



**PENGARUH ADSORPSI ARANG AKTIF TEMPURUNG
KELAPA TERHADAP NILAI MASSA JENIS
DAN INDEKS BIAS MINYAK GORENG**

SKRIPSI

Oleh

**Siti Hafna Ilmi Muhala
NIM.170210102036**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2022



**PENGARUH ADSORPSI ARANG AKTIF TEMPURUNG
KELAPA TERHADAP NILAI MASSA JENIS
DAN INDEKS BIAS MINYAK GORENG**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1)
dan mencapai gelara Sarjana Pendidikan

Oleh

**Siti Hafna Ilmi Muhala
NIM.170210102036**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2022

PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah saya haturkan Kepada Allah SWT atas segala ketetapan baik dan memberikan ridho-Nya, hingga akhirnya saya berada pada kesempatan yang indah ini yaitu dapat menyelesaikan skripsi dengan luar biasa,. Maka dari itu, saya persembahkan skripsi ini kepada :

1. Kedua orang tua saya Bapak Suyitno dan Ibu Suhartatik yang senantiasa menyayangi saya dari kecil hingga sekarang, selalu mendoakan setiap langkah saya juga tidak pernah meninggalkan saya dimanapun, kapanpun, dan dalam keadaan apapun. Mendidik ilmu agama dengan penuh kesabaran dan memberikan dukungan berupa material dan moral untuk kesuksesan anak – anaknya.
2. Guru – guru saya sejak Taman kanak - kanak hingga Perguruan Tinggi yang telah mendidik segala macam ilmu pengetahuan.
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Penddidikan Univeritas Jember;

MOTTO

Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita
(Surat At-Taubah ayat 40)¹



¹Departemen Agama Republik Indonesia. 2004. *Al – Qur'an dan Terjemahnya*. Bandung. CV Penerbit J – ART

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Siti Hafna Ilmi Muhala

NIM : 170210102036

Menyatakan dengan benar - benar bahwasanya karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Massa Jenis Dan Indeks Bias Minyak Goreng” sungguh - sungguh hasil karya sendiri, kecuali dalam kutipan suatu subtransi yang telah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan di institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa terdapat tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia menerima sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Maret 2022

Yang menyatakan



Siti Hafna Ilmi Muhala

170210102036

SKRIPSI

**PENGARUH ADSORPSI ARANG AKTIF TEMPURUNG
KELAPA TERHADAP NILAI MASSA JENIS
DAN INDEKS BIAS MINYAK GORENG**

Oleh

**Siti Hafna Ilmi Muhala
NIM.170210102036**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Yushardi, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Massa Jenis Dan Indeks Bias Minyak Goreng” karya Siti Hafna Ilmi Muhala telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Kamis, 17 Maret 2022

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si
NIP 196412301993021001

Dr. Yushardi, S.Si., M.Si
NIP 196504201995121001

Anggota I,

Anggota II

Dr. Singgih Bektiarso, M.Pd
NIP 196108241986011001

Dr. Sri Atutik, M.Si
NIP 196706101992032002

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Dr. Bambang Supeno, M.Pd
NIP 196006121987021001

RINGKASAN

Pengaruh Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Massa Jenis dan Indeks Bias Minyak Goreng; Siti Hafna Ilmi Muhala, 170210102036;2022; 43 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika; Jurusan Pendidikan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan; Universitas Jember.

Minyak merupakan salah satu bahan kebutuhan pokok rumah tangga untuk mengolah makanan. Tidak hanya untuk kebutuhan rumah tangga (skala kecil), minyak juga digunakan dalam dunia industri seperti industri kerupuk dimana dalam penggunaannya membutuhkan minyak dalam skala besar. Kebiasaan memakai ulang minyak setelah digunakan akan menurunkan kualitas minyak tersebut dan dapat beresiko pada kesehatan konsumen. Tehnik penjernihan yang tidak tepat dapat menimbulkan komposisi dalam minyak akan semakin buruk dan tidak layak dipakai berulang kali. Arang aktif merupakan media adsorben yang efektif untuk penjernihan fluida cair seperti air keruh dan minyak. Oleh karena itu, diperlukan cara pengolahan minyak bekas yang aman dan dapat mengurangi resiko timbulnya penyakit akibat penggunaan berrulah dari minyak jelantah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh adsorpsi arang aktif terhadap (1) nilai massa jensi dan (2) nilai indeks bias minyak goreng.

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen murni skala laboratorium. Titik tuju pengambilan sampel minyak diambil dari rumah industri krupuk di Dusun Gondangrejo, Desa Cakru, Kec. Kencong, Kab. Jember. Arang aktif yang digunakan untuk proses adsorpsi pada minyak adah arang tempurung kelapa yang telah diaktifkan dan berbentuk serbuk atau butiran kecil. minyak dengan perlakuan arang aktif dibagi menjadi lima bagian masing – masing 300ml kemudian ditambahkan arang aktif dengan lima kadar variasi berbeda. Alat yang digunakan untuk mengukur massa jenis adalah menggunakan piknometer sedangkan untuk mengukur indeks bias menggunakan prisma berongga yangterbuat dari kaca. Minyak dimasukkan ke dalam prisma kemudian dilakukan pengukuran indeks bias. Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali

pengulangan pada masing – masing parameter dari minyak goreng baru, minyak goreng bekas, hingga minyak goreng setelah perlakuan arang aktif.

