

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU OZONASI TERHADAP
KARAKTERISTIK RICE BRAN OIL TEROZONASI**

LAPORAN PENELITIAN MANDIRI

OLEH

**DR. ENJARLIS, MT (NIDN : 0308086404)
DR. SRIHANYANI, MT (NIDN : 0315106501)
SUSI FATMALA (Nrp : 1141700014)
DHEA NURSAFTRI (Nrp :1141700006)**



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengaruh Suhu dan waktu Ozonasi terhadap karakteristik Rice Brant Oil Terozonasi

Peneliti Pelaksana :

Nama : DR. Ir. Enjarlis, MT

Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Indonesia

NIDN : 0308086404

Program Studi : Teknik Kimia

Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

Alamat email : en_jarlis@yahoo.com

No. Hp : 081381234418

Anggota :

Nama : DR. Ir. Srihandayani, MT

Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Indonesia

NIDN : 0315106501

Program Studi : Teknik Kimia

Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

Biaya Pelaksanaan : Rp 10.000.000,-

Mengetahui



(DR. Ir. Wahyudin., M.Sc., IPM)
NIDN: 0323107606

Ketua Peneliti



(DR. Ir. Enjarlis, MT)
NIDN: 0308086404

Disetujui
Kepala Pusat Riset dan
Pengabdian Masyarakat



Dr. Joelianingsih, MT

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga laporan penelitian dengan judul *“Pengaruh Suhu dan waktu Ozonasi Terhadap Karakteristik Rice Brand Oil Oil Terozonasi”*. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang membantu pengumpulan dan penyusunan laporan penelitian ini yaitu: Herma, Susi, Dhea. Jehuda dan Tama

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan laporan penelitian ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Serpong, Juni 2021

Penulis

ABSTRAK

Ozonated Oil adalah minyak yang dapat diperoleh dari hasil proses ozonasi minyak nabati seperti minyak zaitun, biji bunga matahari, minyak kedelai, minyak lobak, minyak jagung, minyak biji anggur, oleat, linoleat, linolenat, minyak kelapa serta minyak nabati lainnya seperti minyak dedak padi. Penggunaan minyak dedak padi sebagai bahan baku untuk membuat sintesis *Ozonated Oil* melalui proses ozonasi sangat besar manfaatnya bagi kesehatan manusia, karena minyak dedak padi mengandung asam lemak tidak jenuh yang cukup besar sehingga melalui proses ozonasi dapat menghasilkan zat aktif yang sangat baik terhadap kesehatan. Oleh karena itu, penelitian sintesis ozonated oil dari minyak dedak padi perlu dilakukan. Tujuan penelitian Sintesis *Ozonated Oil* dari minyak dedak padi melalui proses ozonasi adalah (1) Menentukan kondisi proses ozonasi (suhu dan waktu proses ozonasi) minyak dedak, (2) Mengetahui bagaimana pengaruh proses ozonasi minyak dedak padi terhadap karakteristik ozonated oil (Rice Branzone Oil) yang dihasilkan. Untuk mencapai tujuan penelitian ini dilakukan variabel suhu (5 °C, 10 °C, dan 15 °C) dan lama proses ozonasi (5, 10, 15, 25 jam), sedangkan parameter yang diamati selama proses ozonasi adalah sifat fisika (warna, bau, viskositas dan densitas) dan kimia (Bilangan Asam, Iod, dan peroksida). Dari hasil penelitian sintesis *ozonated Oil* dari minyak dedak padi diperoleh suhu proses optimal adalah pada 5°C dan lama proses ozonasi selama 25 jam dengan rincian sebagai berikut: sifat kimia yang didapat yaitu, bilangan iod turun sebesar 44,65%, bilangan peroksida naik sebesar 481,81%, bilangan asam naik sebesar 262,96%, serta pH turun dari 5 menjadi 4, sedangkan sifat fisika yaitu, densitas naik sebesar 4,60%, viskositas naik sebesar 61,50%, serta warna menjadi kuning pekat.

Kata Kunci: *Ozonated Oil, Ozonasi, Minyak dedak padi, karakteristik Fisika-Kimia*

BA DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	1
ABSTRAK	2
DAFTAR ISI	3
DAFTAR TABEL	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR.....	Error! Bookmark not defined.
BAB I.....	2
PENDAHULUAN	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Perumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.4 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5 Hipotesa	Error! Bookmark not defined.
1.6 Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Dedak dan Minyak Dedak	7
2.2 Ozon.....	9
2.3 Proses Ozonasi	10
2.4 <i>Ozonated Oil</i>	12
2.5 Gugus Fungsi	Error! Bookmark not defined.
2.6 <i>Nuclear Magnetic Resonance (NMR)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.7 Pengujian Minyak	13
2.5.1 Bilangan Asam	13
2.5.2 Bilangan Peroksida	14
2.5.3 Bilangan Iod	14
BAB III.....	16
METODE PENELITIAN	16
3.1 Alat dan Bahan.....	16
3.1.1 Alat	Error! Bookmark not defined.

3.1.2	Bahan	Error! Bookmark not defined.
3.2	Skema Alat Percobaan	Error! Bookmark not defined.
3.3	Variabel dan Parameter	16
3.3.1	Variabel	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Parameter	Error! Bookmark not defined.
3.4	Tahapan Proses	Error! Bookmark not defined.
3.5	Prosedur Penelitian	17
3.5.1	Pengambilan Sampel dan Karakterisasi	17
3.5.2	Prosedur Ozonasi	17
3.6	Analisis Sampel Minyak Dedak dan Ozonated Oil	17
3.7	Matriks Percobaan	Error! Bookmark not defined.
3.7.1	Ozonasi	Error! Bookmark not defined.
BAB IV		19
HASIL PEMBAHASAN		19
4.1	Sifat Fisika dan Kimia Minyak Dedak Sebelum Ozonasi	19
4.2	Sifat Fisika dan Kimia Minyak Dedak Setelah Ozonasi	21
BAB V		29
KESIMPULAN DAN SARAN		29
5.1	Kesimpulan	29
5.2	Saran	29
DAFTAR PUSTAKA		30
LAMPIRAN		32

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak dedak padi atau lebih dikenal dengan *Rice Bran Oil* (RBO) mengandung beberapa jenis lemak, yaitu 47% *monounsaturated*, 33% *polyunsaturated*, dan 20% *saturated* (Hadipernata, 2007). Tiga asam lemak tak jenuh utama yang terdapat adalah palmitat, oleat dan linoleat dengan kisaran kandungan berturut-turut adalah 12-18%, 40-50%, dan 20-42% (Luh . 1991; Juliano, 1993). Pemanfaatan minyak dedak padi pada saat ini baru sebagai minyak makan, karena minyak dedak padi mengandung vitamin, antioksidan yaitu γ -*oryzanol*, *tocopherol*, dan *tocotrienol* dan nutrisi yang diperlukan tubuh manusia. Sebagai antioksidan ini bermanfaat bagi kesehatan, di antaranya adalah dapat mencegah radikal bebas dan memperlambat penuaan pada kulit. Penggunaan minyak dedak padi dapat dikembangkan menjadi *ozonated oil* yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat untuk penyakit kulit, kecantikan bahkan sebagai obat HIV/AIDS melalui proses ozonasi.

Ozonated Oil adalah minyak yang dapat diperoleh dari hasil proses ozonasi minyak nabati seperti minyak zaitun, biji bunga matahari, minyak kedelai, minyak lobak, minyak jagung, minyak biji anggur, oleat, linoleat, linolenat, minyak kelapa serta minyak nabati lainnya [Díaz et al., 2008] seperti minyak dedak Padi. Minyak dedak padi sangat potensi digunakan sebagai bahan baku untuk membuat *Ozonated Oil* melalui proses ozonasi, karena mengandung asam lemak tidak jenuh yang cukup besar.

Tujuan penelitian Sintesis *Ozonated Oil* dari minyak dedak padi melalui proses ozonasi adalah (1) Menentukan kondisi proses ozonasi (suhu dan waktu proses ozonasi) minyak dedak, (2) Mengetahui bagaimana pengaruh proses ozonasi minyak dedak padi terhadap karakteristik *ozonated oil* (*Rice Branzone Oil*) yang dihasilkan. Untuk mencapai tujuan penelitian ini dilakukan variabel suhu (5 °C, 10 °C, dan 15 °C) dan lama proses ozonasi (5, 10, 15, 25 jam), sedangkan parameter yang diamati selama proses ozonasi adalah sifat fisika (warna, bau, viskositas dan densitas) dan kimia (Bilangan Asam, Iod, dan peroksida). Dari hasil penelitian sintesis *ozonated Oil* dari minyak dedak padi diperoleh suhu proses optimal adalah pada 5°C dan lama proses ozonasi selama 25 jam, onasi adalah sifat fisika (warna, bau, viskositas dan densitas) dan kimia (Bilangan Asam, Iod, dan peroksida). Dari hasil penelitian sintesis *ozonated Oil* dari minyak dedak padi diperoleh suhu proses optimal adalah pada 5°C dan lama proses ozonasi selama 25 jam dengan rincian sebagai berikut: sifat kimia yang didapat yaitu, bilangan iod turun sebesar 44,65%,

bilangan peroksida naik sebesar 481,81%, bilangan asam naik sebesar 262,96%, serta pH turun dari 5 menjadi 4, sedangkan sifat fisika yaitu, densitas naik sebesar 4,60%, viskositas naik sebesar 61,50%, serta warna menjadi kuning pekat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dedak dan Minyak Dedak

Sebelah dalam dari butiran padi, termasuk sebagian kecil endosperm berpati. Namun, karena alat penggilingan padi tidak memisahkan antara dedak dan bekatul maka umumnya dedak dan bekatul bercampur menjadi satu dan disebut dengan dedak atau bekatul saja (Hadipernata, 2007).



Gambar 2. 1 Dedak dan minyak dedak padi

(Sumber: <https://www.linkedin.com/>)

Minyak dedak (*rice bran oil*) diperoleh dari katul beras pecah kulit tanaman padi (dedak padi) yang diekstraksi dengan pelarut lemak dan dimurnikan. Pengolahan minyak dedak meliputi stabilisasi dan ekstraksi. Stabilisasi bertujuan untuk menghancurkan enzim lipase yang ada dalam dedak sehingga rendemen minyak meningkat dan kadar asam lemak bebas menurun. Stabilisasi dapat dilakukan secara kimiawi atau menggunakan panas. Ekstraksi minyak dedak dapat dilakukan dengan menggunakan pelarut mudah menguap. Minyak dedak hasil ekstraksi dipisahkan dari pelarut melalui penguapan. Pelarut yang dapat digunakan adalah etanol dan n-heksan (Hadipernata, 2007).

