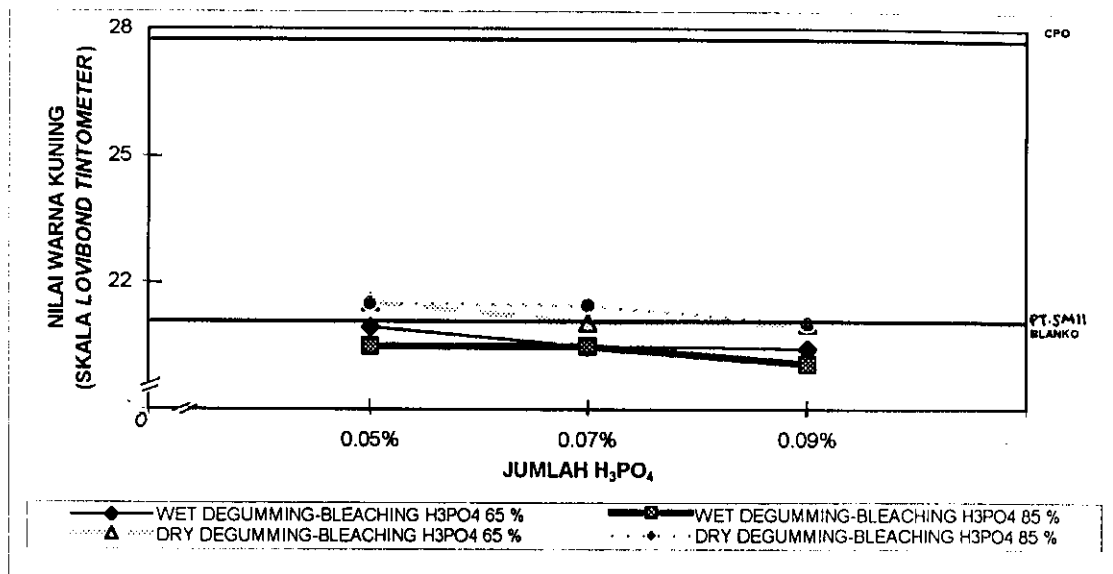
terdapat dalam minyak pada proses pemucatan, maka gum-gum tersebut akan terlebih dahulu diserap oleh adsorben sehingga akan mengurangi keefektifan adsorben dalam menyerap warna (Ketaren, 1986).

Nilai warna merah terendah dari semua perlakuan diperoleh pada metode *wet degumming-bleaching* dengan penggunaan asam fosfat 85 persen sebanyak 0.09 persen (v/w) ( $A_1C_3(B_2)$ ).

Hasil uji *Dunnnett* dengan taraf uji 5 persen pada Lampiran 4 menunjukkan nilai warna merah pada perlakuan  $A_1C_3(B_2)$  paling rendah yaitu 5.05 dan berbeda nyata dengan nilai warna merah CPO, *degummed-bleached oil* PT. SMII, dan blanko.

Deskriptif rata-rata hasil pengamatan warna kuning pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 10. Penggunaan metode *wet degumming-bleaching* ( $A_1$ ) dan asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) menghasilkan nilai warna kuning yang lebih rendah dibandingkan metode *dry degumming-bleaching* ( $A_2$ ) dengan konsentrasi asam fosfat yang sama untuk semua taraf jumlah asam fosfat yang digunakan. Tampak dari gambar dengan semakin banyak jumlah asam fosfat yang digunakan cenderung akan menurunkan nilai warna kuning yang dihasilkan pada kedua metode dan taraf konsentrasi asam fosfat yang digunakan.





Gambar 10. Grafik rata-rata warna kuning

Hasil analisis ragam pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa faktor konsentrasi asam fosfat dan jumlah asam fosfat berpengaruh nyata terhadap nilai warna kuning yang dihasilkan. Hasil uji lanjut menggunakan DMRT dengan taraf uji 5 persen pada Lampiran 3 menunjukkan bahwa penggunaan asam fosfat 85 persen (B<sub>2</sub>) menghasilkan nilai warna kuning yang lebih rendah dan berbeda nyata dengan asam fosfat 65 persen (B<sub>1</sub>). Konsentrasi asam yang lebih tinggi akan menyebabkan tingkat hidrasi dari fosfatida semakin tinggi. Semakin banyak fosfatida yang dipisahkan akan meningkatkan keefektifan adsorben dalam menyerap warna.

Jumlah asam fosfat dalam asam fosfat 65 persen berpengaruh nyata terhadap nilai warna kuning yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat



dengan konsentrasi asam fosfat berpengaruh nyata terhadap kadar FFA yang dihasilkan.

Hasil uji lanjut menggunakan DMRT pada taraf uji 5 persen menunjukkan bahwa FFA pada metode  $A_1$  dan konsentrasi asam fosfat  $B_2$  lebih rendah dan berbeda nyata dengan metode  $A_2$  dan konsentrasi asam fosfat  $B_1$ . Hal ini disebabkan karena pada metode  $A_1$  gum-gum telah terbuang pada proses pencucian sehingga adsorben lebih efektif dalam proses pemucatan minyak. Salah satu fungsi dari adsorben adalah untuk menyerap produk degradasi minyak seperti asam lemak bebas. Di samping itu sebagian asam lemak dalam minyak ikut tercuci pada proses pencucian, sedangkan pada metode  $A_2$  sebagian gum masih tertinggal dan ikut pada proses pemucatan minyak. Adanya gum dalam minyak akan mengurangi keefektifan adsorben disamping dapat mempercepat terjadinya peristiwa hidrolisis dan oksidasi pada minyak yang menyebabkan semakin tingginya kadar asam lemak bebas dalam minyak tersebut.

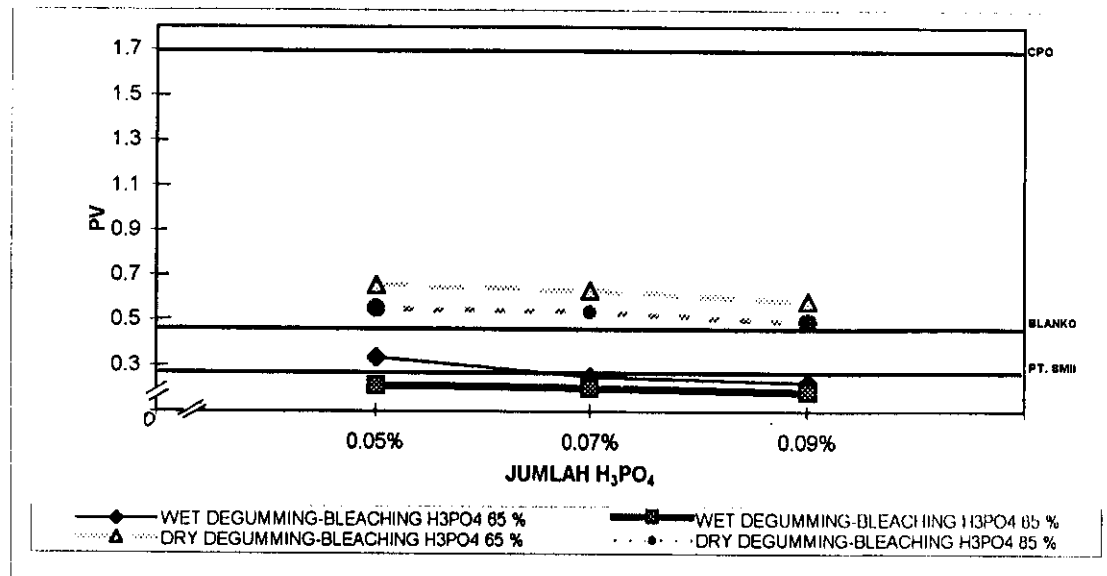
Konsentrasi asam yang lebih rendah menunjukkan semakin banyak air yang terdapat dalam asam tersebut dibandingkan dengan konsentrasi asam yang lebih tinggi. Air yang terdapat dalam asam ini akan menyebabkan terjadinya proses hidrolisis dalam minyak yang menyebabkan semakin tingginya nilai FFA.



Jika dibandingkan dengan kadar FFA dari CPO, blanko dan *degummed-bleached oil* PT. SMII, perlakuan  $A_1C_3(B_2)$  menghasilkan rata-rata kadar FFA yang paling rendah yaitu 2.768 persen dan menunjukkan beda nyata dengan ketiga kontrol tersebut.

#### D. BILANGAN PEROKSIDA (PV)

Deskriptif rata-rata hasil pengamatan nilai bilangan peroksida (PV) dapat dilihat pada Gambar 14. Tampak bahwa metode *wet degumming-bleaching* ( $A_1$ ) dan asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) menghasilkan nilai bilangan peroksida yang lebih rendah dibandingkan metode metode *dry degumming-bleaching* ( $A_2$ ) dan asam fosfat 65 persen ( $B_1$ ) untuk semua taraf jumlah asam fosfat yang digunakan. Dari gambar tampak juga adanya kecenderungan penurunan PV dengan semakin tingginya jumlah asam fosfat yang digunakan untuk kedua metode dan taraf konsentrasi asam fosfat yang digunakan.



Gambar 14. Grafik rata-rata bilangan peroksida (PV)

Hasil analisis ragam pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa faktor metode, konsentrasi asam fosfat, dan jumlah asam fosfat berpengaruh nyata terhadap PV yang dihasilkan. Hasil uji lanjut menggunakan DMRT pada taraf uji 5 persen menunjukkan bahwa metode *wet degumming-bleaching* ( $A_1$ ) dan asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) menghasilkan PV yang lebih rendah dan berbeda nyata dengan metode *dry degumming-bleaching* ( $A_2$ ) dan asam fosfat 65 persen ( $B_1$ ). Pada metode  $A_1$ , sebagian logam akan ikut tercuci sehingga kadar logam dalam minyak lebih sedikit. Logam yang terdapat dalam minyak merupakan katalis proses oksidasi dalam minyak. Proses oksidasi minyak akan membentuk peroksida. Perhitungan terhadap jumlah peroksida dapat menentukan tingkat oksidasi minyak dan hasil penentuan dinyatakan sebagai bilangan peroksida (PV) (Hamilton dan Rossel, 1987).

Penggunaan konsentrasi asam fosfat yang lebih tinggi akan meningkatkan hidrasi dari fosfatida sehingga lebih mudah dipisahkan. Hal ini akan mempengaruhi keefektifan adsorben pada proses pemucatan minyak. Pembentukan peroksida sebagai hasil dari proses oksidasi minyak dan lemak akan berkurang selama proses pemucatan (Ketaren, 1986).

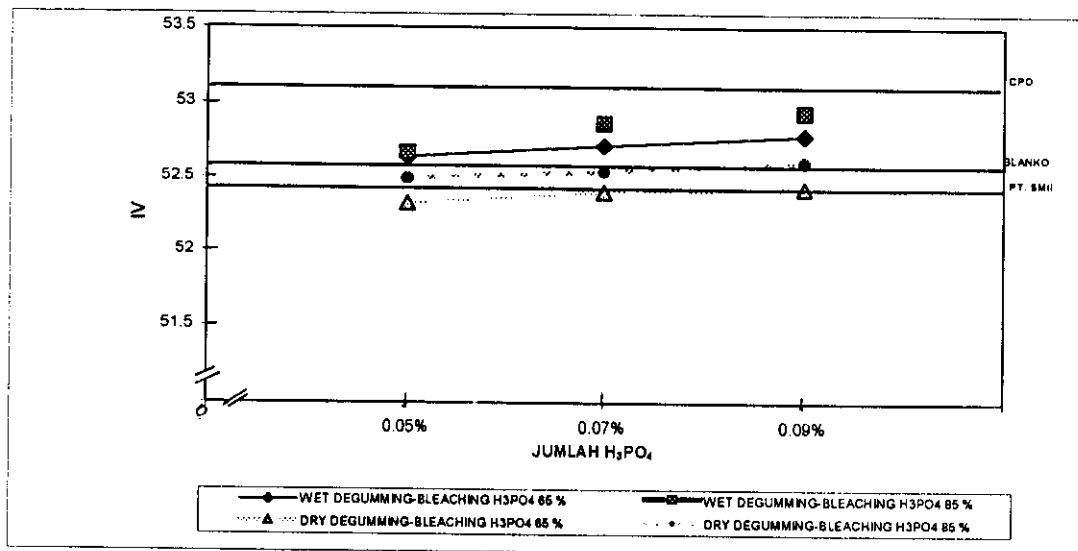
Jumlah asam fosfat dalam asam fosfat 65 persen berpengaruh nyata terhadap PV yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat 0,09 persen (v/w) menghasilkan PV yang lebih rendah.