Hasil Penelitian menunjukkan adanya perbedaan nilai massa jenis dan indeks bias dari setiap sampel. Terlihat nilai massa jenis minyak goreng baru sebesar $9,9 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ dan massa jenis minyak goreng bekas mengalami penurunan yaitu $8,8 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$, selanjutnya nilai massa jenis setelah pengaruh adsorpsi arang aktif terlihat sebesar $9,9 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ sama dengan massa jenis minyak goreng baru. Hasil perhitungan nilai indeks bias minyak goreng baru sebesar 1,472, minyak goreng bekas sebesar 1,660. Terdapat peningkatan cukup signifikan dari minyak goreng baru. Setelah mendapat perlakuan arang aktif, minyak goreng bekas mengalami pemecahan molekul kembali kemudian disaring dan menghasilkan nilai indeks bias 1,454 dengan adsorpsi arang aktif 25 gr. Indeks bias 1,492 dengan arang aktif 40 gr, penambahan 55 gr menghasilkan nilai n 1,538, selanjutnya meningkat 1,549 dengan penambahan arang aktif 70 gr dan 85 gr.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah pengaruh arang aktif tempurung kelapa mampu memperbaiki kualitas minyak goreng bekas menjadi minyak layak pakai dan memenuhi standart yang telah berlaku. nilai massa jenis dengan penambahan lima variasi arang aktif tidak menunjukkan perbedaan nilai, namun dapat menjadi acuan pembeda dengan minyak goreng bekas. nilai indeks bias yang sama dengan SNI adalah 1,454 dengan penambahan arang aktif 25 gr dan merupakan konsentrasi paling efektif diberikan pada minyak 300 ml.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Massa Jenis dan Indeks Bias Minyak Goreng”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Bambang Soepeno, M.Pd selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas dan kemudahan dalam rangka penyusunan skripsi ini;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes. selaku ketua jurusan Pendidikan MIPA yang telah memberikan fasilitas sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
3. Drs. Bambang Supriyadi, M.Sc. selaku Kepala Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember;
4. Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama Dr. Yushardi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Dr. Singgih Bektiarso, M.Pd selaku Dosen Penguji Utama dan Dr. Sri Atutik, M.Si. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya dalam penyelesaian skripsi ini;
6. Dr. Sudarti, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
7. Bapak Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember;
8. Keluarga besar Pendidikan Fisika angkatan 2017 yang telah mendukung dan berjuang bersama dari awal masuk kuliah hingga satu persatu lulus dengan gelar sarjana.

9. Bapak Suyitno Efendi dan Ibu Suhartatik kedua orang tua saya tercinta yang telah memberikan dukungan dan doanya demi terselesaikannya skripsi ini;
10. Pengelola rumah industri kerupuk yang telah memberikan izin pengambilan sampel minyak goreng sebagai bahan penelitian;
11. Apriliya Dwi Prasanti, Rosita Mayangsari, Aimatul K.H, Sahila Alimatus Z, Yurita Nur Fariska, Dyah Fita Nuraini, dan Sulistyorini, serta teman seperbimbingan yang telah mendukung, membantu dalam kesulitan dan selalu ada ketika dimintai saran dan pendapat.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Maret 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN	
PERSEMBAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	v
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Minyak Goreng	6
2.2 Kualitas Mutu Minyak Goreng	8
2.2.1 Kerusakan Minyak Goreng.....	8
2.2.2 Oksidasi	8
2.2.3 Polimerisasi.....	9

2.2.4 Hidrolisis	9
2.3 Parameter Uji Kualitas Minyak Goreng	9
2.3.1 Massa Jenis	9
2.3.2 Indeks Bias.....	10
2.4 Adsorpsi Arang Aktif	15
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Jenis Penelitian.....	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2.1 Tempat Penelitian	19
3.2.2 Waktu Penelitian.....	19
3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel.....	19
3.3.1 Variabel Penelitian.....	19
3.3.2 Definisi Operasional Variabel	20
3.4 Alur Penelitian	21
3.5 Alat dan Bahan	22
3.5.1 Bahan Penelitian	22
3.5.2 Alat Penelitian	22
3.6 Langkah – langkah Penelitian	22
3.6.1 Persiapan.....	22
3.6.2 Pengukuran	23
3.7 Metode Analisa Data	25
3.7.1 Metode Analisis Deskriptif dengan Pendekatan Kuantitatif	25
3.7.2 Tabel Hasil Pengukuran.....	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Hasil Penelitian	30

4.1.1 Hasil Uji Kualitas	30
4.1.2 Analisa Deskriptif Pengaruh Arang Aktif Terhadap Perubahan Nilai Massa Jenis dan Indeks Bias Minyak Goreng	33
4.2 Pembahasan	35
4.2.1 Hasil Uji Kualitas	35
a. Pengaruh Pemberian Arang Aktif Terhadap Nilai Massa Jenis Minyak Goreng.....	35
b. Pengaruh Pemberian Arang Aktif Terhadap Nilai Indeks Bias Minyak Goreng.....	37
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR TABEL