Berdasarkan penelitian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian (2007), rendemen minyak dedak yang dihasilkan sekitar 14-17%. Minyak dedak mengandung beberapa jenis lemak, yaitu 47% *monounsaturated*, 33% *polyunsaturated*, dan 20% *saturated*

(Hadipernata, 2007). Minyak dedak pun mengandung asam lemak yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Komposisi asam lemak minyak dedak padi

Asam Lemak	Rumus Kimia	Jumlah (%)
Asam Oleat	$C_{17}H_{33}COOH$	38,4
Asam Linoleat	$C_{17}H_{31}COOH$	34,4
Asam Palmitat	$C_{13}H_{27}COOH$	21,5
Asam Stearat	$C_{17}H_{35}COOH$	2,9
Asam Linolenat	$C_{17}H_{29}COOH$	2,2

Sumber: (Hadipernata, 2007)

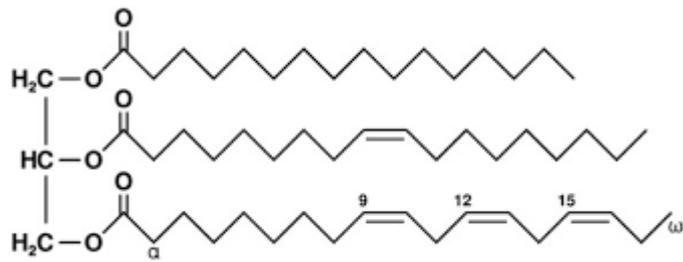
Tabel 2. 2 Syarat mutu minyak dedak

No.	Uraian	Syarat
1.	Keadaan (bau, rasa, warna)	Normal
2.	Densitas (gr/ml) pada suhu 30° C	0,910 – 0,920
3.	Bilangan asam	maks 0,6 mg KOH/g
4.	Bilangan iod	92 – 115 g iod/100 g
5.	Bilangan peroksida	maks 10 mgek/kg

Sumber: SNI 01-0610-1989

Minyak dedak padi dapat menurunkan kolesterol dalam darah karena mengandung orizanol (1,5-2%). Orizanol hanya dapat ditemukan di minyak dedak. Orizanol ini lebih aktif daripada vitamin E dalam melawan radikal bebas dan dipercaya sangat efektif menurunkan kolesterol dalam darah dan liver, serta menghambat waktu menopause.(Hadipernata, 2007).

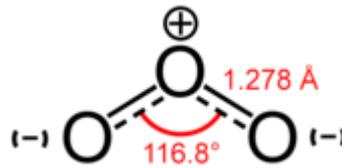
Trigliserida (TG, triasilgliserol, TAG, atau *triacylglyceride*) adalah ester yang berasal dari gliserol dan tiga asam lemak. Trigliserida adalah konstituen utama dari lemak tubuh pada manusia dan hewan lainnya, serta lemak nabati. Trigliserida dibentuk dengan menggabungkan gliserol dengan tiga molekul asam lemak. Alkohol memiliki gugus hidroksil (HO-), asam organik memiliki gugus karboksil (-COOH). Alkohol dan asam organik bergabung untuk membentuk ester. Tiga asam lemak pada trigliserida biasanya berbeda, panjang rantai asam lemak pada trigliserida bervariasi, tetapi sebagian besar mengandung 16, 18, atau 20 atom karbon.



Gambar 2. 2 Struktur Molekul Trigliserida

2.2 Ozon

Ozon merupakan molekul yang sangat aktif, tidak stabil sangat efektif dan efisien dalam penyisihan polutan. Ozon dapat merusak molekul yang besar, kompleks dan memutus rantai panjang membentuk molekul lebih kecil dan sederhana. Molekul kecil memiliki sifat biodegradable dan kurang berbahaya serta kurang berdampak negatif bagi lingkungan (Langlais , 1991).



Gambar 2. 3 Struktur molekul Ozon (O_3)

(Sumber : <http://www.wikipedia.com/>)

Kelarutan ozon dalam air bergantung pada suhu, tekanan parsial dalam fase gas, dan pH dalam cairan. Sebagai senyawa yang tidak stabil, ozon mudah mengurai menjadi oksigen. Laju dekomposisinya bertambah besar sebanding dengan kenaikan pH dan suhu (Langlais , 1991).

Penggunaan ozon secara langsung terhadap kulit yang terinfeksi oleh kuman dapat membahayakan kesehatan manusia. Oleh sebab itu pemanfaatan ozon untuk kesehatan kulit, dapat dilakukan dengan cara mereaksikan suatu media dengan ozon, sehingga ozon terikat dengan baik pada media tersebut. Dengan demikian pengobatan kulit yang terinfeksi oleh mikroorganisme dapat dilakukan dengan cara mengoleskan media yang sudah diozonasi pada pada kulit yang infeksi dan ozon dapat bereaksi

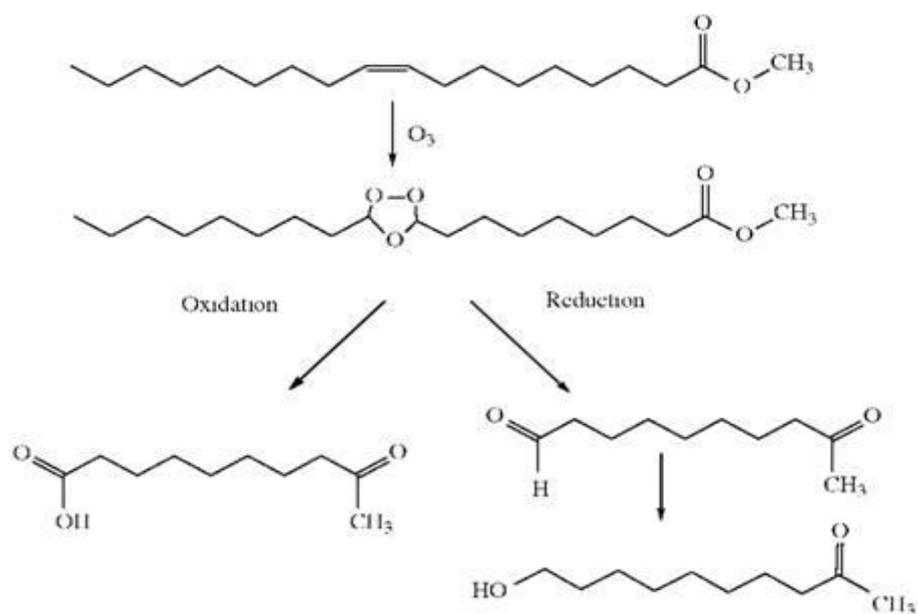
dengan kuman yang terdapat kulit tersebut. Media yang dapat digunakan untuk mengikat ozon adalah minyak dedak.

2.3 Proses Ozonasi

Ozonasi merupakan proses yang selalu meliputi dua spesies yaitu ozon (O_3) dan radikal hidroksida (OH^\cdot). Peranan masing-masing spesies diketahui dengan mengkondisikan pH reaksi yaitu, pada pH asam dominan terjadi ozonasi secara langsung oleh O_3 dan pada pH basa dominan terjadi secara tidak langsung oleh radikal hidroksida (OH^\cdot)

Reaktivitas senyawa organik terhadap ozon dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu reaktivitas tinggi, sedang, dan rendah. Senyawa yang reaktivitasnya tinggi hanya akan bereaksi dengan ozon (O_3), reaktivitas rendah hanya bereaksi dengan radikal hidroksida (OH^\cdot), dan reaktivitas sedang bereaksi dengan ozon dan radikal hidrogen.

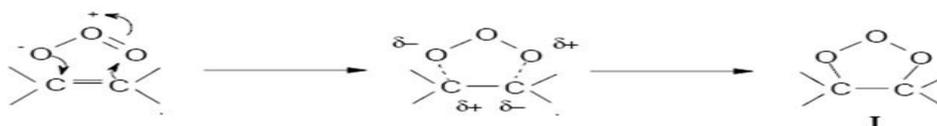
Mekanisme reaksi ozonasi dari ester asam-asam lemak dalam penelitian-penelitian yang ada sampai saat ini, semuanya didasarkan oleh mekanisme reaksi adisi ozon yang diperkenalkan oleh Criegee. Ozonasi pada ikatan rangkap yang terdapat dalam senyawa tersebut bersifat tidak stabil dan akan kembali menjadi O_3 bila suhu dinaikkan. Mekanisme Criegee untuk reaksi ozonasi terhadap ester asam lemak dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Mekanisme Criegee untuk reaksi ozonasi ester asam Lemak

Reaksi ozon secara langsung dengan senyawa organik (M) terjadi secara seri melalui mekanisme reaksi, sebagai berikut:

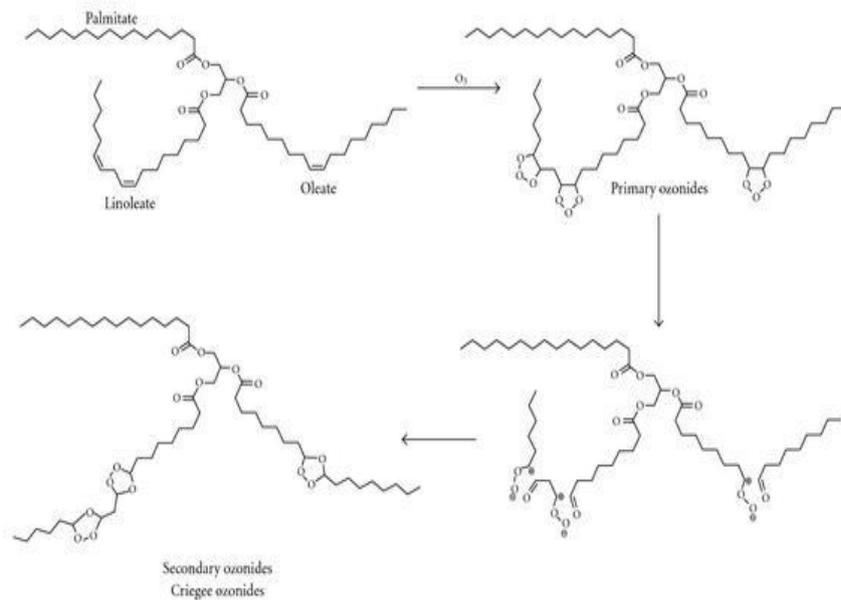
1. Pembentukan siklo (+ & - atau mekanisme Criegee) pada senyawa organik tidak jenuh dan ozon berfungsi sebagai dipole, mekanisme reaksi dapat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Mekanisme reaksi ozonasi melalui mekanisme Criegee

2. Elektrofilik (+) terjadi ditempat molekul yang densitas elektroniknya kuat, misalaromatis (fenol dan analin) elektronik kuat terjadi pada posisi orto dan para.
3. Nukleofilik (-) terjadi pada molekul di tempat densitas elektroniknya kurang dan lebih sering terjadi pada karbon yang mempunyai gugus yang lepas.

Reaksi ozon dengan minyak mengikuti mekanisme Criegee, contohnya yang terjadi pada asam palmitat, linoleat, dan oleat (Travegli, at all., 2010).



Gambar 2. 6 Struktur kimia ozonated trigliserida jenuh membentuk ozonida melalui ozonasi mekanisme Criegee [Skalska dkk, 2009]

Reaksi pada gambar 2.6 merupakan struktur kimia dari turunan *ozonated oil* yang dibentuk oleh reaksi kimia antara ozon dan trigliserida tak jenuh. Ozonida primer bersifat sementara (Travegli, 2010).

2.4 *Ozonated Oil*

Minyak nabati dibentuk oleh 97-98% trigliserida dengan asam-asam lemak penyusunnya. Eksploitasi industri minyak dan lemak, baik untuk makanan dan produk oleokimia, didasarkan pada modifikasi kimia dari kedua kelompok karboksil dan alkena yang terdapat dalam asam lemak, terutama melalui proses oksidasi. Trigliserida tak jenuh memberikan sifat minyak yang menguntungkanmelibatkan pembelahan oksidatifikatan ganda menggunakan reaksi ozonasi. Reaksi ozon dengan asam lemak tak jenuh dari minyak nabatimenghasilkan ozonida, peroksida dan aldehida. Hasil produk ozonasi tergantung pada kondisi reaksi, seperti suhu, waktu, generator ozon, jenis reaktor dan konsentrasi ozon. Minyak nabati yang dapat mengacu untuk diozonasi seperti zaitun, canola, bunga matahari, wijen dan kelapatelah diselidiki (Almeida, 2012).