Jika dibandingkan dengan PV CPO, blanko dan *degummed-bleached oil* PT. SMII, perlakuan  $A_1C_3B_2$  menghasilkan bilangan peroksida paling rendah yaitu 0.187 dan berbeda nyata terhadap ketiga kontrol tersebut.

#### E. BILANGAN IOD (IV)

Deskriptif rata-rata hasil pengamatan terhadap nilai bilangan iod (IV) dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 15. Tampak bahwa metode *wet degumming-bleaching* ( $A_1$ ) dan asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) menghasilkan IV yang paling tinggi untuk ketiga taraf jumlah asam fosfat yang digunakan.





Gambar 15. Grafik rata-rata bilangan iod (IV)

Hasil analisis ragam pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa faktor metode, konsentrasi asam fosfat, dan jumlah asam fosfat berpengaruh nyata terhadap IV yang dihasilkan. Hal ini dapat diartikan bahwa faktor-faktor tersebut berperan penting dalam perubahan bilangan iod yang diamati.

Hasil uji lanjut menggunakan DMRT dengan taraf uji 5 persen pada Lampiran 3 untuk faktor metode dan konsentrasi asam fosfat menunjukkan bahwa metode *wet degumming-bleaching* (A<sub>1</sub>) dan asam fosfat 85 persen (B<sub>2</sub>) menghasilkan IV yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan metode *dry degumming-bleaching* (A<sub>2</sub>) dan asam fosfat 65 persen (B<sub>1</sub>).

Jumlah asam fosfat dalam asam fosfat 65 dan 85 persen berpengaruh nyata terhadap IV yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat 0.09 persen (v/w) menghasilkan IV yang lebih tinggi untuk kedua konsentrasi asam fosfat yang

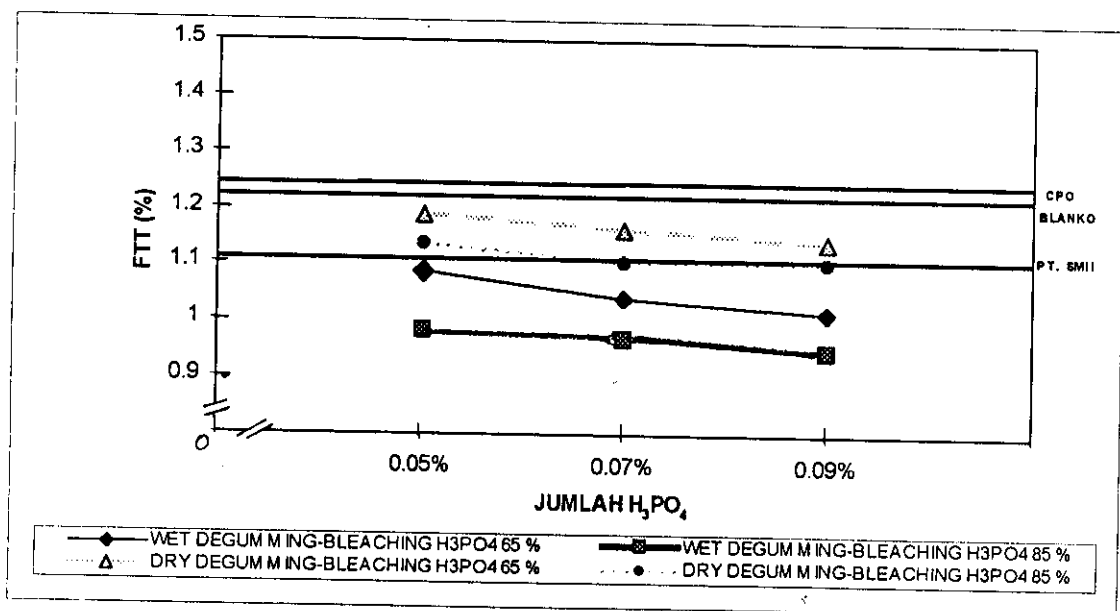
digunakan. Nilai bilangan iod yang paling tinggi diperoleh pada penggunaan asam fosfat 0.09 persen (v/w) dalam konsentrasi asam fosfat 85 persen.

Hasil analisis ragam pengamatan IV antar perlakuan dengan CPO, *degummed-bleached oil* PT. SMII dan blanko disajikan pada Lampiran 4. Hasil uji Dunnett pada taraf uji 5 persen menunjukkan IV dari CPO paling tinggi dan berbeda nyata dengan IV dari semua perlakuan, *degummed-bleached oil* PT. SMII, dan blanko. Perlakuan yang menghasilkan IV paling tinggi diantara semua perlakuan yang diuji adalah  $A_1C_3(B_2)$  dengan nilai 52.94.

Fosfatida yang masih tertinggal dalam minyak akan mengurangi efektifitas dari adsorben dalam proses pemucatan minyak seperti mengadsorb sedikit logam, air, kelebihan asam fosfat atau produk degradasi minyak (Hui, 1996). Komponen-komponen yang tidak terserap ini akan menjadi autokatalis pada proses oksidasi maupun hidrolisis. Proses oksidasi dan hidrolisis ini menyerang ikatan rangkap dari minyak sehingga menyebabkan jumlah ikatan rangkap dalam minyak semakin berkurang. Semakin kecil jumlah ikatan rangkap dalam minyak menyebabkan semakin rendahnya bilangan iod dari minyak tersebut (Ketaren, 1986). Turunnya bilangan iod dapat dijadikan pertanda bahwa sebagian lemak telah mengalami kerusakan. Penyebab kerusakan pada struktur dan komposisi minyak dan lemak terutama disebabkan oleh proses hidrolisa (*Hydrolitic Rancidity*) dan proses oksidasi (*Oxidative Rancidity*) (Jacobs, 1958).

## F. FRAKSI TIDAK TERSABUNKAN (FTT)

Deskriptif rata-rata hasil pengamatan nilai kadar fraksi tidak tersabunkan (FTT) dapat dilihat pada Gambar 16. Tampak pada gambar bahwa metode *wet degumming-bleaching* (A<sub>1</sub>) dan asam fosfat 85 persen (B<sub>2</sub>) menghasilkan kadar FTT paling rendah untuk ketiga taraf jumlah asam fosfat yang digunakan. Semakin banyak jumlah asam fosfat yang digunakan cenderung menurunkan kadar FTT untuk kedua metode dan taraf konsentrasi asam fosfat yang digunakan.



Gambar 16. Grafik rata-rata kadar fraksi tidak tersabunkan (FTT)

Hasil analisis ragam pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa faktor metode, konsentrasi asam fosfat, jumlah asam fosfat, dan interaksi antara metode dengan konsentrasi asam berpengaruh nyata terhadap kadar FTT yang dihasilkan.

Hasil uji lanjut menggunakan DMRT dengan taraf uji 5 persen pada Lampiran 3 menunjukkan bahwa metode *wet degumming-bleaching* ( $A_1$ ) dan asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) menghasilkan kadar FTT yang lebih rendah dan berbeda nyata dengan metode *dry degumming-bleaching* ( $A_2$ ) dan asam fosfat 65 persen ( $B_1$ ).

Pada metode  $A_1$  dan penggunaan konsentrasi asam fosfat yang lebih tinggi akan meningkatkan hidrasi dari fosfatida sehingga lebih mudah dipisahkan dan tidak menutupi pori-pori adsorben sehingga adsorben lebih efektif mengadsorb warna minyak. Salah satu komponen fraksi tidak tersabunkan dalam minyak adalah zat warna (Ketaren, 1986).

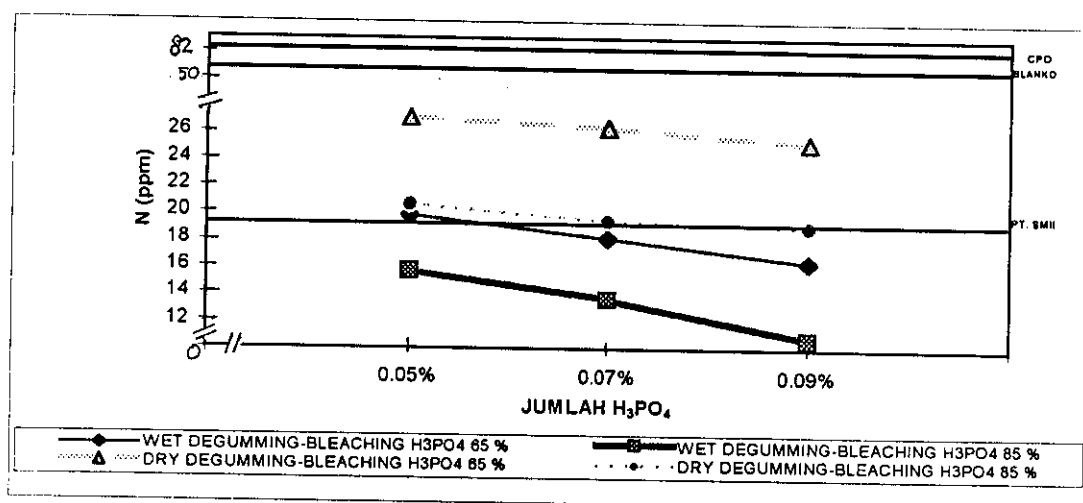
Jumlah asam fosfat dalam asam fosfat 65 dan 85 persen berpengaruh nyata terhadap kadar FTT yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat 0.09 persen (v/w) menghasilkan kadar FTT yang lebih rendah untuk kedua konsentrasi asam fosfat yang digunakan. Penggunaan asam fosfat 85 persen menghasilkan kadar FTT yang paling rendah.

Konsentrasi asam fosfat pada metode  $A_1$  berpengaruh nyata terhadap kadar FTT yang dihasilkan. Konsentrasi asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) menghasilkan kadar fraksi tak tersabunkan yang lebih rendah.

Hasil uji *Dunnett* dengan taraf uji 5 persen pada Lampiran 4 menunjukkan kadar FTT perlakuan  $A_1C_3(B_2)$  lebih rendah yaitu 0.946 persen dan berbeda nyata dibandingkan dengan kadar FTT pada kontrol CPO, blanko dan *degummed-bleached oil* PT. SMII.

## G. KADAR TOTAL NITROGEN (N)

Deskriptif rata-rata hasil pengamatan nilai kadar total nitrogen (N) pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 17. Tampak bahwa metode *wet degumming-bleaching* ( $A_1$ ) dan asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) menghasilkan kadar total nitrogen (N) paling rendah untuk ketiga taraf jumlah asam fosfat yang digunakan. Terlihat juga adanya kecenderungan kadar N yang menurun dengan semakin banyak jumlah asam fosfat yang digunakan untuk kedua metode dan taraf konsentrasi asam fosfat yang digunakan.



Gambar 17. Grafik rata-rata kadar total Nitrogen (N)

Hasil analisis ragam pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa semua pengaruh perlakuan (faktor tunggal dan interaksinya) memberikan pengaruh nyata terhadap kadar N yang dihasilkan. Hasil uji lanjut menggunakan DMRT dengan taraf uji 5 persen pada Lampiran 3 untuk faktor metode dan konsentrasi asam fosfat menunjukkan bahwa metode *wet degumming-bleaching* ( $A_1$ ) dan

asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) menghasilkan kadar N yang lebih rendah dan berbeda nyata dengan metode *dry degumming-bleaching* ( $A_2$ ) dan asam fosfat 65 persen ( $B_1$ ).

Jumlah asam fosfat dalam asam fosfat 65 dan 85 persen berpengaruh nyata terhadap kadar N yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat 0.09 persen (v/w) menghasilkan kadar N lebih rendah untuk kedua konsentrasi asam fosfat yang digunakan. Penggunaan asam fosfat 85 persen menghasilkan kadar N terendah.