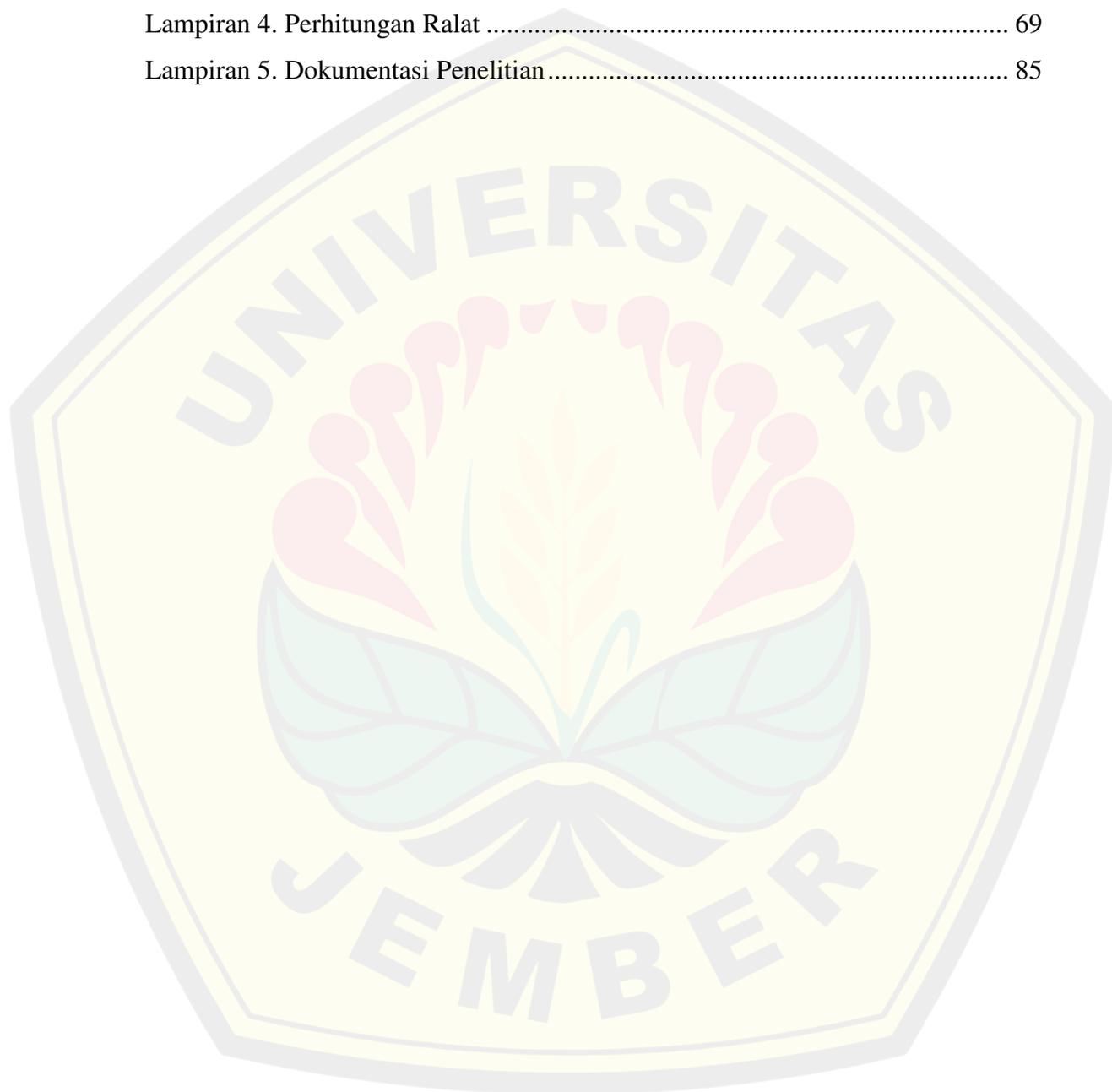
Tabel 2. 1 Standart baku mutu kualitas minyak goreng berdasarkan (SNI 1-3741-1995)	8
Tabel 2. 2 Indeks bias dari beberapa zat	12
Tabel 3. 1 Hasil pengukuran sampel 1	26
Tabel 3. 2 Hasil Pengukuran Sampel 2	26
Tabel 3. 3 Hasil pengukuran Sampel 3	26
Tabel 3. 4 Hasil pengukuran sampel 1	27
Tabel 3. 5 Hasil pengukuran sampel 2	27
Tabel 3. 6 Hasil pengukuran sampel 3	28
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran massa jenis minyak goreng baru	30
Tabel 4. 2 Hasil pengukuran massa jenis minyak goreng bekas.....	31
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran massa jenis minyak goreng setelah diberi perlakuan arang aktif.....	31
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran indeks bias minyak goreng baru	32
Tabel 4. 5 Hasil pengukuran indeks bias minyak goreng setelah digunakan.....	32
Tabel 4. 6 Hasil pengukuran indeks bias minyak goreng setelah diberi perlakuan arang aktif.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perbandingan minyak goreng curah dan kemasan bermerk.....	7
Gambar 2. 2 Alat piknometer pengukur massa jenis	10
Gambar 2. 3 Rancangan prisma Berongga.....	13
Gambar 2. 4 Prinsip pembiasan cahaya pada sebuah prisma termasuk prisma berongga (<i>hollow prism</i>) (Sumber : Idris (2017))	14
Gambar 2. 5 Arang aktif tempurung kelapa berbentuk butiran halus	16
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	21
Gambar 3. 2 rancangan prisma berongga.....	23
Gambar 3. 3 Ilustrasi proses adsorpsi minyak goreng	24
Gambar 4. 1 Prinsip pembiasan cahaya pada sebuah prisma.....	32
Gambar 4. 2 Grafik hubungan nilai massa jenis sebelum dan setelah mendapat perlakuan arang aktif.....	34
Gambar 4.3 Grafik perbandingan nilai indeks bias sebelum dan setelah mendapat perlakuan arang aktif.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks Penelitian.....	49
Lampiran 2. Perhitungan untuk Menentukan Massa Jenis.....	51
Lampiran 3. Menghitung Nilai Indeks Bias.....	54
Lampiran 4. Perhitungan Ralat	69
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	85