Penyerapan terbaik kulit adalah minyak dengan proporsi tinggi dari asam lemak tak jenuh seperti asam oleat (omega 9), asam linoleat (omega 6) dan asam linolenat (omega 3), tetapi terutama asam oleat dan linoleat. Ozon bereaksi dengan ikatan rangkap karbon-karbon asam lemak tak jenuh dari minyak nabati menimbulkan pembentukan spesies kimia, seperti ozonides dan peroksida yang bertanggung jawab untuk tindakan kuman, serta sifat merangsang perbaikan jaringan dan regenerasi (Almeida , 2012).

Sifat antimikroba dari *ozonated oil* merupakan pendekatan farmasi menarik untuk pengelolaan berbagai patologi dermatologis. Karena sifat antimikroba dari *ozonated oil*, ada banyak paten menjelaskan penggunaannya untuk pengobatan penyakit kulit seperti dermatitis, jerawat, bisul, luka, luka bakar dan luka kulit lainnya, pengobatan asma, digunakan sebagai pencahar dan untuk mengobati infeksi usus. Baru-baru ini penggunaannya telah dijelaskan untuk pengobatan infeksi yang disebabkan oleh cacing kremi, genital herpes simpleks, virus *human papilloma* (HPV), dan jamur, seperti mikroorganisme dari genus *Candida* (Almeida , 2012).

2.5 Pengujian Minyak

2.5.1 Bilangan Asam

Bilangan asam merupakan ukuran dari jumlah asam lemak bebas, dihitung berdasarkan berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak. Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah milligram KOH 0,1 N yang dipakai untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak. Tujuan dari analisis bilangan asam adalah untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak atau lemak (Ketaren, 2012). Cara menentukan bilangan asam dengan rumus:

$$\text{Bilangan asam} = \frac{AxNx 56,1}{W}$$

Keterangan :

A : Volume titrasi KOH (mL)

W : Berat Sampel (gram)

N : Normalitas KOH (0,1 N)

2.5.2 Bilangan Peroksida

Nilai peroksida atau *peroxide value* (PV) adalah nilai yang biasanya digunakan sebagai indikator kemajuan dan/atau kontrol dari proses ozonisasi secara sederhana, cepat, dan biaya rendah. Selain itu, nilai peroksida mungkin digunakan untuk evaluasi stabilitas ozonida minyak (*ozonated oil*). PV menjadi indikator penting untuk distribusi secara komersial dan penyimpanan yang lebih baik [Sega dkk., 2010]. Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan jumlah oksigen aktif yang terdapat pada minyak akibat adanya oksidasi oleh ozon. Tujuan dari analisis bilangan peroksida adalah untuk mengetahui sifat teroksidasi dari minyak (Ketaren, 2012). Minyak yang mengandung asam-asam lemak tidak jenuh dapat teroksidasi oleh oksigen yang menghasilkan suatu senyawa peroksida.

Cara yang sering digunakan untuk menentukan angka peroksida adalah dengan metoda titrasi iodometri. Dalam metoda ini minyak dilarutkan ke dalam larutan asam asetat glacial-kloroform yang kemudian ditambahkan KI. Dalam campuran tersebut akan terjadi reaksi KI dalam suasana asam dengan peroksida yang akan membebaskan I₂. Kemudian I₂ yang dibebaskan selanjutnya dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat (Anwar, 1996). Rumus perhitungan bilangan asam adalah sebagai berikut:

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{(V_2 - V_1) \times N \times 1000}{W}$$

Keterangan:

- V₁ : ml larutan baku natrium tiosulfat untuk penitaran blanko
- V₂ : ml larutan baku natrium tiosulfat untuk penitaran contoh
- N : normalitas larutan baku natrium tiosulfat
- W : bobot contoh minyak

2.5.3 Bilangan Iod

Bilangan iod adalah banyaknya iodin (dalam gram) yang dapat diserap oleh 100 gram minyak atau lemak. Bilangan iod menunjukkan ketidakjenuhan asam lemak penyusun minyak. Asam lemak tidak jenuh mampu mengikat iod dan membentuk senyawa jenuh. Banyaknya iodin yang diikat menunjukkan banyaknya ikatan rangkap (Sudarmadji, 2007).

Bilangan iodin tergantung pada jumlah asam lemak tidak jenuh dalam lemak. Lemak yang akan diperiksa dilarutkan dalam kloroform (CHCl₃) kemudian ditambah larutan iodin berlebihan. Sisa iodin yang tidak bereaksi dititrasi dengan tiosulfat (Winarno,

2004). Nilai Iodium atau *Iodium value* (IV) merupakan jumlah iodium (dalam gram) yang akan bereaksi dengan ikatan ganda (C=C) dalam 100 gram sampel. Rumus perhitungan bilangan iod adalah sebagai berikut:

$$\text{Bilanganiod} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 12,69}{W}$$

Keterangan:

V_1 : ml larutan baku natrium tiosulfat untuk penitaran blanko

V_2 : ml larutan baku natrium tiosulfat untuk penitaran contoh

N : normalitas larutan baku natrium tiosulfat

W : bobot contoh minyak

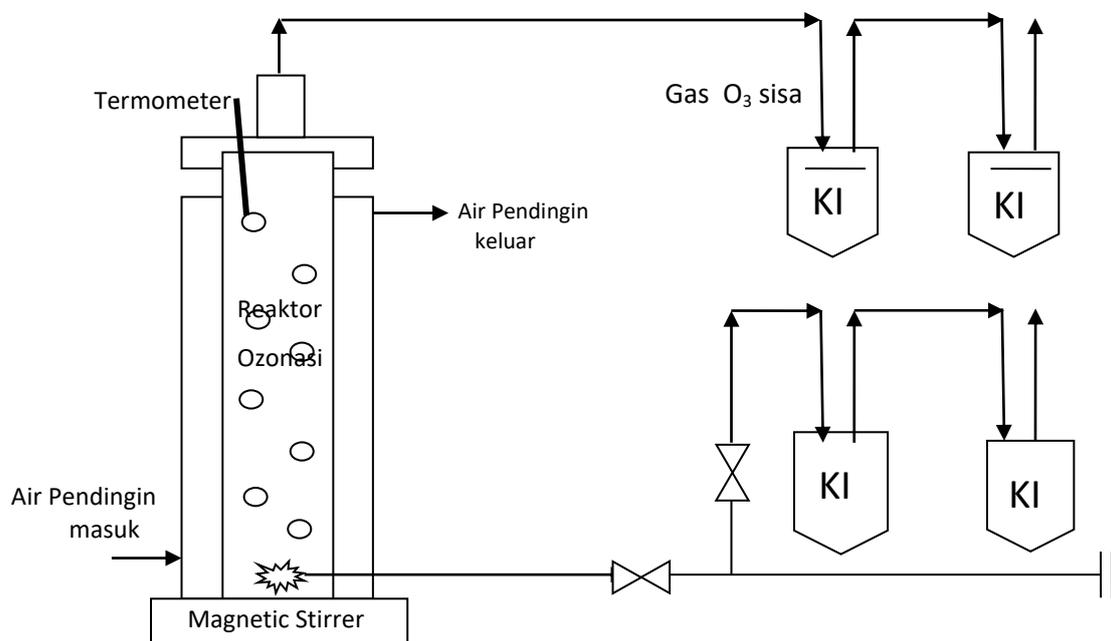
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Seperangkat reaktor ozonasi (reaktor pipa, difuser, destructor ozona, jaket pendingin, magnetic stirrer, termometer, stirrer), Generator Ozon/Ozonator X-troy (output ozon 400 mg/H), spektrometer NMR JEOL JNMEX400 single pulse, Viskometer Ostwald, piknometer, botol sampel, *stopwatch*, alat-alat gelas (*beaker glass*, spatula, gelasukur, kaca arloji, buret, statip, corong), *hot plate*, dan neraca analitik.

Minyak dedak (nama produk: *Oryza Grace*), Kloroform pekat 99,8%, Asam asetat glacial (PT.SMART LAB INDONRSIA), Kalium iodida 30 %, Etanol absolute anhydrous 99,9%, Larutan natrium tiosulfat 0.1 N dan 0.02 N, *Aquadest*, larutan kanji 1%, *wij's solution* AR (PT.SMART LAB INDONESIA), Phenolftalein 0.5%, Larutan NaOH 0.1 N, kertas pH *universal*, batu es, dan garam.



Gambar 3. 1 Skema Alat Proses Ozonasi Minyak Dedak

Variabel dan Parameter

Penelitian dilakukan dengan memvariasikan suhu (5, 10, 15°C) operasi dan lama proses ozonasi minyak dedak padi (5 jam, 10 jam, 15 jam, 25 jam). Parameter yang diamati

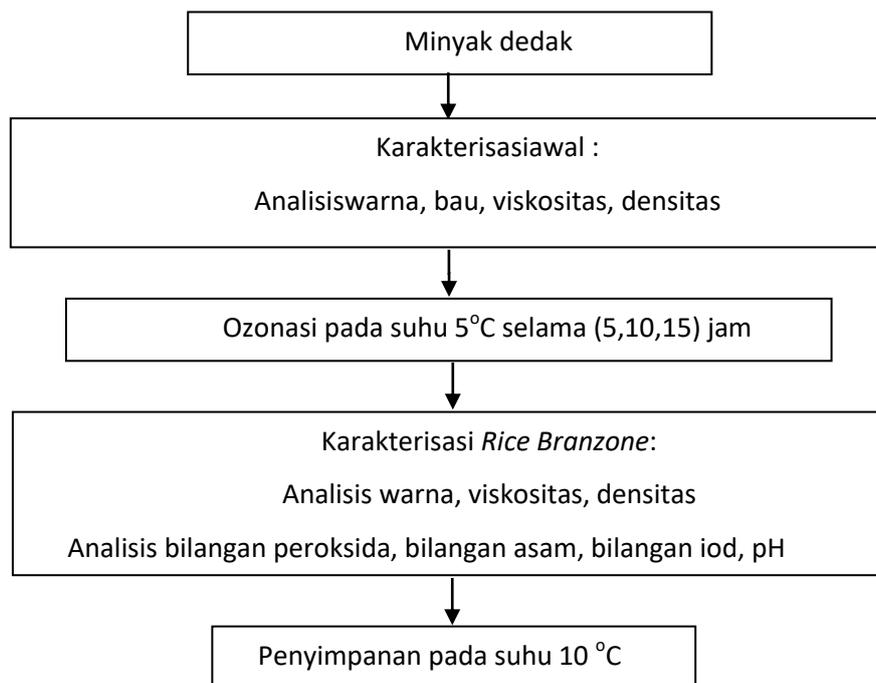
selama percobaan adalah perubahan sifat Fisika meliputi Warna, Viskositas, Densitas dan Sifat Kimia (Bilangan asam, Bilangan Peroksida, Bilangan Iod, dan pH).