Konsentrasi asam fosfat pada metode  $A_1$  dan  $A_2$  berpengaruh nyata terhadap kadar N yang dihasilkan. Penggunaan asam fosfat 85 persen ( $B_1$ ) pada kedua metode menghasilkan kadar N yang lebih rendah untuk kedua jenis metode yang digunakan.

Jumlah asam fosfat pada metode  $A_1$  dan  $A_2$  berpengaruh nyata terhadap kadar N yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat 0.09 persen (v/w) dalam asam fosfat 85 persen menghasilkan kadar N yang lebih rendah untuk kedua jenis metode yang dilakukan. Perlakuan  $A_1C_3(B_2)$  menghasilkan kadar N terendah yaitu 10.684 ppm.

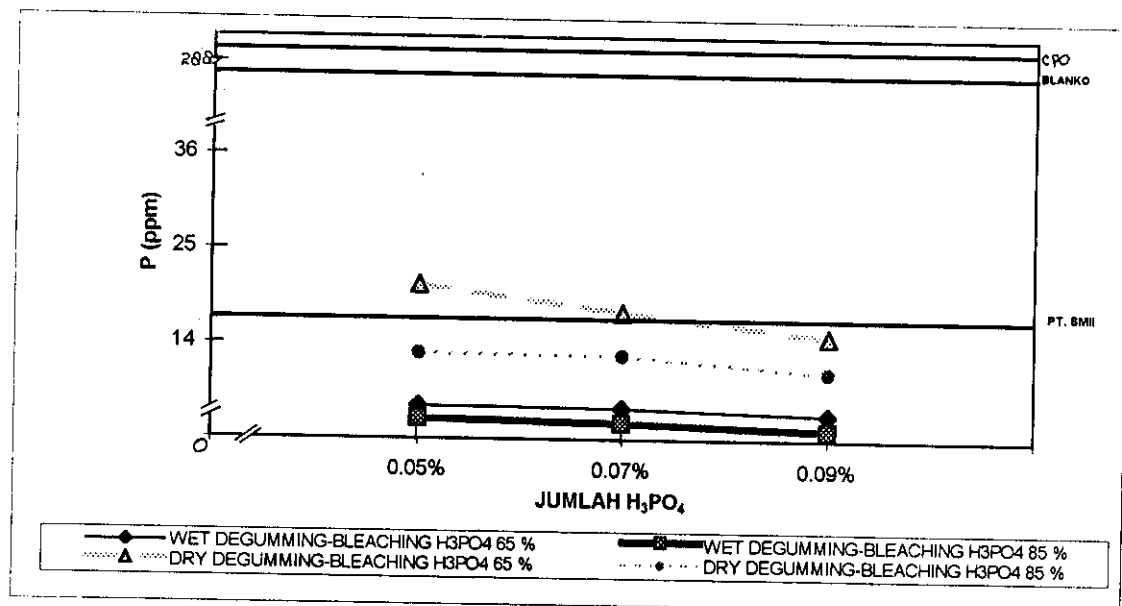
Jika dibandingkan dengan kadar N pada CPO, blanko dan *degummed-bleached oil* PT. SMII maka perlakuan  $A_1C_3(B_2)$  menghasilkan kadar N terendah dan berbeda nyata terhadap ketiga kontrol tersebut.

Pada metode  $A_1$  fosfatida yang terdiri dari unsur nitrogen (N) terbuang lebih banyak dibanding metode  $A_2$  karena pada metode  $A_1$  sebagian besar fosfatida dibuang bersama proses pencucian sehingga kadar N pada metode  $A_1$  lebih sedikit.



## H. KADAR FOSFOR (P)

Deskriptif rata-rata hasil pengamatan nilai kadar fosfor (P) dapat dilihat pada Gambar 18. Tampak bahwa metode *wet degumming-bleaching* ( $A_1$ ) dan asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) menghasilkan kadar P yang lebih rendah dibandingkan metode *dry degumming-bleaching* ( $A_2$ ) dan asam fosfat 65 persen ( $B_1$ ). Nilai kadar P dari CPO yaitu 287.40 ppm jauh lebih tinggi dibandingkan nilai kadar P dari semua perlakuan.



Gambar 18. Grafik rata-rata kadar fosfor (P)

Hasil analisis ragam pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa semua pengaruh perlakuan (faktor tunggal dan interaksinya) berpengaruh nyata terhadap kadar P yang dihasilkan. Hal ini dapat diartikan bahwa faktor-faktor tersebut berperan penting dalam perubahan nilai kadar fosfor yang diamati.



Hasil uji lanjut menggunakan DMRT dengan taraf uji 5 persen pada Lampiran 3 untuk faktor metode dan konsentrasi asam fosfat menunjukkan bahwa metode *wet degumming-bleaching* ( $A_1$ ) dan asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) menghasilkan kadar P yang lebih rendah dan berbeda nyata dengan metode *dry degumming-bleaching* ( $A_2$ ) dan asam fosfat 65 persen ( $B_1$ ).

Jumlah asam fosfat dalam asam fosfat 65 dan 85 persen berpengaruh nyata terhadap kadar P yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat 0.09 persen (v/w) menghasilkan kadar fosfor terendah untuk kedua konsentrasi asam fosfat yang digunakan. Konsentrasi asam fosfat pada metode  $A_1$  dan  $A_2$  berpengaruh nyata terhadap kadar P yang dihasilkan. Asam fosfat 85 persen ( $B_2$ ) pada metode  $A_1$  dan  $A_2$  menghasilkan kadar P yang lebih rendah. Metode  $A_1$  menghasilkan kadar P paling rendah.

Jumlah asam fosfat pada metode  $A_1$  dan  $A_2$  berpengaruh nyata terhadap kadar P yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat 0.09 persen (v/w) dalam asam fosfat 85 persen menghasilkan kadar P yang lebih rendah untuk kedua jenis metode yang dilakukan. Kadar fosfor terendah diperoleh pada perlakuan  $A_1C_3(B_2)$  dengan nilai 4.106 ppm.

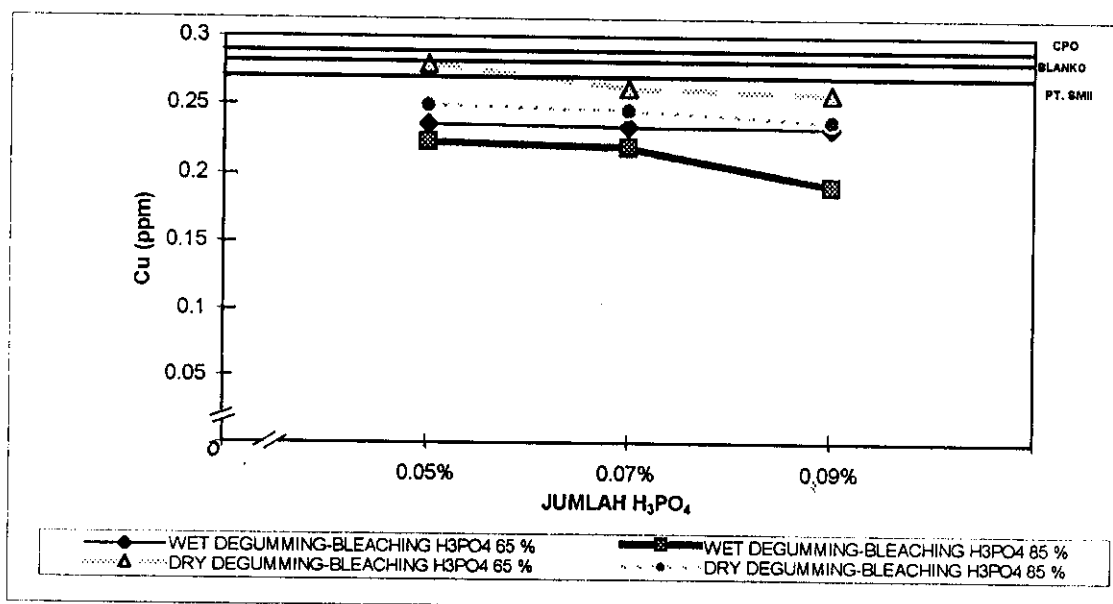
Jika dibandingkan dengan kadar P pada CPO, blanko dan *degummed-bleached oil* PT. SMII, perlakuan  $A_1C_3(B_2)$  menghasilkan kadar fosfor terendah dan berbeda nyata terhadap kadar P dari ketiga kontrol tersebut.

Minyak hasil metode  $A_1$  menghasilkan kadar fosfatida (yang dapat diukur dengan kadar P) lebih rendah dari metode  $A_2$  karena gum yang sebagian terdiri dari fosfatida terlebih dulu dibuang sebelum proses pemucatan minyak

dilakukan. Tingginya konsentrasi asam akan meningkatkan hidrasi dari fosfatida sehingga lebih mudah dipisahkan dari minyak.

### I. KADAR LOGAM

Deskriptif rata-rata hasil pengamatan nilai kadar logam ditunjukkan pada Gambar 19. Tampak pada gambar tersebut bahwa metode *wet degumming-bleaching* (A<sub>1</sub>) dan asam fosfat 85 persen (B<sub>2</sub>) menghasilkan kadar Cu yang lebih rendah dibandingkan metode *dry degumming-bleaching* ((A<sub>2</sub>) dan asam fosfat 65 persen (B<sub>2</sub>).

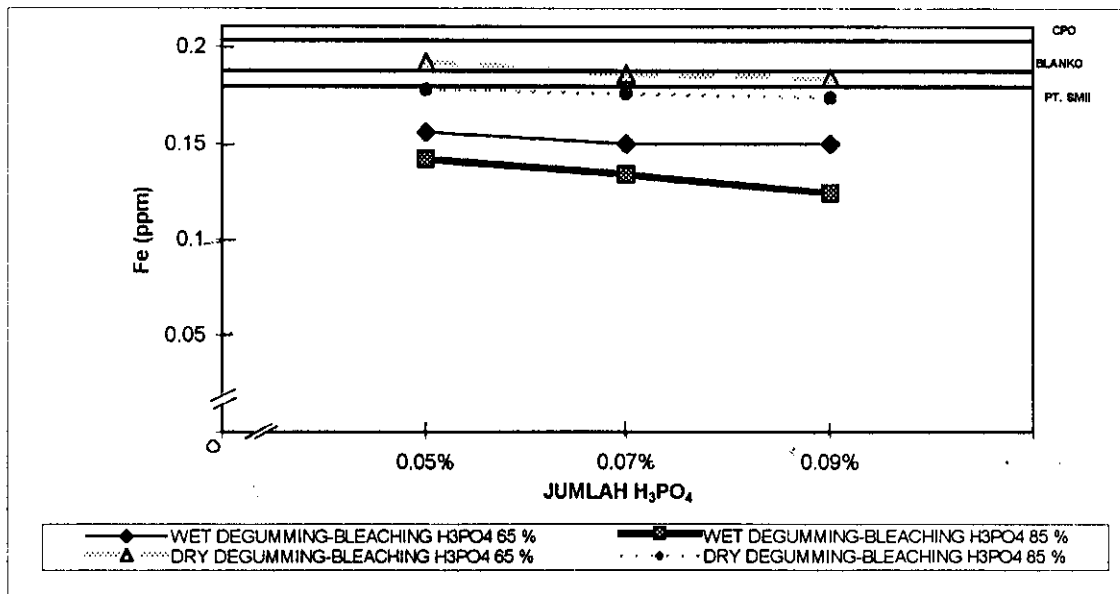


Gambar 19. Grafik rata-rata kadar Cu

Hasil analisis ragam pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa faktor metode, konsentrasi asam fosfat, dan jumlah asam asam fosfat berpengaruh nyata

terhadap kadar Cu yang dihasilkan. Hasil uji lanjut menggunakan DMRT pada taraf uji 5 persen menunjukkan bahwa metode A<sub>1</sub> dan konsentrasi asam fosfat B<sub>2</sub> menghasilkan kadar Cu lebih rendah berbeda nyata dengan metode A<sub>2</sub> dan konsentrasi asam fosfat B<sub>1</sub>.