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi manusia sebagai bahan pengolah makanan, dimana proses pengolahan minyak goreng berasal dari tumbuhan maupun hewan kemudian dimurnikan sehingga dapat digunakan untuk menggoreng bahan makanan (Muhammad *et al*, 2020: 124). Menurut Sutiah *et al* (2008: 53) Minyak berfungsi sebagai sumber energi terbesar bagi manusia, jika dibandingkan dengan sumber energi yang lain 1 gram minyak mengandung 9 kkal/gram lebih besar dari karbohidrat yang mengandung 4 kkal/gram. Minyak goreng banyak dimanfaatkan dalam bidang kuliner sebagai media penghantar panas dan memberi perubahan menarik pada makanan seperti rasa, warna, dan tekstur (Aladedunye dan Przbylski 2009). Berdasarkan hasil perhitungan neraca bahan makanan (NBM) ketersediaan bahan makanan pada tahun 2019 dalam bentuk lemak sebesar 73,91 gram/kapita/hari, ketersediaan tersebut lebih tinggi dibandingkan tahun 2018 yang mencapai 65,55 gr/kapita/hari dikarenakan berkurangnya ketersediaan ikan sebagai sumber lemak hewani (Badan Pusat Statistik, 2019 : 17).

Menurut idris *et al* (2017) konsumsi minyak goreng mengalami peningkatan secara drastis karena tidak hanya digunakan sebagai bahan pokok rumah tangga juga dipergunakan menjadi bahan baku pelaku industri seperti industri kosmetik, oli serta kuliner. Kerap kali dalam industri makanan penggunaan minyak goreng lebih dari dua kali karena disebut masih higienis walaupun warna dari minyak tersebut telah mengalami perubahan menjadi keruh (Hartati, 2019: 26). Jika dilihat dari segi kebutuhan ibu rumah tangga, faktor usia mempengaruhi perilaku penggunaan minyak goreng. Berdasarkan hasil penelitian sebagai gambaran umum ibu rumah tangga dengan rentang usia 30 – 35 tahun masih produktif dimana pada usia tersebut mereka dituntut untuk bijaksana dalam mengola pendapatan keluarga menghemat pengeluaran termasuk pada minyak goreng sehingga penggunaan berulang pada minyak dirasa menjadi pola

penghematan pengeluaran (Notoatmodjo, 2010). Berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan pada ibu rumah tangga dengan entang usia 36 – 41 tahun keatas. Hasil penelitian (Fransiska, 2012) menunjukkan bahwa dari 100 responden mengenai penggunaan minyak goreng berulang, sebanyak 31 (31%) responden dari rentang usia tersebut di atas dan sisanya sebanyak 60 (60%) responden dengan usia dibawah 36 tahun. Hal ini menunjukkan hubungan usia dan pemikiran kedewasaan seseorang mengenai pemakaian berulang pada minyak akan dapat mempengaruhi pada kesahan tubuh.

Minyak yang telah digunakan berulang kali tentu akan mengalami perubahan dari segi nilai massa jenis, viskositas, indeks bias (Warsito, 2013), warna dan bau yang tengik (Kusumastuti, 2004). Berdasarkan ilmu fisika, kualitas minyak goreng dapat di ukur dengan memakai parameter indeks bias, massa jenis, viskositas dan perubahan warna. Minyak goreng curah dengan kualitas baik akan memiliki nilai indeks bias sebesar 1,512 (Idris *et al*, 2017) dan massa jenis sebesar 860 – 910 kg/m³ (Warsito, 2013). Sedangkan minyak habis pakai akan memiliki nilai indeks bias lebih besar dan massa jenis lebih kecil. Menurut Hidayati *et al* (2016) kerusakan kandungan minyak goreng tersebut akibat dari lamanya pemanasan dan pemakaian yang dapat dilihat dari tingkat viskositas, asam lemak bebas yang terkandung di dalamnya, perubahan warna, penurunan bilangan iodium, serta kenaikan peroksida.

Penelitian Goi *et al* (/2017:32) mengatakan bahwa penggunaan minyak goreng > 2 kali adalah tidak memenuhi syarat kesehatan, setidaknya penggunaan pergantian minyak goreng dalam sehari adalah ≤ 2 kali. Penggunaan minyak jelantah > 2 kali mengakibatkan perubahan warna minyak menjadi keruh coklat kehitaman (Goi *et al*, 2017:32). Berdasarkan nilai Standart Nasional Indonesia (SNI) 01-3741-2002 bilangan peroksida pada minyak maksimal sebanyak 10 meq/1 kg minyak (Thadeus, 2012). Berikut ini adalah parameter mutu minyak goreng beserta spesifikasinya yaitu, minyak yang baik harus memiliki bau normal, rasa normal, kadar air maksimal 0,3%, memiliki warna yang muda dan jernih, memiliki cita rasa hambar, serta asam lemak bebas maksimal 0,3% (Erlita, 2018).