Prosedur Penelitian

3.1.1 Pengambilan Sampel dan Karakterisasi

Sampel minyak dedak yang dipakai adalah dari *supermarket* di Tangerang. Jumlah sampel yang dibutuhkan kurang lebih 1 L. Kondisi optimum proses ozonasi menggunakan hasil dari penelitian sebelumnya oleh Hermawati yaitu 5°C. Karakterisasi minyak dedak dilakukan dengan mengukur densitas, viskositas, bilangan asam, bilangan iod, dan bilangan peroksida. Serta melihat perubahan struktur dengan menggunakan NMR ¹H dan ¹³C.

3.1.2 Prosedur Ozonasi



3.2 Analisis Sampel Minyak Dedak dan Ozonated Oil

Densitas

Ditimbang berat piknometer kosong, kemudian dimasukkan minyak ke dalam piknometer sampai penuh, setelah itu ditimbang piknometer + minyak (piknometer isi), dan hitung densitas dari minyak dengan rumus :

$$\rho_{\text{minyak}} = \frac{\text{massa piknometer isi} - \text{massa piknometer kosong}}{\text{volume piknometer}}$$

Volume piknometer

Viskositas

Dimasukkan minyak ke dalam viskometer Ostwald, setelah itu dihisap minyak tersebut dengan menggunakan propipet sampai melewati tanda batas A (garis pertama), dibiarkan turun sampai tanda A, dinyalakan stopwatch dan dicatat waktu turunnya minyak dari tanda A ke tanda B (garis kedua), dilakukan percobaan yang sama pada blanko (air). Setelah itu dihitung viskositas minyak dengan rumus:

$$\eta_{\text{minyak}} = \frac{\eta_{\text{air}} \times \rho_{\text{minyak}} \times t_{\text{minyak}}}{\rho_{\text{air}} \times t_{\text{air}}}$$

Bilangan Asam

Ditimbang minyak sebanyak 2 gram ke dalam erlenmeyer 250 ml, ditambahkan 50 ml etanol 95% netral, ditambahkan 3 tetes indikator PP dan titrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga warna merah muda tetap, dilakukan duplo, dihitung bilangan asam.

Bilangan Peroksida

Ditimbang minyak sebanyak 2 gram kedalam erlenmeyer, ditambahkan 30 ml campuran larutan dari 48 ml asam asetat glasial, dan 32 ml kloroform, ditambahkan 0,5 ml larutan kalium iodida lalu diaduk sampai benar – benar tercampur, ditambahkan 30 ml air, dan titrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat 0,1 N sampai warna kuning menghilang, kemudian titrasi kembali dengan larutan standar natrium tiosulfat 0,1 N dengan larutan kanji sebagai indikator sampai warna biru menghilang, dilakukan penetapan blanko, dihitung bilangan peroksida

Bilangan Iod

Ditimbang minyak 0,2 gram kedalam Erlenmeyer, ditambahkan 20 ml kloroform dan tambahkan 25 ml larutan wijs serta simpan selama 30 menit dalam ruang gelap, kemudian ditambahkan 20 ml larutan KI 30% dan 100 ml air, segera ditutup, dititar dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N sampai warna kuning menghilang, kemudian dititar dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N dan larutan kanji sebagai indikator sampai warna biru menghilang, dilakukan penetapan blanko, dihitung bilangan iod.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dengan judul “Pengaruh Ozonasi terhadap Perubahan Sifat Kimia Minyak Dedak “ dilakukan untuk melengkapi kajian mengenai kondisi optimal proses Ozonasi minyak dedak (Rice Bran Oil) dari penelitian sebelumnya (Hermawati,2013), sehingga kondisi operasi optimum yang telah didapat, seperti suhu dan lama waktu Ozonasi dapat diterapkan pada penelitian berikutnya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi suhu ozonasi terbaik dan mempelajari pengaruh proses Ozonasi terhadap karakteristik ozonated Oil yang dihasilkan meliputi karakteristik fisika dan kimia ozonated oil. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi awal pada minyak dedak dan karakterisasi akhir pada ozonated oil guna melihat perubahan yang disebabkan oleh berbagai variabel.

4.1 Sifat Fisika dan Kimia Minyak Dedak Sebelum Ozonasi

Minyak dedak yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak dedak yang sudah siap dikonsumsi dan dijual di pasaran. Pengujian minyak dedak sebelum Ozonasi(karakterisasi awal) dilakukan untuk mengetahui kondisi awal minyak dedak baik secara fisika maupun kimia. Prosedur kerja penentuan karakteristik minyak dedak diambil dari SNI nomor 01-0610-1989 dan SNI nomor 01-3555-1998. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Karakterisasi awal minyak dedak sebelum ozonasi

Minyak Dedak Sebelum Ozonasi			
Sifat			
Fisika		Kimia	
Parameter	Hasil Analisis	Parameter	Hasil Analisis
Warna	Kuning jernih	pH	5.0
		Bil.Asam (mg NaOH /g minyak)	0.540
Densitas (g/ml)	0.915	Bil.Peroksida (mgek/kg)	55
Viskositas (centi poise)	23,20	Bil.Iod (g iod/100 g minyak)	128,71

Minyak dan lemak (trigliserida) yang diperoleh dari berbagai sumber mempunyai sifat fisika-kimia yang berbeda satu sama lain karena perbedaan jumlah dan jenis ester yang terdapat di dalamnya. Pengujian sifat fisika dan kimia juga digunakan untuk identifikasi jenis dan penilaian mutu minyak (Ketaren, 2012).

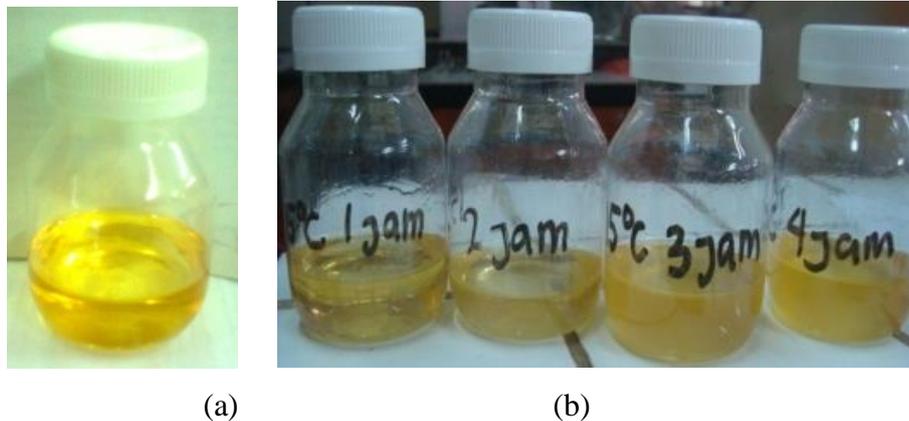
Untuk mengetahui adanya reaksi oksidasi oleh ozon yang menyebabkan perubahan struktur komponen minyak, maka dipilih parameter uji warna, densitas, viskositas, bilangan asam, bilangan iod, bilangan peroksida, dan pH. Pengamatan secara kualitatif dilakukan dengan pengukuran warna khususnya untuk mengetahui adanya reaksi oksidasi secara visual. Viskositas digunakan untuk menentukan kekentalan pada minyak yang berubah akibat adanya perubahan struktur komponen minyak. Densitas digunakan untuk mengetahui perubahan massa minyak akibat perubahan struktur minyak. Bilangan asam digunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas dan berkaitan dengan pH. Bilangan peroksida digunakan untuk mengukur jumlah oksigen aktif akibat ozonasi. Bilangan iod digunakan untuk mengukur banyaknya ikatan rangkap dalam minyak dedak.

4.2 Sifat Fisika dan Kimia Minyak Dedak Setelah Ozonasi

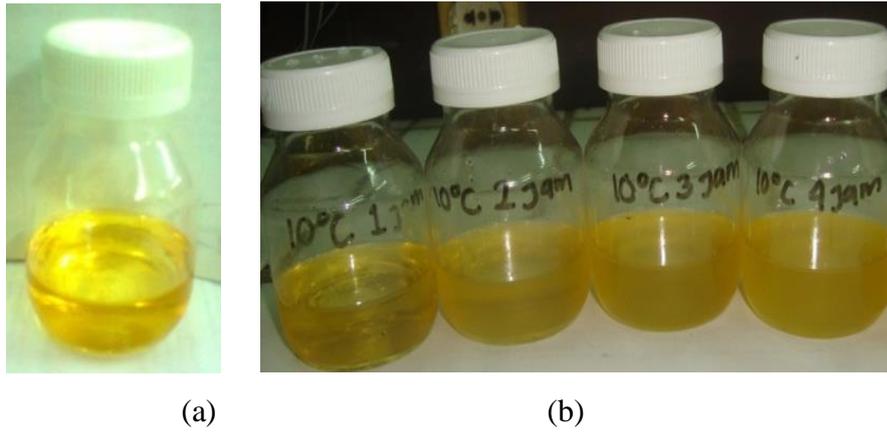
Data pengamatan sifat fisika dan kimia dapat dilihat pada lampiran 1. Hasil pengamatan yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai densitas, viskositas, bilangan asam, dan bilangan peroksida mengalami kenaikan, sedangkan bilangan iod mengalami penurunan dibandingkan dengan minyak sebelum ozonasi. Secara keseluruhan hasil terbaik diperoleh pada kondisi proses 5 °C selama 25 jam dengan nilai densitas 0.957 g/ml, viskositas 37,47 poise, bilangan asam 1,960 mg NaOH/g minyak, bilangan peroksida 320 mgrek/kg minyak, dan iod 71,233 g iod/100 g minyak.

4.2.1 Perubahan Warna Minyak Dedak

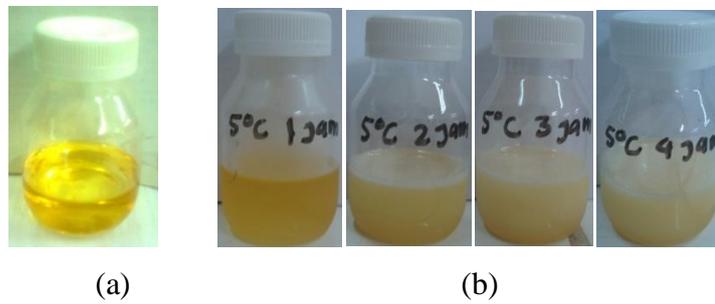
Minyak dedak mengalami perubahan warna setelah ozonasi pada suhu 5°C, 10°C dan 15 °C yaitu dari kuning jernih menjadi kuning pekat, perubahan warna ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.,4.2 dan 4.3 serta 4.4 ozonasi pada 5°C selama 25 jam proses ozonasi. Pigmen berwarna kuning pada minyak berasal dari karotenoid yang larut dalam minyak (Ketaren, 2012). Terjadinya perubahan warna minyak setelah ozonasi karena pigmen karotenoid (α dan β karoten) teroksidasi menjadi senyawa karotenoid baru dengan bobot molekul yang lebih rendah (Rodriguez & Amaya 2001). Perubahan bau pada minyak setelah ozonasi karena adanya ozon yang terdapat dalam fluida minyak menyebabkan minyak sedikit berbau ozon.