Jumlah asam fosfat dalam asam fosfat 85 persen berpengaruh nyata terhadap kadar Cu yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat 0.09 persen (v/w) dalam asam fosfat 85 persen menghasilkan kadar logam Cu terendah. Jika dibandingkan dengan kadar logam Cu pada CPO, blanko dan *degummed-bleached oil* PT. SMII maka perlakuan A<sub>1</sub>C<sub>3</sub>B<sub>2</sub> menghasilkan kadar Cu terendah yaitu 0.191 ppm dan berbeda nyata terhadap ketiga kontrol tersebut.



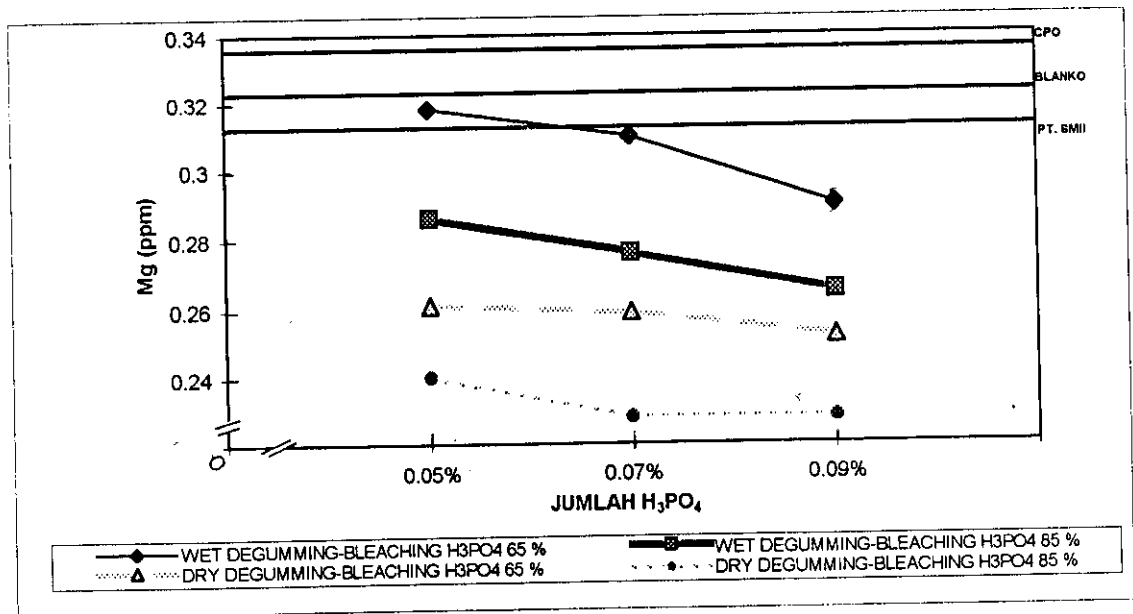
Gambar 20. Grafik rata-rata kadar Fe

Hasil analisis ragam pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa faktor metode, konsentrasi asam fosfat dan jumlah asam fosfat berpengaruh nyata

terhadap kadar Fe yang dihasilkan. Hasil uji lanjut menggunakan DMRT pada taraf uji 5 persen menunjukkan bahwa metode A<sub>1</sub> dan konsentrasi asam fosfat B<sub>2</sub> menghasilkan kadar Fe lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan dengan metode A<sub>2</sub> dan konsentrasi asam fosfat B<sub>1</sub>.

Jumlah asam fosfat dalam asam fosfat 85 persen berpengaruh nyata terhadap kadar Fe yang dihasilkan. Jumlah asam fosfat 0.09 persen (v/w) dalam asam fosfat 85 persen menghasilkan kadar logam Fe terendah.

Jika dibandingkan dengan kadar logam Fe pada CPO, blanko dan *degummed-bleached oil* PT. SMII, perlakuan A<sub>1</sub>C<sub>3</sub>B<sub>2</sub> menghasilkan kadar Fe terendah yaitu 0.124 ppm dan berbeda nyata terhadap ketiga kontrol tersebut.



Gambar 21. Grafik rata-rata kadar Mg

Hasil analisis ragam pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa faktor metode dan konsentrasi asam fosfat berpengaruh nyata terhadap kadar logam Mg yang dihasilkan. Hasil uji lanjut menggunakan DMRT pada taraf uji 5 persen menunjukkan bahwa metode  $A_1$  dan konsentrasi asam fosfat  $B_2$  menghasilkan kadar logam Mg lebih rendah berbeda nyata dengan metode  $A_2$  dan konsentrasi asam fosfat  $B_1$ .

Jika dibandingkan dengan kadar logam Mg pada CPO, blanko dan *degummed-bleached oil* PT. SMII, perlakuan  $A_1C_3B_2$  menghasilkan kadar Mg terendah yaitu 0.228 ppm dan berbeda nyata terhadap ketiga kontrol tersebut.

Pada metode  $A_1$  dilakukan proses pencucian sehingga sebagian logam ikut tercuci. Di samping itu pada metode  $A_1$  gum terlebih dahulu dipisahkan (dibuang) sebelum proses pemucatan dilakukan sehingga efektifitas dari adsorben lebih tinggi. Umumnya proses pemucatan dapat mengurangi sedikit kadar logam (Hui, 1996).



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Semua pengaruh perlakuan (faktor tunggal dan interaksinya) memberikan pengaruh nyata terhadap nilai rendemen, kadar N dan kadar P. Dari rata-rata hasil pengamatan rendemen untuk setiap perlakuan, metode *dry degumming-bleaching* dengan konsentrasi asam fosfat 65 persen sebanyak 0.05 persen (v/w) menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan rendemen perlakuan lainnya yaitu 96 persen. Pada metode *wet degumming-bleaching*, penggunaan asam fosfat 65 persen sebanyak 0.05 persen (v/w) juga menghasilkan rendemen yang lebih tinggi. Kadar N dan kadar P terendah diperoleh pada metode *wet degumming-bleaching* dengan penggunaan asam fosfat 85 persen sebanyak 0.05 persen (v/w).

Pada metode *dry degumming-bleaching*, konsentrasi asam fosfat 85 persen sebanyak 0.09 (v/w) memberikan mutu yang terbaik untuk nilai rendemen (93.25 persen), warna merah (7.485), kuning (20), FFA (3.583 persen), PV (0.494), FTT (1.107 persen), N (19,008 ppm), P (10.824 ppm), Cu (0.238 ppm), Fe (0.174 ppm), dan Mg (0.265 ppm). Pada metode *wet degumming-bleaching*, konsentrasi asam fosfat 85 persen sebanyak 0.09 persen (v/w) menghasilkan mutu yang terbaik untuk rendemen (91.07 persen), warna merah (5.05), kuning (20.08), FFA (2.768 persen), PV (0.187), FTT (0.946 persen), N (10.684 persen), P (4.106 ppm), Cu (0.191 ppm), Fe (0.124 ppm), dan Mg (0.228 ppm). Metode *wet degumming-bleaching*

menghasilkan mutu baik dibandingkan metode *dry degumming-bleaching* kecuali pada pengaruh rendemen.

## B. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan kombinasi asam fosfat dengan *chelating agent* pada metode *wet degumming-bleaching*. Disamping itu perlu kajian tekno ekonomi pada pemakaian metode *wet degumming-bleaching* dan *dry degumming-bleaching*.



## DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Bernardini, E. 1983. Vegetable Oil and Fats Processing. Vol. 2. Interstampa, Rome.
- Brekke, O.L. 1976. Handbook of Soy Oil Processing and Utilization. AOCS, Champaign, Illinois.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1987. Pretreated Palm Oil (SNI 01-0013-1987), Departemen Perdagangan, Jakarta.
- Djanaka, R. dan Ressayustra B. 1986. Oleochemical Asal Minyak Kelapa Sawit. BBPPIHP, Bogor.
- Djarmiko, B dan P. Wijaya. 1984. Teknologi Minyak dan Lemak I. Agroindustri Press, Fateta-IPB, Bogor.
- Goh, S.H. 1985. Minor Components in Palm Oil. J. Am. Oil Chem. Soc. 62(2).
- Hamilton, R.J. dan Rossell, J.B. 1986. Analysis of Oils and Fats. Elsevier Applied Science, New York.
- Hartley, C.W.S. 1977. The Oil Palm. Longmann, London.
- Hui, Y.H. 1996. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Vol. I-V. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI Press, Jakarta.
- Macrae, R., R.K. Robinson dan M.S. Sadler. 1991. Phospholipids. Academic Press, New York.
- Markley, K.S. 1950. Soybeans and Soybean Products. Interscience Publishers, Inc., New York.
- Naibaho, P.M. 1983. Pemisahan Karoten (Provitamin A) dari Minyak Sawit dengan Metode Adsorpsi. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana-IPB, Bogor.
- Oil World Annual. 1997. Oil World Statistic Up To Date. ISTA, Hamburg.

Halaman ini adalah hak cipta milik IPB University. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
1. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
2. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
3. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
4. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
5. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
6. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
7. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
8. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
9. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
10. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).



## Lampiran 1. Tata cara analisa mutu minyak

### 1. Rendemen

Prosedur :

Volume minyak yang akan di-*degumming* dan *bleaching* diukur, demikian juga volume minyak setelah proses *degumming* dan *bleaching*.

Perhitungan :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{B}{A} \times 100 \%$$

Keterangan : A = Volume minyak sebelum proses *degumming* dan *bleaching*

B = Volume minyak sesudah proses *degumming* dan *bleaching*

### 2. Warna (SNI, 1992)

Prosedur :

Kotak sampel *Lovibond Tintimeter* dibersihkan terlebih dulu dengan kapas atau *tissue*. Sampel minyak dipanaskan sampai suhu sekitar 70 °C (mencair sempurna) kemudian dimasukkan ke dalam *cell* sampai volume 75 persen dari volume *cell*. Sampel ditempatkan pada *Lovibond Tintometer* dan lampu pada alat tersebut dinyalakan. Warna contoh dibandingkan dengan skala warna dengan cara menggeserkan *slide* pada skala warna *Lovibond Tintometer* hingga warna sampel sesuai dengan skala warna tersebut. Hasil dinyatakan dengan cara mencatat skala warna setelah pengamatan petunjuk warna sama.

### 3. Kadar Asam Lemak Bebas (AOAC, 1995)

Prosedur :

Minyak yang akan diuji ditimbang 5 gram di dalam erlenmeyer 250 ml, ditambahkan 50 ml alkohol netral 95 persen, kemudian dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air sambil diaduk. Setelah itu dititrasi dengan larutan NaOH 0.1 N dengan indikator larutan *phenophtalein* 1 persen sampai berwarna merah jambu dan dihitung jumlah miligram NaOH yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 gram minyak atau lemak.

Perhitungan :

$$\text{Kadar Asam Lemak Bebas (\%)} = \frac{A \times N \times M}{10 G}$$

di mana : A = jumlah ml NaOH untuk titrasi

N = normalitas larutan NaOH

G = bobot contoh (gram)

M = bobot molekul 256 untuk minyak kelapa sawit

### 4. Bilangan Peroksida (AOAC, 1995)

Prosedur :

Contoh minyak sebanyak 5 gram dalam erlenmeyer 250 ml dilarutkan ke dalam 30 ml larutan campuran asam asetat glasial dan kloroform (3:2). Setelah semua minyak larut ditambahkan larutan KI jenuh sebanyak 0.5 ml sambil dikocok dan 30 ml akuades. Setelah itu dititrasi dengan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0.1 N

dengan indikator larutan kanji sampai warna kuning hilang. Blanko dibuat dengan cara yang sama.

Perhitungan :

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{(S-B) \times N \times 8 \times 100}{\text{gram}}$$

(mg O/100 g contoh)

Keterangan : S = ml titer untuk contoh

B = ml titer untuk blanko

8 = setengah berat molekul oksigen

## 5. Bilangan Iod (AOAC, 1995)

Prosedur :

Contoh minyak yang telah disaring ditimbang sebanyak 0.5 gram di dalam erlenmeyer 500 ml, lalu ditambahkan 20 ml larutan CCl<sub>4</sub>, 25 ml larutan Wijs, dan 5 ml larutan katalis kemudian dicampur merata dan disimpan di dalam ruangan gelap selama 5 menit pada suhu 25 OC. Setelah itu ditambahkan 20 larutan KI 15 persen dan 100 ml akuades yang sudah dididihkan, kemudian dititrasi dengan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1 N sampai larutan berwarna kekuningan, ditambahkan indikator larutan kanji lalu dititrasi kembali sampai warna biru hilang. Blanko dibuat dengan cara yang sama tanpa menggunakan minyak.