Kebiasaan masyarakat yang memakai minyak goreng ber-ulang kali akan menurunkan kualitas nilai gizi makanan. Selain itu makanan yang digoreng dengan minyak jelantah dapat mengakibatkan penyakit seperti: kanker, stroke, pengendapan lemak pada pembuluh darah, serta dapat mengakibatkan diare (Erlita 2018). Kandungan minyak yang berkualitas rendah seperti minyak curah mengandung kadar asam lemak tidak jenuh lebih besar akibatnya dapat menaikkan kadar kolestrol dalam darah (Tuminah, 2009). Makanan yang identik menggunakan proses penggorengan dan membutuhkan banyak minyak galat satunya adalah kerupuk. Salah satu jenis krupuk yang diproduksi industri adalah kerupuk uyel. Kerupu ini memiliki bentuk yang bulat ber-uyel dengat sifat yang gurih dan renyah menambah cita rasa kerupuk. Kerupuk menjadi makanan favorit masyarakat indonesia dan sangat digemari baik sebagai pendamping makan berat atau hanya sekedar menjadi camilan. Harganya murah dan sangat praktis ditemukan di tempat-tempat umum seperti kios kecil, penjual motoran, bahkan pada restoran. Semakin banyak masyarakat yang mengkonsumsi kerupuk maka perlu diperhatikan kualitas minyak yang dipergunakan untuk menggoreng (Erlita 2018).

Untuk menekan kerugian pada rumah industri kerupuk, besar kemungkinan minyak yang telah digunakan banyak kali dalam satu hari penggorengan akan dipergunakan kembali di hari berikutnya. Ada beberapa cara yang dapat membantu menaikkan kualitas minyak goreng yaitu dengan melakukan penyaringan, pemecahan molekul menggunakan cara di mixer atau blander, dan penjernihan teknik penyerapan (adsorpsi). Metode adsorpsi adalah salah satu metode yang dapat membantu menjernihkan minyak jelantah menggunakan bahan absorben (Hadiah, 2020). Salah satu adsorbat yang efektif digunakan adalah arang karena diketahui memiliki daya adsorpsi mencapai 3 – 7 kali dari daya serap arangnya (Hidayati, 2016). Dari hasil penelitian Hidayati (2016) memakai arang aktif bonggol jagung teknik ini mampu meningkatkan perubahan warna menjadi jernih kembali dan kandungan asam lemak yang semula 1,62% sehabis pemakaian menjadi 0,69% dimana mendekati SNI mutu minyak goreng sebesar 0,3%.

Peneletian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas minyak goreng berdasarkan indeks bias dan massa jenis dengan dibantu teknik adsorpsi menggunakan arang aktif tempurung kelapa yang dijual bebas di pasaran dengan harga yang ekonomis dan mudah didapatkan. Dengan tujuan untuk memberikan informasi dan pengetahuan kepada masyarakat dalam mengonsumsi minyak goreng habis pakai yang layak dikonsumsi, sehingga dapat memberikan kesadaran akan pentingnya menjaga kesehatan dengan mengonsumsi minyak goreng yang layak. Adapun judul penelitian yang dilakukan adalah **“Pengaruh Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Massa Jenis dan Indeks Bias Minyak Goreng”**.



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yaitu:

- 1.2.1 Bagaimanakah pengaruh adsorpsi arang aktif terhadap nilai massa jenis minyak goreng ?
- 2.2.1 Bagaimanakah pengaruh adsorpsi arang aktif terhadap nilai indeks bias minyak goreng ?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1.3.1 Mengetahui pengaruh adsorpsi arang aktif terhadap nilai massa jenis minyak goreng.
- 1.3.2 Mengetahui pengaruh adsorpsi arang aktif terhadap nilai indeks bias minyak goreng.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat yaitu sebagai berikut :

- 1.4.1 Bagi lembaga, hasil penelitian ini dapat menjadi sumber referensi baru dalam pembelajaran perkuliahan.
- 1.4.2 Bagi pembaca, mampu memberikan wawasan dan informasi baru bagi konsumen minyak goreng mengenai kelayakan pakai minyak goreng yang dikonsumsi.
- 1.4.3 Bagi peneliti, hasil penelitian ini mampu memberikan wawasan pengetahuan dan pengalaman baru.
- 1.4.4 Bagi peneliti lain dalam bidang yang sama, dapat digunakan sebagai bahan acuan dan pertimbangan untuk melkakukan penelitian selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Goreng

Minyak goreng ialah hasil proses pemurnian minyak dari bahan mentah. Minyak goreng merupakan galat satu bahan pengolah makanan yang tergolong pada lemak, yang keduanya merupakan trigliserida yang terbentuk dari satu molekul gliserol dan tiga molekul asam lemak baik terbuat dari lemak tumbuhan maupun lemak hewani (Asihta, 2017). Tanaman yang dapat memproduksi minyak secara alami adalah pohon kelapa, tanaman bunga matahari, tanaman jagung, dan pohon zaitun. Sedangkan minyak yang berasal dari hewani adalah ikan paus, ikan tongkol, *lard* (minyak babi) dan *tallow* (minyak sapi) (Dewintasari, 2018). Pada umumnya minyak goreng dibutuhkan untuk bahan memasak pada kalangan rumah tangga dan industri penggorengan (Hajar, 2016). Minyak goreng memiliki fungsi sebagai penghantar panas, memberi rasa gurih pada makanan, memberi perubahan warna pada makanan, serta penambah nilai gizi dan kalori bagi tubuh (Ketaren, 2008).