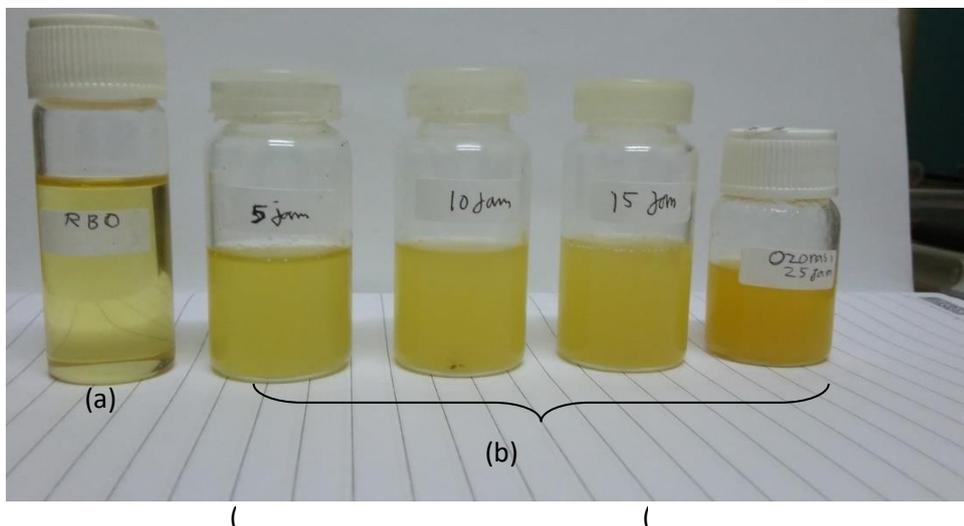
Gambar 4.1. Minyak dedak (a) sebelum ozonasi (b) setelah ozonasi pada suhu 15 °C



Gambar 4.2. Minyak dedak (a) sebelum ozonasi (b) setelah ozonasi pada suhu 10 °C



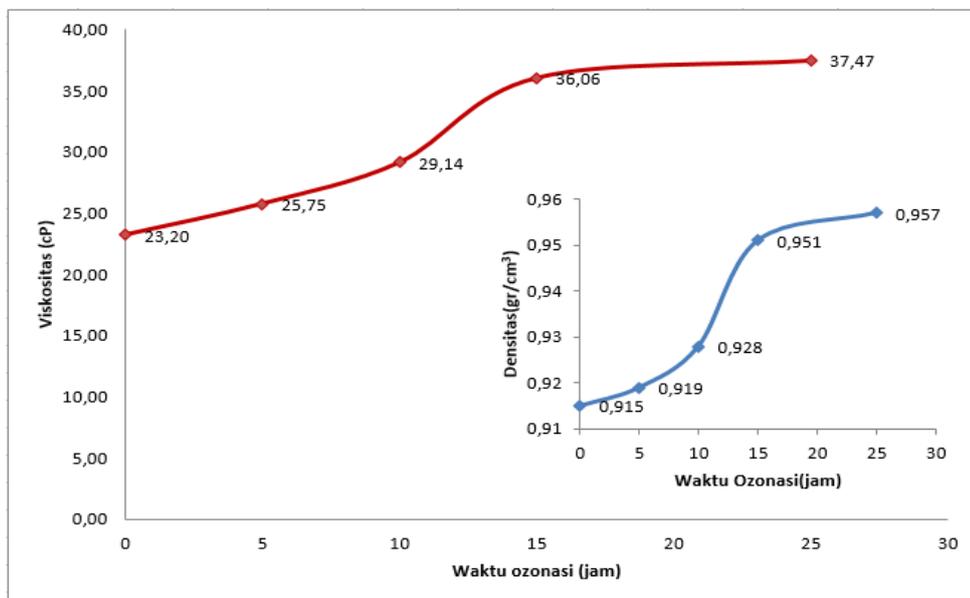
Gambar 4.3. Minyak dedak (a) sebelum ozonasi (b) setelah ozonasi pada suhu 5 °C



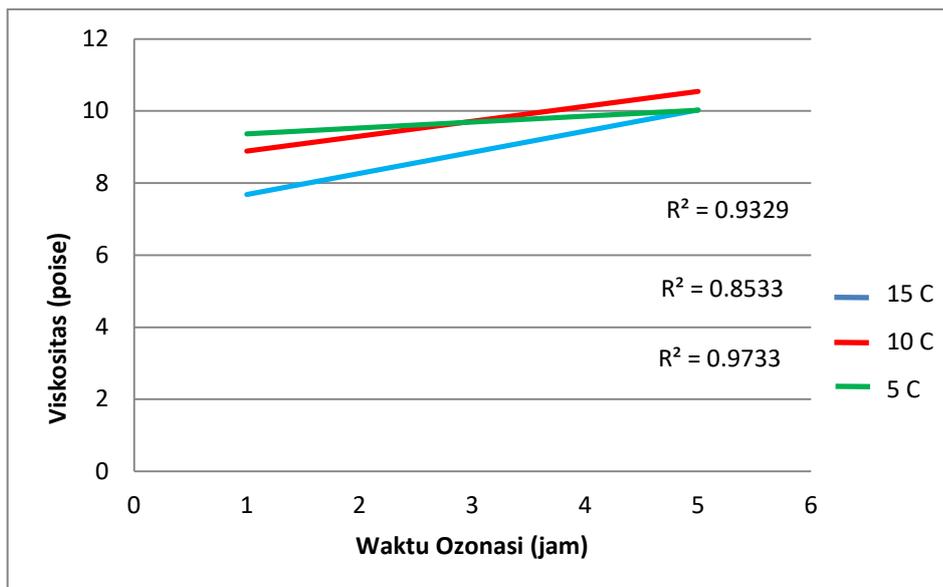
Gambar 4.4 Perubahan warna minyak dedak sebelum ozonasi (a) dan setelah ozonasi (b)

4.2.2 Perubahan Viskositas dan Densitas Minyak Dedak

Perubahan nilai viskositas dan densitas minyak dedak setelah ozonasi pada suhu 5°C selama kurun waktu tertentu dapat dilihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6 untuk ozonasi pada suhu bervariasi. Pada gambar 4.5 dan 4.6 terlihat semakin lama waktu dan semakin kecil suhu proses ozonasi maka nilai viskositas semakin naik. Hal ini disebabkan pada suhu yang relatif rendah, jumlah ozon lebih banyak terlarut dalam fluida minyak, sehingga jumlah ozon yang bereaksi dengan ikatan rangkap yang terdapat pada asam lemak tidak jenuh semakin besar pula, akibatnya jumlah ikatan rangkap yang terdapat dalam minyak setelah ozonasi juga semakin berkurang. Nilai densitas berbanding lurus dengan kenaikan nilai viskositas sehingga semakin besar viskositas dari ozonated oil maka densitasnya akan semakin besar pula.



Gambar 4.5 Hubungan waktu ozonasi terhadap perubahan nilai viskositas dan densitas minyak dedak



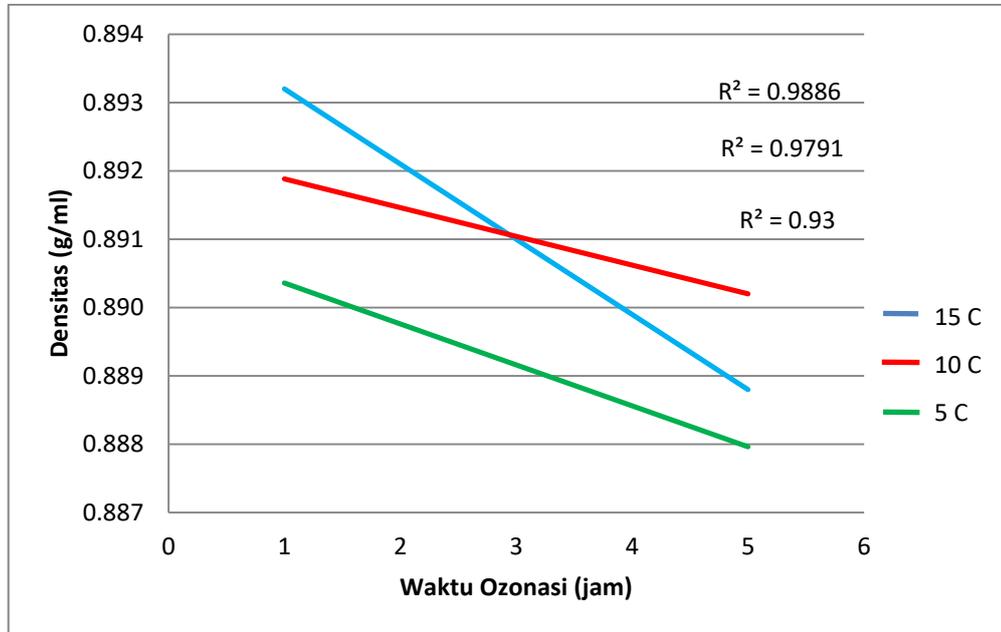
Gambar 4.6. Hubungan lama proses (1-5 jam) dan suhu (5, 10, 15 °C) ozonasi terhadap perubahan nilai viskositas

Viskositas naik dengan menurunnya rantai tak jenuh pada lemak trigliserida. Oleh sebab itu, gerakan thermal antar molekul menjadi lebih rendah dan molekul tersebut menjadi sulit bergerak (Sadowska , 2007). Peningkatan viskositas untuk minyak yang telah diozonasi menunjukkan bahwa ikatan rangkap dalam molekul minyak telah bereaksi dengan ozon. Naiknya nilai viskositas contohnya pada asam palmitat (asam lemak jenuh) mempunyai viskositas 5.80 cp lebih besar dari asam oleat (asam lemak tak jenuh) mempunyai viskositas 5.61 cp (Nooureddini , 1992)

Semakin lama proses ozonasi diterapkan maka nilai viskositas akan meningkat, Seiring dengan bertambahnya viskositas maka semakin tinggi pula nilai densitas. Hal tersebut dapat dikatakan massa minyak mengalami peningkatan akibat proses oksidasi oleh ozon. Selama oksidasi asam lemak tidak jenuh terbentuk beberapa macam gas, yaitu gas CO₂, asam menguap, akrolein, aldehid menguap, dan juga dihasilkan sejumlah molekul air (Ketaren, 2012). Hal tersebut juga disampaikan oleh Langlais (1991) bahwa adanya oksidasi oleh ozon, zat-zat organik pada minyak terurai menjadi CO₂ dan H₂O.

Nilai densitas terendah sebesar 0.915 gr/mL, yaitu pada sampel minyak dedak sebelum ozonasi. Sedangkan nilai densitas tertinggi sebesar 0.957 gr/mL, yaitu pada sampel dengan perlakuan ozonasi pada suhu 5°C selama 25 jam. Perubahan densitas

terbaik didapatkan pada ozonasi 25 jam dengan kenaikan sebesar 0,042 gr/mL. Semakin lama waktu ozonasi yang diterapkan pada minyak dedak maka akan semakin banyak pula senyawa kimia baru yang terbentuk dari reaksi oleh ozon, sehingga densitas minyak mengalami peningkatan.