Perhitungan :

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(B-S) \times N \times 126.9}{10 \text{ gram}}$$



Keterangan :	B	=	ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ blanko
	S	=	ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ contoh
	N	=	normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
	126.9	=	berat atom iod

## 6. Fraksi Tidak Tersabunkan (AOAC, 1995)

Prosedur :

Contoh diaduk dan ditimbang sebanyak 5 gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer atau botol soxhlet. Selanjutnya ditambahkan 30 ml alkohol 95 persen dan 5 ml larutan KOH 50 persen, kemudian dididihkan di bawah pendingin tegak selama 1 jam sampai semua lemak tersabunkan secara sempurna. Sabun yang terbentuk dipindahkan ke dalam labu ekstraksi, kemudian dibilas sampai batas 40 ml, kemudian dibilas dengan air panas sampai volume seluruhnya 80 ml. Botol penyabunan dicuci dengan sedikit petroleum eter dan dikembalikan ke dalam labu ekstraksi. Labu dengan isinya didinginkan sampai suhu 20-25 °C, kemudian ditambah dengan 50 ml petroleum eter. Labu ditutup, kemudian dikocok selama 1 menit, sambil mengeluarkan gas yang terbentuk selama pengocokan. Selanjutnya labu tersebut didiamkan sampai terbentuk dua lapisan cairan. Lapisan petroleum eter dialirkan dan ditampung dalam corong pemisah 500 ml. Ekstraksi diulang dengan 50 ml petroleum eter sedikitnya sampai 6 kali sambil dikocok pada tiap kali ekstraksi.

Gabungan ekstrak dicuci dalam corong pemisah masing-masing dengan 25 ml alkohol 10 persen sambil dikocok. Setelah pencucian lapisan alkohol ini

dibuang dengan hati-hati sehingga lapisan petroleum eter tidak ada yang ikut terbang. Ekstrak eter dipindahkan ke dalam gelas piala, dan diuapkan sampai kertas kering di atas penangas air. Pengeringan disempurnakan sampai mencapai bobot konstan, dan sebaiknya dilakukan dalam oven hampa udara pada suhu 75 – 80 °C. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Setelah penimbangan, residu ini dilarutkan dalam 50 ml alkohol 95 persen hangat (50 °C) kemudian dititrasi dengan NaOH 0.02 N dengan indikator *phenophthalein* sampai tepat terbentuk warna merah jambu.

Perhitungan :

$$\text{Fraksi Tidak Tersabunkan (FTT)} = \frac{(\text{BR}-\text{BA}) \times 100 \%}{\text{B}}$$

Keterangan : BR = bobot residu (gram)

BA = bobot asam lemak (gram)

B = bobot contoh (gram)

0,056 = BM NaOH/1000

#### 7. Kadar Nitrogen (Metode Semi Mikro Kjeldahl) (AOAC, 1995)

Prosedur :

Contoh minyak sebanyak 0.1 gram yang telah dihaluskan, dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 30 ml, kemudian ditambahkan 2.5 ml asam sulfat pekat, 1 gram katalis, dan batu didih. Contoh didestruksi sampai cairan menjadi jernih. Labu beserta isinya didinginkan, lalu isinya dipindahkan ke dalam alat destilasi



dan ditambahkan 15 ml larutan natrium hidroksida 50% kemudian dibilas dengan air suling.

Erlenmeyer berisi 25 ml asam klorida 0.02 N diletakkan di bawah kondensor, sebelumnya ditambahkan ke dalamnya 2-4 tetes indikator *phenophthalein*. Ujung tabung kondensor harus terendam dalam larutan asam klorida kemudian dilakukan destilasi sampai sekitar 25 ml destilat dalam erlenmeyer. Ujung kondensor dibilas sedikit dengan air destilata dan biasanya ditampung di dalam erlenmeyer dan dititiasi dengan NaOH 0.02 N sampai terjadi perubahan warna hijau menjadi ungu. Penetapan blanko dilakukan dengan cara yang sama.

Perhitungan :

$$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{(Y-Z) \times N \times 0.014}{W}$$

Keterangan : Y = ml NaOH titer untuk blanko

Z = ml NaOH titer untuk contoh

N = normalitas NaOH

W = bobot contoh (gram)

#### 8. Kadar Fosfor (AOAC, 1995)

Prosedur :

Sampel minyak ditimbang sebanyak 5 gram dalam gelas piala 150 ml, kemudian ditambahkan 20 ml HNO<sub>3</sub> pekat dan dididihkan selama 5 menit, kemudian didinginkan dan ditambahkan 5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Setelah itu

dipanaskan kembali dan ditambahkan HNO<sub>3</sub> setetes demi setetes sampai larutan tidak berwarna, dipanaskan sampai timbul asap putih dan didinginkan. Kemudian ditambahkan 15 ml akuades dan didihkan lagi selama 10 menit, didinginkan dan dipindahkan ke dalam labu takar 250 ml. Gelas piala dibilas sampai bersih dan air bilasan dimasukkan ke dalam labu takar. Larutan diencerkan sampai tanda tera.

Sebanyak 10 ml larutan hasil pengenceran dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml, kemudian ditambahkan 40 ml akuades dan 25 ml pereaksi vanadat molibdat dan diencerkan sampai tanda tera. Larutan dibiarkan selama 10 menit dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm.

Perhitungan :

$$\text{Fosfor (\%)} = \frac{C \times 2.5}{W}$$

Keterangan : C = konsentrasi fosfor yang terbaca dari kurva standar

W = berat sampel (gram)

## 9. Kadar Logam (AOAC, 1995)

Contoh ditimbang dengan tepat sebanyak 1 gram dan ditempatkan di dalam cawan porselen. Kemudian contoh tersebut diabukan selama 2 jam pada suhu 500 °C dan dibiarkan hingga dingin. Setelah itu contoh dibasahi dengan 10 tetes akuades dan ditambahkan 3 sampai 4 ml HNO<sub>3</sub> di atas *hot plate* pada suhu 100 sampai 120 °C. Cawan dikembalikan ke tanur dan diabukan lagi selama 1 jam pada suhu 500 °C. Setelah contoh dingin, abu dilarutkan dalam 10 ml HCl

dan dipindahkan ke dalam labu volumetrik 50 ml dan ditambahkan dengan akuades hingga tanda tera.

Hasil pengamatan kemudian diuji dengan menggunakan spektroskop dengan panjang gelombang yang berbeda untuk masing-masing logam yang akan diuji.

Lampiran 2. Hasil analisis ragam data hasil perlakuan *degumming-bleaching*

SAS  
 Analysis of Variance Procedure  
 Class Level Information  

Class	Levels	Values
A	2	1 2
B	2	1 2
C	3	1 2 3

 Number of observations in data set = 48

Dependent Variable: **RENDEMEN**

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	90.20083333	90.20083333	628.89**	0.0001
B	1	22.79763333	22.79763333	158.95**	0.0001
C(B)	4	19.30963333	4.82740833	33.66**	0.0001
A*B	1	1.04430000	1.04430000	7.28*	0.0105
A*C(B)	4	3.13296667	0.78324167	5.46**	0.0015
Error	36	5.16340000	0.14342780		
<b>Corrected Total</b>		<b>47</b>	<b>141.64876670</b>		
	R-Square	C.V.	Root MSE	RENDEMEN Mean	
	0.963548	0.403949	0.378719	93.7541667	

Dependent Variable: **RED**

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	55.70675208	55.70675208	1752.21**	0.0001
B	1	9.54975208	9.54975208	300.38**	0.0001
C(B)	4	2.68963333	0.67240833	21.15**	0.0001
A*B	1	2.68380208	2.68380208	84.42**	0.0001
A*C(B)	4	0.27693300	0.06923333	2.18	0.0912
Error	36	1.14450000	0.03179236		
<b>Corrected Total</b>		<b>47</b>	<b>72.05139792</b>		
	R-Square	C.V.	Root MSE	RED Mean	
	0.984115	2.543039	0.178304	7.01145833	

Dependent Variable: **YELLOW**

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	0.25520833	0.25520833	1.66	0.2055
B	1	1.23520833	1.23520833	8.04**	0.0074
C(B)	4	3.04583333	0.76145833	4.96**	0.0027
A*B	1	0.02520833	0.02520833	0.16	0.6877
A*C(B)	4	0.51583300	0.12895833	0.84	0.5090
Error	36	5.52750000	0.15354167		
<b>Corrected Total</b>		<b>47</b>	<b>10.60479167</b>		
	R-Square	C.V.	Root MSE	YELLOW Mean	
	0.478773	1.918648	0.391844	20.4229167	

## Lampiran 2. Lanjutan

Dependent Variable: **FFA**

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	9.62752102	9.62752102	4994.01**	0.0001
B	1	0.16298352	0.16298352	84.54**	0.0001
C (B)	4	0.07342892	0.01835723	9.52**	0.0001
A*B	1	0.00977552	0.00977552	5.07*	0.0305
A*C (B)	4	0.01511108	0.00377777	1.96	0.1217
Error	36	0.06940125	0.00192781		
Corrected Total	47	9.95822131			
	R-Square	C.V.	Root MSE	FFA Mean	
	0.993031	1.345108	0.043907	3.26418750	

Dependent Variable: **PV**

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	1.37803519	1.37803519	806.80**	0.0001
B	1	0.08308352	0.08308352	48.64**	0.0001
C (B)	4	0.04006358	0.01001590	5.86**	0.0010
A*B	1	0.00198919	0.00198919	1.16	0.2877
A*C (B)	4	0.00507325	0.00126831	0.74	0.5693
Error	36	0.06148925	0.00170803		
Corrected Total	47	1.56973398			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PV Mean	
	0.960828	10.15803	0.041328	0.40685417	

Dependent Variable: **IV**

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	1.09928533	1.09928533	209.47**	0.0001
B	1	0.22495408	0.22495408	42.87**	0.0001
C (B)	4	0.21836083	0.05459021	10.40**	0.0001
A*B	1	0.00874800	0.00874800	1.67	0.2049
A*C (B)	4	0.03420817	0.00855204	1.63	0.1880
Error	36	0.18892150	0.00524782		
Corrected Total	47	1.77447792			
	R-Square	C.V.	Root MSE	IV Mean	
	0.893534	0.137671	0.072442	52.6197083	

## Lampiran 2. Lanjutan

Dependent Variable: FTT

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	0.21253408	0.21253408	413.09**	0.0001
B	1	0.05044033	0.05044033	98.04**	0.0001
C(B)	4	0.01774317	0.00443579	8.62**	0.0001
A*B	1	0.00371008	0.00371008	7.21*	0.0109
A*C(B)	4	0.00130633	0.00032658	0.63	0.6410
Error	36	0.01852200	0.00051450		
Corrected Total	47	0.30425600			
	R-Square	C.V.	Root MSE	FTT Mean	
	0.939124	2.112957	0.022683	1.07350000	

Dependent Variable: N

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	623.1676750	623.1676750	1660.71**	0.0001
B	1	383.4260327	383.4260327	1021.81**	0.0001
C(B)	4	69.7370252	17.4342563	46.46**	0.0001
A*B	1	9.1516600	9.1516600	24.39**	0.0001
A*C(B)	4	14.8820038	3.7205010	9.91**	0.0001
Error	36	13.508719	0.375242		
Corrected Total	47	1113.873115			
	R-Square	C.V.	Root MSE	N Mean	
	0.987872	3.167091	0.612570	19.3417292	

Dependent Variable: P

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	1058.854107	1058.854107	9504.12**	0.0001
B	1	163.194001	163.194001	1464.81**	0.0001
C(B)	4	59.267388	14.816847	132.99**	0.0001
A*B	1	48.553587	48.553587	435.81**	0.0001
A*C(B)	4	26.091981	6.522995	58.55**	0.0001
Error	36	4.010760	0.111410		
Corrected Total	47	1359.971824			
	R-Square	C.V.	Root MSE	P Mean	
	0.997051	3.232058	0.333781	10.3272083	