Berdasarkan tempat pengolahannya minyak goreng terbagi menjadi dua yaitu minyak goreng curah dan minyak goreng kemasan bermerek. Minyak goreng curah merupakan minyak goreng yang pengolahannya bersifat tradisional dilakukan oleh industri kecil dan perlu penanganan lebih lanjut untuk mendapatkan mutu yang bagus karena pada umumnya dilakukan hanya satu kali proses penyaringan (Rahayu et al., 2007:2-3). Minyak goreng curah ini penjualannya tanpa memakai merek dan label produk, biasanya dijual dalam wadah lebih besar seperti drum dan jerigen kemudian dijual eceran kepada konsumen. Minyak goreng kemasan bermerek ialah minyak goreng yang dijual dipasaran kemasan yang lebih menarik dilengkapi dengan label produk. Proses pengolahan minyak goreng kemasan bermerek dilakukan di industri dengan berbagai perlakuan yang pada umumnya dilakukan dua kali proses penyaringan sehingga minyak goreng kemasan bermerek ini lebih jernih. Minyak curah memiliki harga relatif lebih murah dari pada minyak goreng bermerek (Putra,

2013:2 dan Fitriyani, 2014:3). Berikut adalah contoh dari minyak goreng curah dan minyak goreng dengan label bermerk.



(a)



(b)

(a) minyak goreng curah dan (b) minyak goreng kemasan bermerk

Gambar 2. 1 Perbandingan minyak goreng curah dan kemasan bermerk

Setiap pengolahan minyak goreng mempunyai kualitas yang berbeda-beda, namun demikian hampir seluruh minyak memiliki kandungan trigliserida tidak kurang dari 98% dan komponen non gliserida sebanyak 2% (Laela, 2016). Proses pemurnian zat warna minyak dapat dihilangkan dengan cara pemurnian dan pemucatan. Minyak goreng yang baik memiliki sifat tahan panas, stabil pada cahaya matahari, tidak merusak gizi makanan ketika penggorengan, sedikit gum, menghasilkan rasa, warna, dan tekstur yang baik, mengeluarkan asap yang sedikit ketika dilakukan penggorengan berulang kali, dan menghasilkan warna yang keemasan pada produk hasil penggorengan (Wijana et al, 2005). Terdapat pula parameter fisis untuk mengetahui kualitas minyak goreng yaitu massa jenis, indeks bias, suhu, dan viskositas. Atas dasar penelitian terdahulu, bahwa peningkatan suhu pada penggunaan minyak goreng dapat mempengaruhi viskositas minyak tersebut. Suhu yang semakin meningkat mengakibatkan kohesi molekuler dalam minyak menjadi lebih renggang dari yang semula rapat sebagai akibatnya bola dengan mudah melewati minyak goreng tersebut (Damayanti, et al: 2018). Hal tersebut dapat terjadi pula ketika dilakukan pengukuran indeks bias. Berikut ini ialah tabel standart mutu minyak goreng sesuai SNI 1-3741-1995.

Tabel 2. 1 Standart baku mutu kualitas minyak goreng berdasarkan (SNI 1-3741-1995)

Kriteria	Jumlah
bau dan rasa	Normal
warna	Muda jernih
kadar air	Max 0,3%
berat jenis	0,900 g/l
asam lemak bebas	Max 0,3%
bilangan peroksida	Max 12 meq/kg
bilangan iod	45 – 56
bilangan penyabunan	196 – 206
indeks bias	1.448 – 1.450
campuran logam	Max 0,1 mg/kg kecuali seng
massa jenis	0,917 – 0,099 g/cm ³

Sumber : Herlina (1995)

2.2 Kualitas Mutu Minyak Goreng

2.2.1 Kerusakan Minyak Goreng

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan primer manusia. Penggunaan minyak goreng baik di masyarakat maupun dunia industri berkembang pesat. Alasan ekonomis menjadi dasar terbentuknya kebiasaan untuk menggunakan minyak goreng berulang kali, dimana hal tersebut dapat merugikan dikemudian hari, baik dalam hal kesehatan maupun financial (Erlita, 2018). Pemecahan molekul pada minyak akibat pemanasan dapat menimbulkan reaksi kimiawi yang baru. Terdapat beberapa reaksi yang mempengaruhi kerusakan pada minyak goreng yaitu reaksi oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi.

2.2.2 Oksidasi

Oksidasi merupakan proses pelepasan molekul oksigen dengan suatu zat misalnya oksigen dengan minyak atau lemak. Akibat dari reaksi yang terjadi dapat mengakibatkan kerusakan pada minyak dengan ciri-ciri timbul bau tengik setelah pemanasan. Oksidasi asam lemak dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida sebagai produk primer yang bersifat tidak stabil (Winarno, 2004). Oksidasi juga akan membentuk peroksida selanjutnya membentuk aldehid dan muncul radikal bebas yang dapat memicu adanya sel kanker (Manurung, M et al, 2018 : 59).