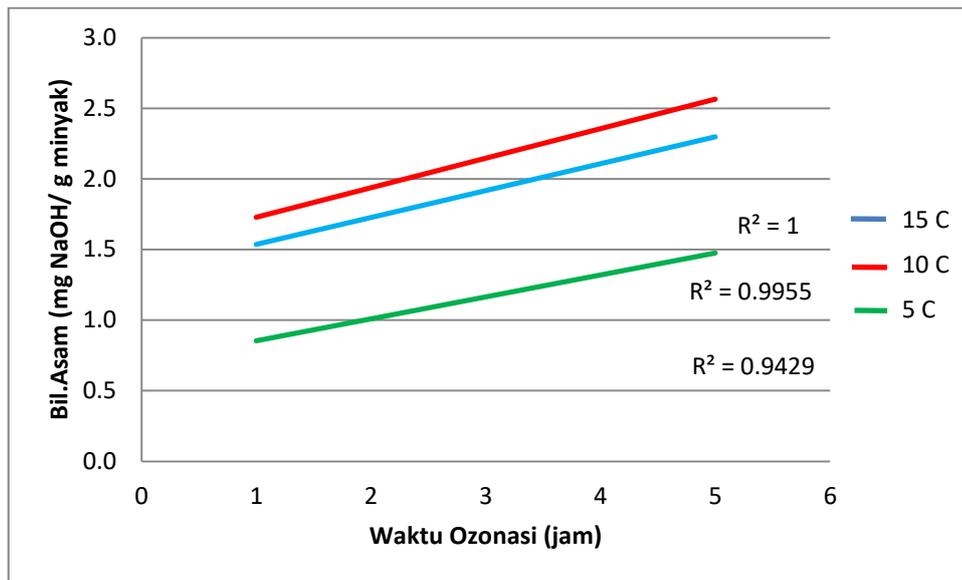
Gambar 4.7. Hubungan lama proses (1-5 jam) dan suhu (5, 10, 15 °C) ozonasi terhadap perubahan nilai densitas

4.2.3 Pengaruh Ozonasi terhadap Perubahan Bilangan Asam dan pH

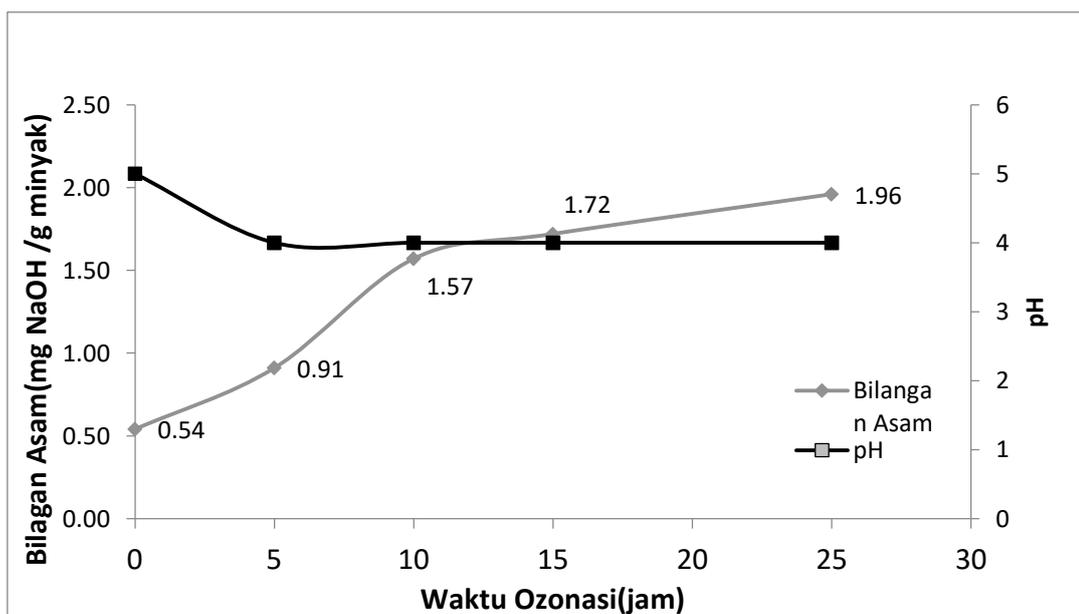
Bilangan asam adalah banyaknya milligram NaOH yang diperlukan untuk menetralkan 1 gram lemak atau minyak. Bilangan asam menunjukkan banyaknya trigliserida dalam minyak yang telah dipecah untuk melepaskan asam lemak bebas. Hasil perubahan bilangan asam dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan 4.9 yang menunjukkan semakin lama dan semakin kecil suhu proses ozonasi maka semakin naik nilai bilangan asam.

Semakin lama waktu ozonasi yang diterapkan pada minyak dedak maka bilangan asam akan meningkat, Pada lama waktu Ozonasi 25 jam memiliki bilangan asam paling tinggi, yaitu sebesar 1,96 (mg NaOH /g minyak). Hal tersebut disebabkan adanya kemungkinan ozonida yang telah terikat pada ikatan rangkap minyak telah terlepas kembali membentuk senyawa aldehid dan asam (ketaren, 2012). Selain itu, senyawa asam memang dihasilkan melalui oksidasi zat organik dalam minyak oleh ozon (Langlais , 1991).

Bilangan asam berhubungan dengan pH. Pada kondisi bilangan asam naik maka pH pun naik, tetapi perubahan pH tidak terjadi secara signifikan, sebelum ozonasi pH sebesar 5 dan dari semua lamanya ozonasi turun menjadi 4. Hal tersebut disebabkan karena pengukuran pH hanya menggunakan kertas pH universal, sehingga perubahan pH tidak terlihat secara mendetail. Kondisi derajat keasaman (pH) minyak dedak sangat penting dalam ozonasi. Pada pH asam dominan terjadi ozonasi secara langsung oleh O₃ (Langlais , 1991).



Gambar 4.8. Hubungan lama proses (1-5 jam) dan suhu (5, 10, 15 °C) ozonasi



Gambar 4.9 Hubungan waktu ozonasi terhadap perubahan Bil.asam dan pH

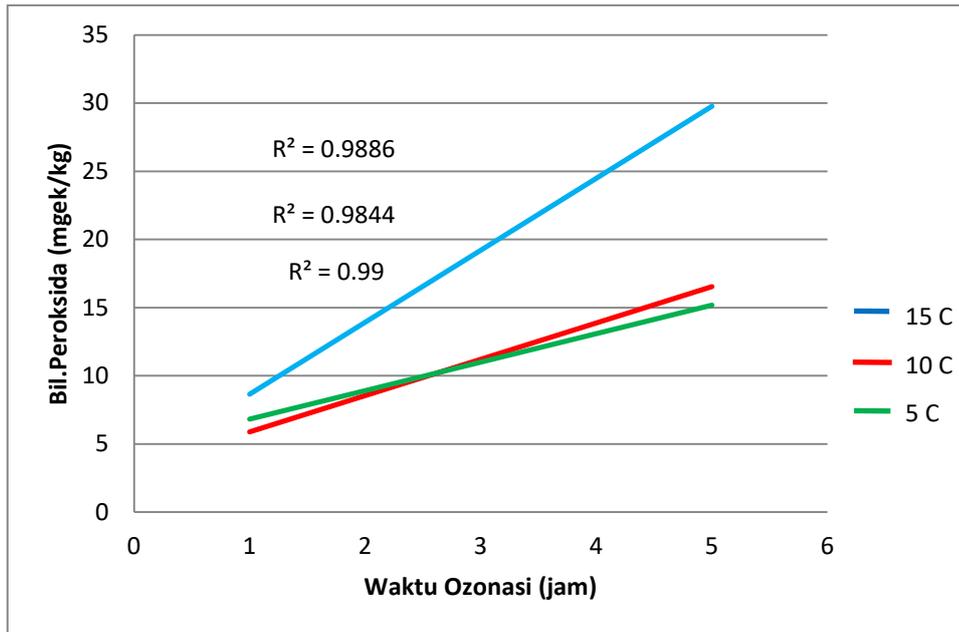
4.2.4 Pengaruh Ozonasi terhadap Perubahan Bilangan Iod dan Bilangan Proksida

Bilangan iod adalah banyaknya gram halogen yang diserap oleh 100 gram lemak dan dinyatakan dalam berat iod. Perubahan bilangan iod dapat dilihat pada Gambar 4.10, 4.11 dan 4.12, gambar tersebut menunjukkan semakin lama dan semakin kecil suhu proses ozonasi yang diterapkan pada minyak maka akan semakin kecil bilangan Iodnya.

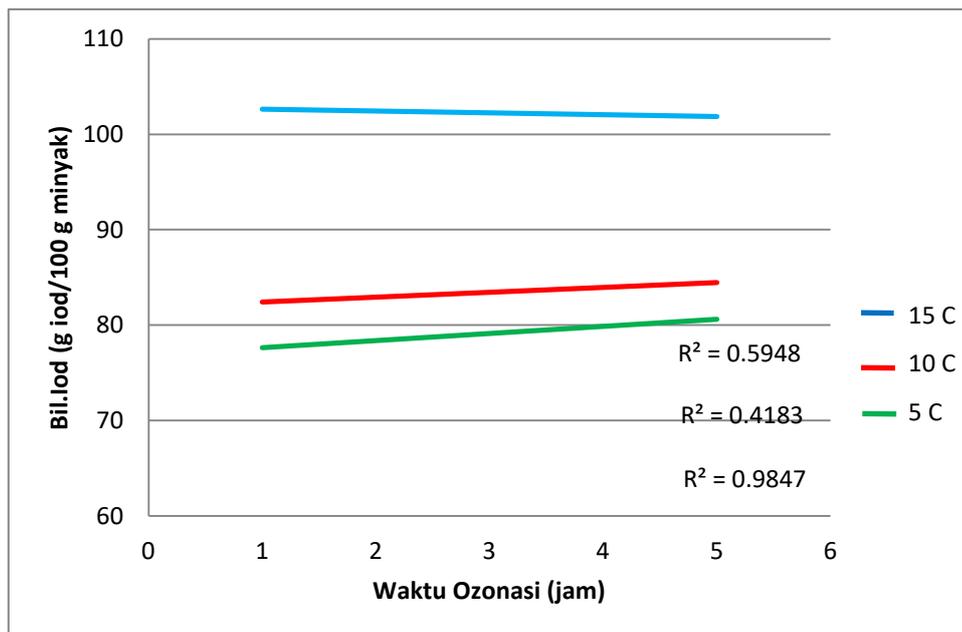
Turunnya nilai bilangan iod menunjukkan bahwa proses ozonasi dapat memecah ikatan rangkap pada minyak dengan mengikat molekul ozon membentuk senyawa ozonida. Pemutusan ikatan rangkap membentuk ikatan tunggal pada asam lemak tak jenuh membentuk senyawa ozonida sesuai dengan mekanisme Criegee yang dapat dilihat pada Gambar 2.5. Penurunan ikatan rangkap menunjukkan penurunan nilai asam lemak yang tidak jenuh dalam minyak yang mampu menyerap sejumlah iod dan membentuk senyawa yang jenuh (Ketaren, 2012).

Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Tujuan dari analisis bilangan peroksida adalah untuk mengetahui sifat teroksidasi dari minyak (Ketaren, 2012). Minyak yang mengandung asam-asam lemak tidak jenuh dapat teroksidasi oleh oksigen yang menghasilkan suatu senyawa peroksida.