## Lampiran 1. Lanjutan

Dependent Variable: Cu

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	0.01293633	0.01293633	71.88**	0.0001
B	1	0.00630208	0.00630208	35.02**	0.0001
C(B)	4	0.00295358	0.00073840	4.10**	0.0077
A*B	1	0.00000408	0.00000408	0.02	0.8811
A*C(B)	4	0.00097458	0.00024365	1.35	0.2692
Error	36	0.00647900	0.00017997		
Corrected Total	47	0.02964967			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Cu Mean	
	0.781482	5.611170	0.013415	0.23908333	

Dependent Variable: Fe

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	0.01829102	0.01829102	300.91**	0.0001
B	1	0.00274519	0.00274519	45.16**	0.0001
C(B)	4	0.00068425	0.00017106	2.81*	0.0395
A*B	1	0.00015769	0.00015769	2.59	0.1160
A*C(B)	4	0.00019842	0.00004960	0.82	0.5234
Error	36	0.00218825	0.00006078		
Corrected Total	47	0.02426481			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Fe Mean	
	0.909818	4.810771	0.007796	0.16206250	

Dependent Variable: Mg

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	0.02557633	0.02557633	93.80**	0.0001
B	1	0.00924075	0.00924075	33.89**	0.0001
C(B)	4	0.00181892	0.00045473	1.67	0.1788
A*B	1	0.00008008	0.00008008	0.29	0.5912
A*C(B)	4	0.00134058	0.00033515	1.23	0.3158
Error	36	0.00981600	0.00027267		
Corrected Total	47	0.04787267			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Mg Mean	
	0.794956	6.169099	0.016513	0.26766667	





## Lampiran 3. Lanjutan

Duncan's Multiple Range Test for variable: **FTT**  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.000514  
 Critical Range .0133

Duncan Grouping	Mean	N	A
A	1.14004	24	2
B	1.00696	24	1

Duncan's Multiple Range Test for variable: **N**  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.375242  
 Critical Range 0.359

Duncan Grouping	Mean	N	A
A	22.945	24	2
B	15.739	24	1

Duncan's Multiple Range Test for variable: **P**  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.11141  
 Critical Range 0.195

Duncan Grouping	Mean	N	A
A	15.0240	24	2
B	5.6305	24	1

Duncan's Multiple Range Test for variable: **Cu**  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.00018  
 Critical Range .00785

Duncan Grouping	Mean	N	A
A	0.25550	24	2
B	0.22267	24	1

Duncan's Multiple Range Test for variable: **Fe**  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.000061  
 Critical Range .00456

Duncan Grouping	Mean	N	A
A	0.18158	24	2
B	0.14254	24	1

Duncan's Multiple Range Test for variable: **Mg**  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.000273  
 Critical Range .00967

Duncan Grouping	Mean	N	A
A	0.29075	24	2
B	0.24458	24	1

## Lampiran 3. Lanjutan

Duncan's Multiple Range Test for variable: **RENDEMEN**

Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.143428

Critical Range 0.222

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	94.443	24	1
B	93.065	24	2

Duncan's Multiple Range Test for variable: **RED**

Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.031792

Critical Range 0.104

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	7.4575	24	1
B	6.5654	24	2

Duncan's Multiple Range Test for variable: **YELLOW**

Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.153542

Critical Range 0.229

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	20.583	24	1
B	20.263	24	2

Duncan's Multiple Range Test for variable: **FFA**

Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.001928

Critical Range .0257

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	3.3225	24	1
B	3.2059	24	2

Duncan's Multiple Range Test for variable: **PV**

Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.001708

Critical Range .0242

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	0.4485	24	1
B	0.3653	24	2

Duncan's Multiple Range Test for variable: **IV**

Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.005248

Critical Range .0424

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	52.6882	24	2
B	52.5513	24	1

## Lampiran 3. Lanjutan

Duncan's Multiple Range Test for variable: FTT  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.000514  
 Critical Range .0133

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	1.10592	24	1
B	1.04108	24	2

Duncan's Multiple Range Test for variable: N  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.375242  
 Critical Range 0.359

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	22.168	24	1
B	16.515	24	2

Duncan's Multiple Range Test for variable: P  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.11141  
 Critical Range 0.195

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	12.1711	24	1
B	8.4833	24	2

Duncan's Multiple Range Test for variable: Cu  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.00018  
 Critical Range .00785

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	0.25054	24	1
B	0.22762	24	2

Duncan's Multiple Range Test for variable: Fe  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.000061  
 Critical Range .00456

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	0.16963	24	1
B	0.15450	24	2

Duncan's Multiple Range Test for variable: Mg  
 Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 0.000273  
 Critical Range .00967

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	0.28154	24	1
B	0.25379	24	2

Lampiran 3. Lanjutan

Gala Malam IPB University

				-----RENDEMEN-----	
Level of A	Level of C	Level of B	N	Mean	SD
1	1	1	4	93.6900000	0.57735027
1	2	1	4	93.1000000	0.00000000
1	3	1	4	92.8700000	0.35795717
2	1	1	4	96.0000000	0.57735027
2	2	1	4	96.0000000	0.57735027
2	3	1	4	95.0000000	0.00000000
1	1	2	4	92.2600000	0.34641016
1	2	2	4	91.3150000	0.01732051
1	3	2	4	91.0650000	0.23671361
2	1	2	4	96.0000000	0.00000000
2	2	2	4	94.5000000	0.57735027
2	3	2	4	93.2500000	0.28867513

				-----RED-----	
Level of A	Level of C	Level of B	N	Mean	SD
1	1	1	4	7.00000000	0.00000000
1	2	1	4	6.55000000	0.17944358
1	3	1	4	6.30000000	0.00000000
2	1	1	4	8.49750000	0.01258306
2	2	1	4	8.29750000	0.10111874
2	3	1	4	8.10000000	0.08164966
1	1	2	4	5.45000000	0.06377042
1	2	2	4	5.25500000	0.05802298
1	3	2	4	5.05000000	0.17339742
2	1	2	4	8.29750000	0.11265730
2	2	2	4	7.85500000	0.49000000
2	3	2	4	7.48500000	0.20485767

				-----YELLOW-----	
Level of A	Level of C	Level of B	N	Mean	SD
1	1	1	4	20.9500000	0.19148542
1	2	1	4	20.5000000	0.57735027
1	3	1	4	20.4500000	0.52599113
2	1	1	4	21.0250000	0.12583057
2	2	1	4	20.5250000	0.55000000
2	3	1	4	20.0500000	0.10000000
1	1	2	4	20.5000000	0.52281290
1	2	2	4	20.5000000	0.57735027
1	3	2	4	20.0750000	0.09574271
2	1	2	4	20.4750000	0.49916597
2	2	2	4	20.0250000	0.05000000
2	3	2	4	20.0000000	0.00000000

IPB University



Halo Gila! IPB University  
 1. Diambil sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dan diterbitkan secara  
 2. Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dan diterbitkan secara  
 3. Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dan diterbitkan secara  
 4. Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dan diterbitkan secara  
 5. Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dan diterbitkan secara  
 6. Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dan diterbitkan secara  
 7. Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dan diterbitkan secara  
 8. Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dan diterbitkan secara  
 9. Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dan diterbitkan secara  
 10. Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dan diterbitkan secara



Lampiran 3. Lanjutan

G-Hik cpa mtr IPI University

Level of A	Level of C	Level of B	N	Mean	SD
1	1	1	4	1.08575000	0.01184272
1	2	1	4	1.04200000	0.03408812
1	3	1	4	1.01675000	0.02002290
2	1	1	4	1.18575000	0.01539210
2	2	1	4	1.16275000	0.01203813
2	3	1	4	1.14250000	0.02114237
1	1	2	4	0.98400000	0.00588784
1	2	2	4	0.96750000	0.00624500
1	3	2	4	0.94575000	0.03667311
2	1	2	4	1.13725000	0.03432565
2	2	2	4	1.10525000	0.02166987
2	3	2	4	1.10675000	0.02399132

Level of A	Level of C	Level of B	N	Mean	SD
1	1	1	4	19.7680000	0.18926877
1	2	1	4	18.1552500	0.31212858
1	3	1	4	16.4615000	0.60297181
2	1	1	4	27.0557500	0.87112509
2	2	1	4	26.3122500	0.37402885
2	3	1	4	25.2555000	0.13589334
1	1	2	4	15.6890000	1.05462158
1	2	2	4	13.6732500	0.75170844
1	3	2	4	10.6845000	0.88436248
2	1	2	4	20.6057500	0.62819709
2	2	2	4	19.4320000	0.40131866
2	3	2	4	19.0080000	0.27163088

Level of A	Level of C	Level of B	N	Mean	SD
1	1	1	4	6.8472500	0.05298663
1	2	1	4	6.6510000	0.05925088
1	3	1	4	5.9075000	0.11508113
2	1	1	4	20.8980000	0.88459859
2	2	1	4	17.6962500	0.34951144
2	3	1	4	15.0265000	0.52507301
1	1	2	4	5.3600000	0.20078845
1	2	2	4	4.9105000	0.07288576
1	3	2	4	4.1065000	0.13023184
2	1	2	4	12.9550000	0.06211280
2	2	2	4	12.7440000	0.22729863
2	3	2	4	10.8240000	0.13737540

IPB University



Halo Guru! Berencana? Untuk meningkatkan mutu layanan, kami telah melakukan survei dan analisis data. Hasilnya menunjukkan bahwa ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan kualitas layanan kami. Kami sangat menghargai masukan dan saran dari para guru. Jika ada hal yang ingin kami ketahui lebih lanjut, jangan ragu untuk menghubungi kami. Terima kasih atas kerjasamanya.



## Lampiran 3. Lanjutan

Ginekologi matrik IPB University

Level of A	Level of C	Level of B	N	Mean	SD
1	1	1	4	0.23600000	0.01851126
1	2	1	4	0.23400000	0.01790717
1	3	1	4	0.23325000	0.01819112
2	1	1	4	0.28025000	0.01187083
2	2	1	4	0.26175000	0.01789553
2	3	1	4	0.25800000	0.01735896
1	1	2	4	0.22300000	0.01230176
1	2	2	4	0.21900000	0.00230940
1	3	2	4	0.19075000	0.01550000
2	1	2	4	0.24950000	0.00057735
2	2	2	4	0.24600000	0.00230940
2	3	2	4	0.23750000	0.00057735

Level of A	Level of C	Level of B	N	Mean	SD
1	1	1	4	0.15650000	0.00404145
1	2	1	4	0.15025000	0.00906918
1	3	1	4	0.14900000	0.00923760
2	1	1	4	0.19150000	0.00057735
2	2	1	4	0.18625000	0.00722842
2	3	1	4	0.18425000	0.00694622
1	1	2	4	0.14150000	0.00768115
1	2	2	4	0.13400000	0.00952190
1	3	2	4	0.12400000	0.00871780
2	1	2	4	0.17750000	0.00057735
2	2	2	4	0.17600000	0.01306395
2	3	2	4	0.17400000	0.00692820

Level of A	Level of C	Level of B	N	Mean	SD
1	1	1	4	0.25900000	0.01962991
1	2	1	4	0.25150000	0.01398809
1	3	1	4	0.26100000	0.02028135
2	1	1	4	0.31800000	0.00000000
2	2	1	4	0.31000000	0.00808290
2	3	1	4	0.28975000	0.01995620
1	1	2	4	0.23950000	0.01705872
1	2	2	4	0.22850000	0.02020726
1	3	2	4	0.22800000	0.02021551
2	1	2	4	0.28625000	0.00262996
2	2	2	4	0.27575000	0.01674067
2	3	2	4	0.26475000	0.02051625

IPB University

Lampiran 4. Hasil uji lanjut *Dunnnett* data hasil perlakuan *degumming-bleaching* terhadap CPO, blanko, dan *degummed-bleached oil* PT. SMII