2.2.3 Polimerisasi

Polimerisasi merupakan reaksi pembentukan senyawa pada minyak goreng yang mengakibatkan peningkatan kekentalan pada minyak. Selama proses penggorengan akan terjadi pembentukan polimer yang disebabkan reaksi oksidasi dan menghasilkan senyawa peroksida (Winarno, 2004).

2.2.4 Hidrolisis

Hidrolisis adalah pemurnian senyawa kimia disebabkan adanya reaksi zat dengan air. Pada umumnya terjadi dengan penambahan atom molekul H₂O pada salah satu atom hidrogen (Handayani, 2002).

2.3 Parameter Uji Kualitas Minyak Goreng

2.3.1 Massa Jenis

Massa jenis merupakan salah satu parameter kualitas minyak goreng yaitu hasil pengukuran massa tiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda maka bertambah besar pula massa tiap volumenya (Permatasari, 2011). Massa jenis suatu benda dapat ditulis secara matematis seperti berikut ini.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.1)$$

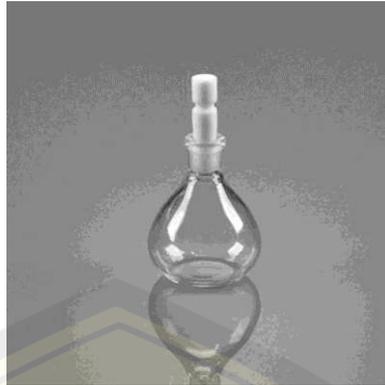
Keterangan :

ρ : Massa jenis zat (kg/m³)

m : Massa zat (kg)

V = Volume zat (m³)

Massa jenis merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menguji kualitas minyak goreng. Besar kecilnya massa jenis dapat di pengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu. Massa jenis cenderung menurun saat terjadi kenaikan suhu, sehingga semakin tinggi suhu yang di alami minyak goreng, maka massa jenis minyak akan semakin kecil karena antar molekul menjadi lebih renggang (Permatasari, 2011). Selain itu hasil penelitian Fathoni (2000) menyatakan bahwa adanya bahan lain yang mengikat minyak, salah satunya yaitu unsur air yang akan mempengaruhi besar kecilnya massa jenis minyak goreng. Besar massa jenis dapat di ukur menggunakan pycnometer.



Gambar 2. 2 Alat piknometer pengukur massa jenis

(Sumber:<https://scienceequip.com.au/products/pycnometer-density-specific-gravity-bottles-borosilicate-glass>)

Cara kerja piknometer adalah dengan mengukur selisih antara massa piknometer kosong dan piknometer berisi zat cair yang kemudian dibandingkan dengan volume zat cair. Perhitungan massa jenis secara matematis dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$\rho = \frac{m_v - m_0}{V} \quad (2.2)$$

Keterangan :

- ρ : massa jenis zat (kg/m³)
- m_0 : massa piknometer kosong (kg)
- m_v : massa piknometer berisi zat cair (kg)
- V : Volume zat cair dam piknometer(m³)

2.3.2 Indeks Bias

Indeks bias disebut sebagai salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kualitas zat cair termasuk minyak goreng menggunakan prinsip pembiasan cahaya (Faradhillah, 2019). Untuk memahami fenomena pembiasan cahaya atau interferensi maka harus berdasarkan prinsip optika fisis. Cahaya diasumsikan sebagai perambatan gelombang yang tertuju pada suatu titik bergantung pada fase dan amplitudo gelombang tersebut. Pola interferensi cahaya harus bersifat koheren dimana gelombang harus berasal dari satu sumber cahaya yang sama (Ellyana, 2019). Salah satu sumber cahaya yang bersifat koheren adala

sinar laser, laser memiliki sifat searah, cahaya monokromatik, dan intensitas kecerahan yang tinggi (Svelto, 2010).

Indeks bias menyatakan perbandingan antara laju cahaya dalam ruang hampa dengan laju cahaya pada zat ukur. gelombang cahaya dalam ruang hampa mengalami percepatan rambatan sebesar c . Cahaya yang merambat melewati suatu medium akan mengalami perubahan kelajuan sebesar v , besarnya v jauh lebih kecil dibandingkan cepat rambat cahaya di ruang hampa c . Ketika cahaya merambat dalam zat atau medium, akan mengalami penurunan kelajuan sebesar suatu faktor yang ditentukan oleh karakteristik zat yang disebut sebagai indeks bias (n) (Zamroni, 2013). Pernyataan tersebut dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$n = \frac{c}{v} \quad (2.3)$$

Keterangan :

n : Indeks bias

c : Laju cahaya dalam ruang hampa (3×10^8 m/s)

v : Laju cahaya dalam medium

Terdapat beberapa nilai indeks bias zat cair yang disajikan dalam tabel 2.2 berikut:

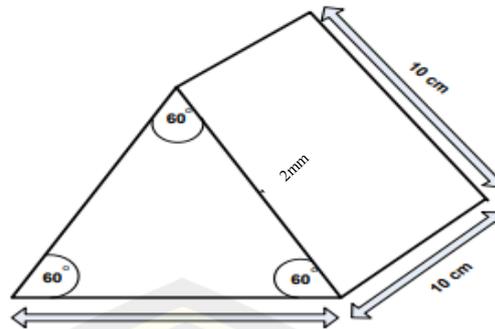
Tabel 2. 2 Indeks bias dari beberapa zat

Medium	$n = \frac{c}{v}$
Air	1,33
Alkohol	1,36
Benzena	1,46
Es	1,31
Etil	1,48
Gliserol	1,50
Hidrogen	1,000132
kaca	1,52
Karbondioksida	1,00045
Minyak goreng	1,47
Udara hampa	1,00

Sumber : Zamroni (2013)

Pengukuran kualitas minyak goreng menggunakan parameter indeks bias dapat dilakukan secara sederhana menggunakan alat refraktometer sederhana (Prasetyo, 2014). Alat refraktometer sederhana ini dapat menggunakan kaca komersil (Idris, 2017).