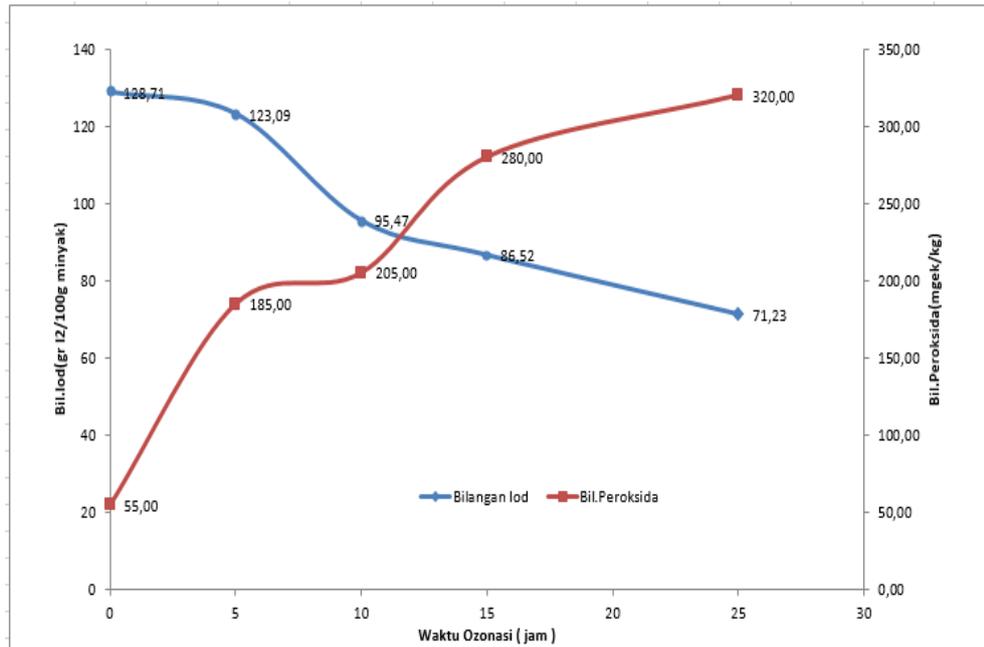
Hasil perubahan bilangan peroksida dapat dilihat pada Gambar 4.4. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semakin lama proses ozonasi maka nilai bilangan peroksida semakin naik. Nilai bilangan peroksida tertinggi diperoleh pada waktu ozonasi 25 jam sebesar 320 (mgek/kg). Tingginya nilai bilangan peroksida pada suhu 5 °C disebabkan adanya ozon yang berubah menjadi oksigen bebas (O₂). Kecepatan oksidasi lemak atau minyak akan bertambah seiring dengan kenaikan suhu (Ketaren, 2012). Oksigen bebas pun dapat disebabkan karena kandungan asam lemak pada minyak memiliki jumlah ikatan rangkap tertentu seperti pada asam oleat (1 ikatan rangkap), asam linoleat, dan linolenat. Setelah semua ikatan rangkapnya teradisi oleh ozon, maka ozon yang tidak terikat, akan mengurai menjadi oksigen bebas. Dari data yang diperoleh, nilai Bilangan Iod paling kecil dan Bilangan Peroksida paling besar didapatkan dari variabel waktu ozonasi 25 jam yaitu berturut-turut 71,23 grlod/100gr minyak dan 320 mgek/kg.



Gambar 4.10. Hubungan lama proses (1-5 jam) dan suhu (5, 10, 15 °C) ozonasi terhadap perubahan nilai bilangan peroksida



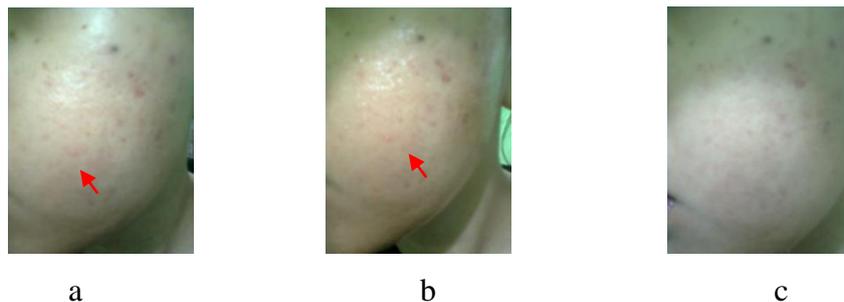
Gambar 4.11. Hubungan lama proses (1-5 jam) dan suhu (5, 10, 15 °C) ozonasi terhadap perubahan nilai bilangan iod



Gambar 4.12 Hubungan waktu (5,10,15,25 jam) ozonasi terhadap perubahan bilangan peroksida

4.2.5 Uji *Rice Branozone* pada Kulit

Ozonated oil sangat baik untuk perawatan kesehatan kulit (Travagli, 1999). Oleh karena itu, dilakukan uji coba minyak dedak yang telah diozonasi (*Rice Branozone*) untuk mengatasi masalah kulit seperti jerawat. Hasil yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Tampak a) sebelum b) saat c) setelah pemakaian *Rice Branozone*

Sebelum pemakaian *Rice Branozone*, tampak satu jerawat yang sedang tumbuh di wajah. Saat pemakaian *Rice Branozone*, wajah terasa sejuk dan kencang seperti saat memakai masker wajah. Pemakaian *Rice Branozone* dilakukan selama 15 menit, kemudian dilakukan pembilasan pada wajah, minyak tersebut terasa sangat lengket di kulit. Setelah 1 hari kemudian, satu jerawat yang tampak tersebut sudah sembuh dengan tidak menghilangkan noda bekas jerawat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi suhu proses ozonasi minyak dedak terjadi lebih baik pada suhu 5°C.
2. Hasil terbaik diperoleh dari Ozonasi selama 25 jam dengan rincian sebagai berikut: sifat kimia yang didapat yaitu, bilangan iod turun sebesar 44,65%, bilangan peroksida naik sebesar 481,81%, bilangan asam naik sebesar 262,96%, serta pH turun dari 5 menjadi 4, sedangkan sifat fisika yaitu, densitas naik sebesar 4,60%, viskositas naik sebesar 61,50%, serta warna menjadi kuning pekat.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian berikutnya disarankan dapat melakukan proses ozonasi dengan waktu lebih dari 25 jam
2. Untuk penelitian berikutnya disarankan menggunakan generator ozon dengan spesifikasi output ozon lebih tinggi terutama generator yang menggunakan oksigen murni sebagai sumber pembentukan ozon.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Nurdiansyah . 2003. *Ekstraksi Minyak dari Dedak Padi dengan Pelarut n-Hexane*. Proceeding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia. Yogyakarta
- Almeida, Nathalia R. 2012. Ozonized Vegetable Oils and Therapeutic Properties: A Review. *Orbital Elec.J.Chem.Campo Grande* 4(4):313-326
- Anwar, Chairil. 1996. *Pengantar Praktikum Kimia Organik*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, DIKTI.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Tanaman Pangan*. http://www.bps.go.id/tnmn_pgn.php (6-10-2015)
- D'iaz, M.F., Gav'in Sazatornil, J.A., Ledea, O., Hern'andez, F., Alaiz, M., Garc'es,R., 2005. Spectroscopic characterization of ozonated sunflower oil. *OzoneSci. Eng.* 27, 247–253
- Diaz, MF, Gavin, JA, Gomez, M., Curtielles, V. and Hernandez, F. (2006) "Study of Sunflower Oil Using ozonated H NMR and Microbiological Analysis". *Ozone Sci. Eng.* 28: 1, pp. 59-63.
- D'iaz, M.F., Hern'andez, F., Ledea, O., Gav'in Sazatornil, J.A., Moleiro, J.,2003.1H NMR study of methyl linoleate ozonation. *Ozone Sci. Eng.* 25,121–126.
- Hadipernata, Mulyana. 2007. *Mengolah Dedak Menjadi Minyak (Rice Bran Oil)*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian dalam Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Vol. 29 No. 4
- Hermawati. 2013. *Pembuatan Pengaruh Ozonasi Terhadap Sifat Fisika Dan Kimia Minyak Dedak*. Serpong.
- Juliano, B. O. 1993. *Rice In Human Nutrision*. Rome : Collaboration IRRI and FAO.
- Ketaren, S. 2012. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia (UIPress).
- Langlais. 1991. *Ozone in Water Treatment Application Engineering*. Florida: Cooperative Research Report
- Luh. 1991. *Properties of The Rice Carryopsis. In The Rice Production*. 2nd ed. Vol.1.A VI. PublishingCo., Wespaort, CT.pp 389-314.
- Purbasari, Aprilina dan Silviana. 2008. *Kajian Awal Pembuatan Biodiesel dari Minyak Dedak Padi dengan Proses Esterifikasi*. Semarang: UNDIP dalam Reaktor, Vol. 12 No. 1, Juni 2008, Hal. 19-21
- Soriano Jr., N.U., Migo, V.P., Matsumura, M., 2003a. Ozonation of sunfloweroil: spectroscopic monitoring of the degree of unsaturation. *J. Am. Oil Chem.Soc.* 80 (10), 997–1001.

Sudarmaji, S . 2007. *Analisis untuk bahan Pangan dan pertanian*. Yogyakarta: Liberty

Travegli, V. 2010. *Ozone and Ozonated Oils in Skin Diseases: Review*.
<http://www.hindawi.com/journals/mi/2010/610418/>. Diakses 7 Oktober 2015

LAMPIRAN

Hasil analisis Sifat Kimia dan Sifat Fisika Ozonasi keseluruhan

No	Waktu Ozonasi	Sifat Fisika		Sifat Kimia			
		Viskositas (cp)	Densitas (gr/ml)	Bilangan Iod (gr I ₂ /100g sample)	Bilangan Asam	Bilangan Peroksida	pH
1	0 jam	23,2	0,915	128,71	0,54	55	5
2	5 jam	25,75	0,919	123,09	0,91	185	4
3	10 jam	29,14	0,928	95,47	1,57	205	4
4	15 jam	36,06	0,951	86,52	1,72	280	4
5	25 jam	37,478	0,957	71,23	1,96	320	4

Berikut adalah rumus dari Analisis Minyak :

1. Bilangan Asam

$$\text{Bilangan asam} = \frac{40 \times V_s \times 0,1}{m_s}$$

2. Bilangan Peroksida

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{(V_s - V_b) \times N_{\text{tiosulfat}} \times 1000}{m_s}$$

3. Bilangan Iod

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(V_b - V_s) \times N_{\text{tiosulfat}} \times 12,63}{m_s}$$

4. Densitas (ρ)

$$\rho_{\text{minyak}} = \frac{m_{\text{pikno isi}} - m_{\text{pikno kosong}}}{V_{\text{pikno}}}$$

5. Viskositas

$$\eta_{\text{minyak}} = \frac{\eta_{\text{air}} \times \rho_{\text{minyak}} \times t_{\text{minyak}}}{\rho_{\text{air}} \times t_{\text{air}}}$$

A. Analisis Pengujian Minyak *Rice Bran Oil* (RBO)

1. Bilangan Asam

Berat Sampel (m_s) : 2 gr

Volume Titrasi (V_s) : 0,27 ml

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Asam} &= \frac{40 \times 0,27 \text{ ml} \times 0,1}{2 \text{ gr}} \\ &= 0,54 \text{ mg NaOH /g minyak} \end{aligned}$$

2. Bilangan Peroksida

Berat Sampel (m_s) : 2 gr

Volume Titrasi Sampel (V_s) : 2,3 ml

Volume Titrasi Blangko (V_b) : 1,2 ml

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Peroksida} &= \frac{(2,3 - 1,2) \text{ ml} \times 0,1 \text{ N} \times 1000}{2 \text{ gr}} \\ &= 55 \text{ mgek/kg} \end{aligned}$$