Dunnnett's T tests for variable: **MERAH**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.031474  
Critical Value of Dunnnett's T= 2.805  
Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-13.033	-12.603	-12.172	***
212 - 0	-13.233	-12.803	-12.372	***
221 - 0	-13.233	-12.803	-12.372	***
213 - 0	-13.431	-13.000	-12.569	***
222 - 0	-13.676	-13.245	-12.814	***
223 - 0	-14.046	-13.615	-13.184	***
111 - 0	-14.531	-14.100	-13.669	***
112 - 0	-14.981	-14.550	-14.119	***
113 - 0	-15.231	-14.800	-14.369	***
121 - 0	-16.081	-15.650	-15.219	***
122 - 0	-16.276	-15.845	-15.414	***
123 - 0	-16.481	-16.050	-15.619	***

Dunnnett's T tests for variable: **KUNING**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.149392  
Critical Value of Dunnnett's T= 2.805  
Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-9.914	-8.975	-8.036	***
111 - 0	-9.989	-9.050	-8.111	***
212 - 0	-10.414	-9.475	-8.536	***
112 - 0	-10.439	-9.500	-8.561	***
122 - 0	-10.439	-9.500	-8.561	***
121 - 0	-10.439	-9.500	-8.561	***
221 - 0	-10.464	-9.525	-8.586	***
113 - 0	-10.489	-9.550	-8.611	***
123 - 0	-10.864	-9.925	-8.986	***
213 - 0	-10.889	-9.950	-9.011	***
222 - 0	-10.914	-9.975	-9.036	***
223 - 0	-10.939	-10.000	-9.061	***

Dunnnett's T tests for variable: **FFA**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.00189  
Critical Value of Dunnnett's T= 2.805  
Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-0.4444	-0.3388	-0.2331	***
212 - 0	-0.5189	-0.4133	-0.3076	***
213 - 0	-0.5954	-0.4897	-0.3841	***
221 - 0	-0.6194	-0.5137	-0.4081	***
222 - 0	-0.6536	-0.5480	-0.4424	***
223 - 0	-0.7209	-0.6153	-0.5096	***
111 - 0	-1.3841	-1.2785	-1.1729	***
112 - 0	-1.4726	-1.3670	-1.2614	***
113 - 0	-1.4746	-1.3690	-1.2634	***
121 - 0	-1.5256	-1.4200	-1.3144	***
122 - 0	-1.5339	-1.4283	-1.3226	***
123 - 0	-1.5359	-1.4303	-1.3246	***

## Lampiran 4. Lanjutan (Perlakuan – CPO)

Dunnett's T tests for variable: **PV**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.01305  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-1.2805	-1.0030	-0.7255	***
212 - 0	-1.3032	-1.0258	-0.7483	***
213 - 0	-1.3497	-1.0723	-0.7948	***
221 - 0	-1.3830	-1.1055	-0.8280	***
222 - 0	-1.3975	-1.1200	-0.8425	***
223 - 0	-1.4412	-1.1637	-0.8863	***
111 - 0	-1.5982	-1.3207	-1.0433	***
112 - 0	-1.6832	-1.4057	-1.1283	***
113 - 0	-1.7072	-1.4297	-1.1523	***
121 - 0	-1.7205	-1.4430	-1.1655	***
122 - 0	-1.7310	-1.4535	-1.1760	***
123 - 0	-1.7482	-1.4708	-1.1933	***

Dunnett's T tests for variable: **IV**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.005526  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
123 - 0	-0.3631	-0.1825	-0.0019	***
122 - 0	-0.4331	-0.2525	-0.0719	***
113 - 0	-0.5181	-0.3375	-0.1569	***
112 - 0	-0.5881	-0.4075	-0.2269	***
121 - 0	-0.6356	-0.4550	-0.2744	***
111 - 0	-0.6606	-0.4800	-0.2994	***
223 - 0	-0.6956	-0.5150	-0.3344	***
222 - 0	-0.7581	-0.5775	-0.3969	***
221 - 0	-0.8081	-0.6275	-0.4469	***
213 - 0	-0.8706	-0.6900	-0.5094	***
212 - 0	-0.9006	-0.7200	-0.5394	***
211 - 0	-0.9781	-0.7975	-0.6169	***

Dunnett's T tests for variable: **FTT**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.000729  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-0.1118	-0.0462	0.0193	
212 - 0	-0.1348	-0.0693	-0.0037	***
213 - 0	-0.1551	-0.0895	-0.0239	***
221 - 0	-0.1603	-0.0948	-0.0292	***
223 - 0	-0.1908	-0.1252	-0.0597	***
222 - 0	-0.1923	-0.1267	-0.0612	***
111 - 0	-0.2118	-0.1462	-0.0807	***
112 - 0	-0.2556	-0.1900	-0.1244	***
113 - 0	-0.2808	-0.2152	-0.1497	***
121 - 0	-0.3136	-0.2480	-0.1824	***
122 - 0	-0.3301	-0.2645	-0.1989	***
123 - 0	-0.3518	-0.2862	-0.2207	***



## Lampiran 4. Lanjutan (Perlakuan – CPO)

Dunnett's T tests for variable: **Fe**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.00006

Critical Value of Dunnett's T= 2.805

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-0.03215	-0.01300	0.00615	
212 - 0	-0.03740	-0.01825	0.00090	
213 - 0	-0.03940	-0.02025	-0.00110	***
221 - 0	-0.04615	-0.02700	-0.00785	***
222 - 0	-0.04765	-0.02850	-0.00935	***
223 - 0	-0.04965	-0.03050	-0.01135	***
111 - 0	-0.06715	-0.04800	-0.02885	***
112 - 0	-0.07340	-0.05425	-0.03510	***
113 - 0	-0.07465	-0.05550	-0.03635	***
121 - 0	-0.08215	-0.06300	-0.04385	***
122 - 0	-0.08965	-0.07050	-0.05135	***
123 - 0	-0.09965	-0.08050	-0.06135	***

Dunnett's T tests for variable: **Mg**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.000280

Critical Value of Dunnett's T= 2.805

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-0.0583	-0.0175	0.0233	
212 - 0	-0.0663	-0.0255	0.0153	
213 - 0	-0.0865	-0.0458	-0.0050	***
221 - 0	-0.0900	-0.0493	-0.0085	***
222 - 0	-0.1005	-0.0598	-0.0190	***
223 - 0	-0.1115	-0.0708	-0.0300	***
113 - 0	-0.1153	-0.0745	-0.0337	***
111 - 0	-0.1173	-0.0765	-0.0357	***
112 - 0	-0.1248	-0.0840	-0.0432	***
121 - 0	-0.1368	-0.0960	-0.0552	***
122 - 0	-0.1478	-0.1070	-0.0662	***
123 - 0	-0.1483	-0.1075	-0.0667	***

## Lampiran 4. Lanjutan (Perlakuan – Blanko)

**SAS**  
**Analysis of Variance Procedure**

Dunnett's T tests for variable: **RENDEMEN**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.139551  
Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-3.857	-2.950	-2.043	***
221 - 0	-3.857	-2.950	-2.043	***
212 - 0	-3.857	-2.950	-2.043	***
213 - 0	-4.857	-3.950	-3.043	***
222 - 0	-5.357	-4.450	-3.543	***
111 - 0	-6.167	-5.260	-4.353	***
223 - 0	-6.607	-5.700	-4.793	***
112 - 0	-6.757	-5.850	-4.943	***
113 - 0	-6.987	-6.080	-5.173	***
121 - 0	-7.597	-6.690	-5.783	***
122 - 0	-8.542	-7.635	-6.728	***
123 - 0	-8.792	-7.885	-6.978	***

Dunnett's T tests for variable: **MERAH**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.030934  
Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	0.165	0.593	1.020	***
212 - 0	-0.035	0.393	0.820	
221 - 0	-0.035	0.392	0.820	
213 - 0	-0.232	0.195	0.622	
222 - 0	-0.477	-0.050	0.377	
223 - 0	-0.847	-0.420	0.007	
111 - 0	-1.332	-0.905	-0.478	***
112 - 0	-1.782	-1.355	-0.928	***
113 - 0	-2.032	-1.605	-1.178	***
121 - 0	-2.882	-2.455	-2.028	***
122 - 0	-3.077	-2.650	-2.223	***
123 - 0	-3.282	-2.855	-2.428	***

Dunnett's T tests for variable: **KUNING**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.149392  
Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-0.914	0.025	0.964	
111 - 0	-0.989	-0.050	0.889	
212 - 0	-1.414	-0.475	0.464	
112 - 0	-1.439	-0.500	0.439	
122 - 0	-1.439	-0.500	0.439	
121 - 0	-1.439	-0.500	0.439	
221 - 0	-1.464	-0.525	0.414	
113 - 0	-1.489	-0.550	0.389	
123 - 0	-1.864	-0.925	0.014	
213 - 0	-1.889	-0.950	-0.011	***
222 - 0	-1.914	-0.975	-0.036	***
223 - 0	-1.939	-1.000	-0.061	***







Lampiran 4. Lanjutan (Perlakuan – Blanko)

Dunnett's T tests for variable: **FTT**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.000511  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-0.0752	-0.0202	0.0347	
212 - 0	-0.0982	-0.0433	0.0117	
213 - 0	-0.1184	-0.0635	-0.0086	***
221 - 0	-0.1237	-0.0688	-0.0138	***
223 - 0	-0.1542	-0.0992	-0.0443	***
222 - 0	-0.1557	-0.1007	-0.0458	***
111 - 0	-0.1752	-0.1202	-0.0653	***
112 - 0	-0.2189	-0.1640	-0.1091	***
113 - 0	-0.2442	-0.1892	-0.1343	***
121 - 0	-0.2769	-0.2220	-0.1671	***
122 - 0	-0.2934	-0.2385	-0.1836	***
123 - 0	-0.3152	-0.2602	-0.2053	***

Dunnett's T tests for variable: **N**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.40715  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-24.632	-23.082	-21.532	***
212 - 0	-25.376	-23.826	-22.276	***
213 - 0	-26.432	-24.883	-23.333	***
221 - 0	-31.082	-29.532	-27.982	***
111 - 0	-31.920	-30.370	-28.820	***
222 - 0	-32.256	-30.706	-29.156	***
223 - 0	-32.680	-31.130	-29.580	***
112 - 0	-33.533	-31.983	-30.433	***
113 - 0	-35.226	-33.677	-32.127	***
121 - 0	-35.999	-34.449	-32.899	***
122 - 0	-38.015	-36.465	-34.915	***
123 - 0	-41.003	-39.454	-37.904	***

Dunnett's T tests for variable: **P**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.108989  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-22.957	-22.155	-21.354	***
212 - 0	-26.159	-25.357	-24.555	***
213 - 0	-28.829	-28.027	-27.225	***
221 - 0	-30.900	-30.099	-29.297	***
222 - 0	-31.111	-30.309	-29.508	***
223 - 0	-33.031	-32.230	-31.428	***
111 - 0	-37.008	-36.206	-35.404	***
112 - 0	-37.204	-36.403	-35.601	***
113 - 0	-37.948	-37.146	-36.344	***
121 - 0	-38.495	-37.694	-36.892	***
122 - 0	-38.945	-38.143	-37.341	***
123 - 0	-39.749	-38.947	-38.145	***



## Lampiran 4. Lanjutan (Perlakuan – Blanko)

Dunnett's T tests for variable: **Cu**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.000175  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison		Simultaneous		Difference Between Means	Simultaneous	
		Lower Confidence Limit	Upper Confidence Limit		Upper Confidence Limit	Lower Confidence Limit
211	- 0	-0.03289	0.03139	-0.00075	0.03139	
212	- 0	-0.05139	0.01289	-0.01925	0.01289	
213	- 0	-0.05514	0.00914	-0.02300	0.00914	
221	- 0	-0.06364	0.00064	-0.03150	0.00064	
222	- 0	-0.06714	-0.00286	-0.03500	-0.00286	***
223	- 0	-0.07564	-0.01136	-0.04350	-0.01136	***
111	- 0	-0.07714	-0.01286	-0.04500	-0.01286	***
112	- 0	-0.07914	-0.01486	-0.04700	-0.01486	***
113	- 0	-0.07989	-0.01561	-0.04775	-0.01561	***
121	- 0	-0.09014	-0.02586	-0.05800	-0.02586	***
122	- 0	-0.09414	-0.02986	-0.06200	-0.02986	***
123	- 0	-0.12239	-0.05811	-0.09025	-0.05811	***