3. Bilangan Iod

Berat Sampel (m_s) : 0,21 gr

Volume Titrasi Sampel (V_s) : 13,1 ml

Volume Titrasi Blangko (V_b) : 34,4 ml

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Iod} &= \frac{(34,4 - 13,1) \text{ ml} \times 0,1 \text{ N} \times 12,63}{0,21 \text{ gr}} \\ &= 128,71 \text{ grIod/100gr minyak} \end{aligned}$$

4. Densitas (ρ)

Massa Piknometer isi ($m_{\text{pikno isi}}$) : 41,84 gr

Massa Piknometer kosong ($m_{\text{pikno kosong}}$) : 18,91 gr

Volume Piknometer (V_{pikno}) : 25 ml

$$\begin{aligned} \text{Densitas} &= \frac{41,84 \text{ gr} - 18,91 \text{ gr}}{25 \text{ ml}} \\ &= 0,915 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

5. Viskositas (η)

Viskositas Air (η_{air}) : 0,798 cP

Densitas Air (ρ_{air}) : 0,995 gr/ml

Densitas Minyak (ρ_{minyak}) : 0,915 gr/ml

Waktu Air (t_{air}) : 3,32 s

Waktu Minyak (t_{minyak}) : 105 s

$$\eta_{\text{minyak}} = \frac{0,798 \text{ cP} \times 0,915 \text{ gr/ml} \times 105 \text{ s}}{0,955 \text{ gr/ml} \times 3,32 \text{ s}}$$
$$= 23,20 \text{ cP}$$

B. Analisis Pengujian Minyak *Ozonited Oil* 5 jam

1. Bilangan Asam

Berat Sampel (m_s) : 2,02 gr

Volume Titrasi (V_s) : 0,46 ml

$$\text{Bilangan Asam} = 40 \times 0,46 \text{ ml} \times 0,1 \frac{\text{mg NaOH}}{\text{g minyak}}$$
$$= 0,91 \text{ mg NaOH /g minyak}$$

2. Bilangan Peroksida

Berat Sampel (m_s) : 2 gr

Volume Titrasi Sampel (V_s) : 4,8 ml

Volume Titrasi Blangko (V_b) : 1,1 ml

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{(4,8 - 1,1) \text{ ml} \times 0,1 \text{ N} \times 1000}{2 \text{ gr}}$$
$$= 185 \text{ mgek/kg}$$

3. Bilangan Iod

Berat Sampel (m_s) : 0,2 gr

Volume Titrasi Sampel (V_s) : 15 gr

Volume Titrasi Blangko (V_b) : 34,4 gr

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Iod} &= \frac{(34,4 - 15) \text{ ml} \times 0,1 \text{ N} \times 12,63}{0,2 \text{ gr}} \\ &= 123,09 \text{ grIod}/100\text{gr minyak} \end{aligned}$$

4. Densitas (ρ)

$$\begin{aligned} \text{Massa Piknometer isi (} m_{\text{pikno isi}} \text{)} &: 41,9 \text{ gr} \\ \text{Massa Piknometer kosong (} m_{\text{pikno kosong}} \text{)} &: 18,91 \text{ gr} \\ \text{Volume Piknometer (} V_{\text{pikno}} \text{)} &: 25 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Densitas} &= \frac{41,9 \text{ gr} - 18,91 \text{ gr}}{25 \text{ ml}} \\ &= 0,919 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

5. Viskositas (η)

$$\text{Viskositas Air (} \eta_{\text{air}} \text{)} : 0,798 \text{ cP}$$

$$\text{Densitas Air (} \rho_{\text{air}} \text{)} : 0,995 \text{ gr/ml}$$

$$\text{Densitas Minyak (} \rho_{\text{minyak}} \text{)} : 0,919 \text{ gr/ml}$$

$$\text{Waktu Air (} t_{\text{air}} \text{)} : 3,32 \text{ s}$$

$$\text{Waktu Minyak (} t_{\text{minyak}} \text{)} : 116 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} \eta_{\text{minyak}} &= \frac{0,798 \text{ cP} \times 0,919 \text{ gr/ml} \times 116 \text{ s}}{0,955 \text{ gr/ml} \times 3,32 \text{ s}} \\ &= 25,75 \text{ cP} \end{aligned}$$

C. Analisis Pengujian Minyak *Ozonited Oil* 10 jam

1. Bilangan Asam

$$\text{Berat Sampel (} m_s \text{)} : 2,03 \text{ gr}$$

$$\text{Volume Titrasi (} V_s \text{)} : 0,8 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Asam} &= \frac{40 \times 0,8 \text{ ml} \times 0,1}{2,03 \text{ gr}} \\ &= 1,57 \text{ mg NaOH /g minyak} \end{aligned}$$

2. Bilangan Peroksida

Berat Sampel (m_s)	: 2 gr
Volume Titration Sampel (V_s)	: 5,2 ml
Volume Titration Blank (V_b)	: 1,1 ml
Bilangan Peroksida	$= \frac{(5,2 - 1,1) \text{ ml} \times 0,1 \text{ N} \times 1000}{2 \text{ gr}}$
	= 205 mgek/kg

3. Bilangan Iod

Berat Sampel (m_s)	: 0,21 gr
Volume Titration Sampel (V_s)	: 18,6 gr
Volume Titration Blank (V_b)	: 34,4 gr
Bilangan Iod	$= \frac{(34,4 - 18,6) \text{ ml} \times 0,1 \text{ N} \times 12,63}{0,21 \text{ gr}}$
	= 95,47 grIod/100gr minyak

4. Densitas (ρ)

Massa Piknometer isi ($m_{\text{pikno isi}}$)	: 42,11 gr
Massa Piknometer kosong ($m_{\text{pikno kosong}}$)	: 18,91 gr
Volume Piknometer (V_{pikno})	: 25 ml
Densitas	$= \frac{42,11 \text{ gr} - 18,91 \text{ gr}}{25 \text{ ml}}$
	= 0,928 gr/ml

5. Viskositas (η)

Viskositas Air (η_{air})	: 0,798 cP
Densitas Air (ρ_{air})	: 0,995 gr/ml
Densitas Minyak (ρ_{minyak})	: 0,928 gr/ml
Waktu Air (t_{air})	: 3,32 s
Waktu Minyak (t_{minyak})	: 130 s

$$\eta_{\text{minyak}} = \frac{0,798 \text{ cP} \times 0,928 \text{ gr/ml} \times 130 \text{ s}}{0,955 \text{ gr/ml} \times 3,32 \text{ s}}$$

$$= 29,14 \text{ cP}$$

D. Analisis Pengujian Minyak *Ozonited Oil* 15 jam

1. Bilangan Asam

Berat Sampel (m_s) : 2,1 gr

Volume Titrasi (V_s) : 0,9 ml

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{40 \times 0,9 \text{ ml} \times 0,1}{2,1 \text{ gr}}$$

$$= 1,71 \text{ mg NaOH /g minyak}$$

2. Bilangan Peroksida

Berat Sampel (m_s) : 2 gr

Volume Titrasi Sampel (V_s) : 6,7 ml

Volume Titrasi Blangko (V_b) : 1,1 ml

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{(6,7 - 1,1) \text{ ml} \times 0,1 \text{ N} \times 1000}{2 \text{ gr}}$$

$$= 280 \text{ mgek/kg}$$

3. Bilangan Iod

Berat Sampel (m_s) : 0,22 gr

Volume Titrasi Sampel (V_s) : 19,4 gr

Volume Titrasi Blangko (V_b) : 34,4 gr

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(34,4 - 19,4) \text{ ml} \times 0,1 \text{ N} \times 12,63}{0,22 \text{ gr}}$$

$$= 86,52 \text{ grlod/100gr minyak}$$

4. Densitas (ρ)

Massa Piknometer isi ($m_{\text{pikno isi}}$) : 42,69 gr

Massa Piknometer kosong ($m_{\text{pikno kosong}}$) : 18,91 gr

Volume Piknometer (V_{pikno}) : 25 ml

$$\begin{aligned} \text{Densitas} &= \frac{42,69 \text{ gr} - 18,91 \text{ gr}}{25 \text{ ml}} \\ &= 0,951 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

5. Viskositas (η)

$$\text{Viskositas Air } (\eta_{\text{air}}) : 0,798 \text{ cP}$$

$$\text{Densitas Air } (\rho_{\text{air}}) : 0,995 \text{ gr/ml}$$

$$\text{Densitas Minyak } (\rho_{\text{minyak}}) : 0,951 \text{ gr/ml}$$

$$\text{Waktu Air } (t_{\text{air}}) : 3,32 \text{ s}$$

$$\text{Waktu Minyak } (t_{\text{minyak}}) : 157 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} \eta_{\text{minyak}} &= \frac{0,798 \text{ cP} \times 0,951 \text{ gr/ml} \times 157 \text{ s}}{0,955 \text{ gr/ml} \times 3,32 \text{ s}} \\ &= 36,06 \text{ cP} \end{aligned}$$

E. Analisis Pengujian Minyak *Ozonited Oil* 25 jam

1. Bilangan Asam

$$\text{Berat Sampel } (m_s) : 2,04 \text{ gr}$$

$$\text{Volume Titrasi } (V_s) : 1 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Asam} &= \frac{40 \times 1 \text{ ml} \times 0,1}{2,04 \text{ gr}} \\ &= 1,96 \text{ mg NaOH /g minyak} \end{aligned}$$

2. Bilangan Peroksida

$$\text{Berat Sampel } (m_s) : 2 \text{ gr}$$

$$\text{Volume Titrasi Sampel } (V_s) : 7,5 \text{ ml}$$

$$\text{Volume Titrasi Blangko } (V_b) : 1,1 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Peroksida} &= \frac{(7,5 - 1,1) \text{ ml} \times 0,1 \text{ N} \times 1000}{2 \text{ gr}} \\ &= 320 \text{ mgek/kg} \end{aligned}$$

3. Bilangan Iod

Berat Sampel (m_s) : 0,25 gr

Volume Titrasi Sampel (V_s) : 20,3 gr

Volume Titrasi Blangko (V_b) : 34,4 gr

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(34,4 - 20,3) \text{ ml} \times 0,1 \text{ N} \times 12,63}{0,25 \text{ gr}}$$

$$= 71,23 \text{ grIod}/100\text{gr minyak}$$

4. Densitas (ρ)

Massa Piknometer isi ($m_{\text{pikno isi}}$) : 42,84 gr

Massa Piknometer kosong ($m_{\text{pikno kosong}}$) : 18,91 gr

Volume Piknometer (V_{pikno}) : 25 ml

$$\text{Densitas} = \frac{42,84 \text{ gr} - 18,91 \text{ gr}}{25 \text{ ml}}$$

$$= 0,957 \text{ gr/ml}$$

5. Viskositas (η)

Viskositas Air (η_{air}) : 0,798 cP

Densitas Air (ρ_{air}) : 0,995 gr/ml

Densitas Minyak (ρ_{minyak}) : 0,957 gr/ml

Waktu Air (t_{air}) : 3,32 s

Waktu Minyak (t_{minyak}) : 163 s

$$\eta_{\text{minyak}} = \frac{0,798 \text{ cP} \times 0,957 \text{ gr/ml} \times 163 \text{ s}}{0,955 \text{ gr/ml} \times 3,32 \text{ s}}$$

$$= 37,47 \text{ cP}$$

F. Dokumentasi