Dunnett's T tests for variable: **Fe**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.000059  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison		Simultaneous		Difference Between Means	Simultaneous	
		Lower Confidence Limit	Upper Confidence Limit		Upper Confidence Limit	Lower Confidence Limit
211	- 0	-0.01918	0.01818	-0.00050	0.01818	
212	- 0	-0.02443	0.01293	-0.00575	0.01293	
213	- 0	-0.02643	0.01093	-0.00775	0.01093	
221	- 0	-0.03318	0.00418	-0.01450	0.00418	
222	- 0	-0.03468	0.00268	-0.01600	0.00268	
223	- 0	-0.03668	0.00068	-0.01800	0.00068	
111	- 0	-0.05418	-0.01682	-0.03550	-0.01682	***
112	- 0	-0.06043	-0.02307	-0.04175	-0.02307	***
113	- 0	-0.06168	-0.02432	-0.04300	-0.02432	***
121	- 0	-0.06918	-0.03182	-0.05050	-0.03182	***
122	- 0	-0.07668	-0.03932	-0.05800	-0.03932	***
123	- 0	-0.08668	-0.04932	-0.06800	-0.04932	***

Dunnett's T tests for variable: **Mg**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.000282  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison		Simultaneous		Difference Between Means	Simultaneous	
		Lower Confidence Limit	Upper Confidence Limit		Upper Confidence Limit	Lower Confidence Limit
211	- 0	-0.0483	0.0333	-0.0075	0.0333	
212	- 0	-0.0563	0.0253	-0.0155	0.0253	
213	- 0	-0.0765	0.0050	-0.0358	0.0050	
221	- 0	-0.0800	0.0015	-0.0393	0.0015	
222	- 0	-0.0905	-0.0090	-0.0498	-0.0090	***
223	- 0	-0.1015	-0.0200	-0.0608	-0.0200	***
113	- 0	-0.1053	-0.0237	-0.0645	-0.0237	***
111	- 0	-0.1073	-0.0257	-0.0665	-0.0257	***
112	- 0	-0.1148	-0.0332	-0.0740	-0.0332	***
121	- 0	-0.1268	-0.0452	-0.0860	-0.0452	***
122	- 0	-0.1378	-0.0562	-0.0970	-0.0562	***
123	- 0	-0.1383	-0.0567	-0.0975	-0.0567	***

Lampiran 4. Lanjutan (Perlakuan – *Degummed-Bleached Oil* PT. SMII)Dunnett's T tests for variable: **RENDEMEN**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.139551  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-2.807	-1.900	-0.993	***
221 - 0	-2.807	-1.900	-0.993	***
212 - 0	-2.807	-1.900	-0.993	***
213 - 0	-3.807	-2.900	-1.993	***
222 - 0	-4.307	-3.400	-2.493	***
111 - 0	-5.117	-4.210	-3.303	***
223 - 0	-5.557	-4.650	-3.743	***
112 - 0	-5.707	-4.800	-3.893	***
113 - 0	-5.937	-5.030	-4.123	***
121 - 0	-6.547	-5.640	-4.733	***
122 - 0	-7.492	-6.595	-5.678	***
123 - 0	-7.742	-6.935	-5.928	***

Dunnett's T tests for variable: **MERAH**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.030934  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	0.455	0.883	1.310	***
212 - 0	0.255	0.683	1.110	***
221 - 0	0.255	0.682	1.110	***
213 - 0	0.058	0.485	0.912	***
222 - 0	-0.187	0.240	0.667	
223 - 0	-0.557	-0.130	0.297	
111 - 0	-1.042	-0.615	-0.188	***
112 - 0	-1.492	-1.065	-0.638	***
113 - 0	-1.742	-1.315	-0.888	***
121 - 0	-2.592	-2.165	-1.738	***
122 - 0	-2.787	-2.360	-1.933	***
123 - 0	-2.992	-2.565	-2.138	***

Dunnett's T tests for variable: **KUNING**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.149932  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-1.015	-0.075	0.865	
111 - 0	-1.090	-0.150	0.790	
212 - 0	-1.515	-0.575	0.365	
112 - 0	-1.540	-0.600	0.340	
122 - 0	-1.540	-0.600	0.340	
121 - 0	-1.540	-0.600	0.340	
221 - 0	-1.565	-0.625	0.315	
113 - 0	-1.590	-0.650	0.290	
123 - 0	-1.965	-1.025	-0.085	***
213 - 0	-1.990	-1.050	-0.110	***
222 - 0	-2.015	-1.075	-0.135	***
223 - 0	-2.040	-1.100	-0.160	***

Lampiran 4. Lanjutan (Perlakuan – *Degummed-Bleached Oil* PT. SMII)Dunnett's T tests for variable: **FFA**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.001897  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison		Simultaneous	Difference Between Means	Simultaneous	
		Lower Confidence Limit		Upper Confidence Limit	
211	- 0	0.2950	0.4007	0.5065	***
212	- 0	0.2205	0.3262	0.4320	***
213	- 0	0.1440	0.2498	0.3555	***
221	- 0	0.1200	0.2258	0.3315	***
222	- 0	0.0857	0.1915	0.2973	***
223	- 0	0.0185	0.1242	0.2300	***
111	- 0	-0.6448	-0.5390	-0.4332	***
112	- 0	-0.7333	-0.6275	-0.5217	***
113	- 0	-0.7353	-0.6295	-0.5237	***
121	- 0	-0.7863	-0.6805	-0.5747	***
122	- 0	-0.7945	-0.6888	-0.5830	***
123	- 0	-0.7965	-0.6907	-0.5850	***

Dunnett's T tests for variable: **PV**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.001672  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison		Simultaneous	Difference Between Means	Simultaneous	
		Lower Confidence Limit		Upper Confidence Limit	
211	- 0	0.2352	0.3345	0.4338	***
212	- 0	0.2124	0.3117	0.4111	***
213	- 0	0.1659	0.2652	0.3646	***
221	- 0	0.1327	0.2320	0.3313	***
222	- 0	0.1182	0.2175	0.3168	***
223	- 0	0.0744	0.1737	0.2731	***
111	- 0	-0.0826	0.0167	0.1161	
112	- 0	-0.1676	-0.0683	0.0311	
113	- 0	-0.1916	-0.0922	0.0071	
121	- 0	-0.2048	-0.1055	-0.0062	***
122	- 0	-0.2153	-0.1160	-0.0167	***
123	- 0	-0.2326	-0.1333	-0.0339	***

Dunnett's T tests for variable: **IV**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.005343  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison		Simultaneous	Difference Between Means	Simultaneous	
		Lower Confidence Limit		Upper Confidence Limit	
123	- 0	0.3400	0.5175	0.6950	***
122	- 0	0.2700	0.4475	0.6250	***
113	- 0	0.1850	0.3625	0.5400	***
112	- 0	0.1150	0.2925	0.4700	***
121	- 0	0.0675	0.2450	0.4225	***
111	- 0	0.0425	0.2200	0.3975	***
223	- 0	0.0075	0.1850	0.3625	***
222	- 0	-0.0550	0.1225	0.3000	
221	- 0	-0.1050	0.0725	0.2500	
213	- 0	-0.1675	0.0100	0.1875	
212	- 0	-0.1975	-0.0200	0.1575	
211	- 0	-0.2750	-0.0975	0.0800	

Lampiran 4. Lanjutan (Perlakuan – *Degummed-Bleached Oil* PT. SMII)Dunnett's T tests for variable: **FTT**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.000502  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	0.0268	0.0813	0.1357	***
212 - 0	0.0038	0.0582	0.1127	***
213 - 0	-0.0164	0.0380	0.0924	
221 - 0	-0.0217	0.0327	0.0872	
223 - 0	-0.0522	0.0023	0.0567	
222 - 0	-0.0537	0.0008	0.0552	
111 - 0	-0.0732	-0.0188	0.0357	
112 - 0	-0.1169	-0.0625	-0.0081	***
113 - 0	-0.1422	-0.0877	-0.0333	***
121 - 0	-0.1749	-0.1205	-0.0661	***
122 - 0	-0.1914	-0.1370	-0.0826	***
123 - 0	-0.2132	-0.1588	-0.1043	***

Dunnett's T tests for variable: **N**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.372145  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	5.581	7.063	8.544	***
212 - 0	4.838	6.319	7.801	***
213 - 0	3.781	5.262	6.744	***
221 - 0	-0.869	0.613	2.094	
111 - 0	-1.707	-0.225	1.257	
222 - 0	-2.043	-0.561	0.921	
223 - 0	-2.467	-0.985	0.497	
112 - 0	-3.319	-1.838	-0.356	***
113 - 0	-5.013	-3.532	-2.050	***
121 - 0	-5.786	-4.304	-2.822	***
122 - 0	-7.801	-6.320	-4.838	***
123 - 0	-10.790	-9.309	-7.827	***

Dunnett's T tests for variable: **P**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.11562  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	6.453	7.279	8.104	***
212 - 0	3.251	4.077	4.903	***
213 - 0	0.581	1.407	2.233	***
221 - 0	-1.490	-0.664	0.161	
222 - 0	-1.701	-0.875	-0.050	***
223 - 0	-3.621	-2.796	-1.970	***
111 - 0	-7.598	-6.772	-5.946	***
112 - 0	-7.794	-6.968	-6.143	***
113 - 0	-8.538	-7.712	-6.886	***
121 - 0	-9.085	-8.259	-7.434	***
122 - 0	-9.535	-8.709	-7.883	***
123 - 0	-10.339	-9.513	-8.687	***

Lampiran 4. Lanjutan (Perlakuan – *Degummed-Bleached Oil* PT. SMII)Dunnett's T tests for variable: **Cu**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.000188  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-0.01856	0.01475	0.04806	
212 - 0	-0.03706	-0.00375	0.02956	
213 - 0	-0.04081	-0.00750	0.02581	
221 - 0	-0.04931	-0.01600	0.01731	
222 - 0	-0.05281	-0.01950	0.01381	
223 - 0	-0.06131	-0.02800	0.00531	
111 - 0	-0.06281	-0.02950	0.00381	
112 - 0	-0.06481	-0.03150	0.00181	
113 - 0	-0.06556	-0.03225	0.00106	
121 - 0	-0.07581	-0.04250	-0.00919	***
122 - 0	-0.07981	-0.04650	-0.01319	***
123 - 0	-0.10806	-0.07475	-0.04144	***

Dunnett's T tests for variable: **Fe**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.000063  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-0.00372	0.01550	0.03472	
212 - 0	-0.00897	0.01025	0.02947	
213 - 0	-0.01097	0.00825	0.02747	
221 - 0	-0.01772	0.00150	0.02072	
222 - 0	-0.01922	0.00000	0.01922	
223 - 0	-0.02122	-0.00200	0.01722	
111 - 0	-0.03872	-0.01950	-0.00028	***
112 - 0	-0.04497	-0.02575	-0.00653	***
113 - 0	-0.04622	-0.02700	-0.00778	***
121 - 0	-0.05372	-0.03450	-0.01528	***
122 - 0	-0.06122	-0.04200	-0.02278	***
123 - 0	-0.07122	-0.05200	-0.03278	***

Dunnett's T tests for variable: **Mg**

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 37 MSE= 0.000265  
 Critical Value of Dunnett's T= 2.805  
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

TREAT Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
211 - 0	-0.0376	0.0020	0.0416	
212 - 0	-0.0456	-0.0060	0.0336	
213 - 0	-0.0658	-0.0262	0.0133	
221 - 0	-0.0693	-0.0298	0.0098	
222 - 0	-0.0798	-0.0403	-0.0007	***
223 - 0	-0.0908	-0.0513	-0.0117	***
113 - 0	-0.0946	-0.0550	-0.0154	***
111 - 0	-0.0966	-0.0570	-0.0174	***
112 - 0	-0.1041	-0.0645	-0.0249	***
121 - 0	-0.1161	-0.0765	-0.0369	***
122 - 0	-0.1271	-0.0875	-0.0479	***
123 - 0	-0.1276	-0.0880	-0.0484	***