Pengembangan alat refraktometer telah banyak dikembangkan oleh peneliti sebelumnya, salah satu pengembangan alat ini adalah alat refraktometer prisma berongga (hollow Prism). Prisma berongga merupakan piranti pengembangan alat optik transparan yang dibuat dari kaca komersil atau gelas paralel yang dibentuk menjadi sebuah segitiga dengan sudut apit dan sudut api tertentu dengan bagian tengah prisma tersebut berupa rongga kosong (Idris, 2017). Ilustrasi perancangan prisma berongga dapat dilihat seperti gambar 2.3 berikut.



Gambar 2. 3 Rancangan prisma Berongga

Prinsip pengukuran indeks bias menggunakan prisma berongga ini didasarkan pada prinsip pembiasan cahaya, yaitu ketika cahaya melewati dua medium dengan kerapatan (indeks bias) berbeda. Berkas sinar dilewatkan melalui prisma berongga (hollow prism) yang berisi zat bahan selanjutnya dihitung sudut deviasi minimum berkas sinar tersebut setelah melalui fluida dalam prisma seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.3 (Brewster, 1829. Southall, 1933. Guenther, 1990).

Piranti pengukuran indeks bias berdasarkan besaran fisika adalah menggunakan prinsip hukum Snellius. Pembiasan merupakan salah satu fenomena fisika yang menggunakan prinsip ini. Ketika berkas cahaya datang menemui bidang batas, sebagian berkas cahaya yang diteruskan dari medium satu ke medium dua akan mengalami pembelokan. Pembelokan cahaya ketika merambat inilah yang disebut dengan pembiasan (Akbar, 2019).

a. Hukum Snellius

Sudut yang dibentuk oleh proses pembiasan cahaya melalui garis normal disebut sebagai sudut bias. Sudut bias tergantung dari sudut datang dan kecepatan berkas cahaya pada kedua medium. Hubungan antara sudut bias dengan sudut pantul disebut dengan Hukum Snellius (Akbar, 2019). Bunyi hukum Snellius mengatakan bahwa “Perbandingan sinus sudut datang dan sinus sudut bias adalah berbanding lurus dengan cepat rambat pada kedua medium dan berbanding terbalik dengan indeks bias kedua medium”. Kerapatan optik yang besar pada fluida mengakibatkan sinar yang ditembakkan ke dalam fluida akan menghasilkan sinar bias lebih besar (Mukhlis, 2021). Secara matematis persamaan hukum Snellius dapat ditulis sebagai berikut :

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.4)$$

Atau dapat dinyatakan dengan :

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (2.5)$$

Keterangan :

n_1 : Indeks bias medium 1 (udara)

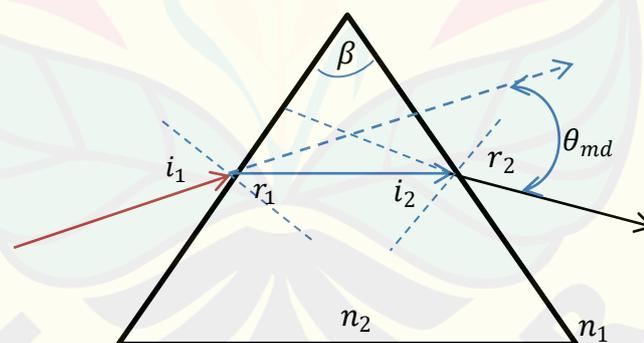
n_2 : Indeks bias medium 2 (fluida)

$\sin \theta_1$: Sinus sudut datang

$\sin \theta_2$: Sinus sudut bias

b. Sudut Deviasi Minimum

Menurut (Idris, 2017) Sudut deviasi minimum (θ_{md}) ialah sudut yang dibentuk dari perpanjangan dan perpotongan antara sinar datang dengan sinar bias yang keluar dari permukaan prisma berongga. Sudut deviasi minimum (θ_{md}) disebut juga sebagai sudut simpang dari sinar yang ditembakkan masuk kedalam zat di dalam prisma kemudian sinar mengarah keluar prisma dengan sisi prisma yang sama. Untuk mengukur sudut deviasi minimum dapat dilihat pada sketsa prisma 2.4 selanjutnya ditentukan nilai indeks biasnya.



Gambar 2. 4 Prinsip pembiasan cahaya pada sebuah prisma termasuk prisma berongga (*hollow prism*) (Sumber : Idris (2017))

Dari gambar prisma berongga di atas, didapatkan persamaan sebagai berikut

$$\beta + \angle ABC = 180^\circ \quad (2.5)$$

Pada segitiga ABC berlaku hubungan

$$r_1 + i_2 + \angle ABC = 180^\circ \quad (2.6)$$

Sudut lain yang dibentuk dari sinar datang dan sinar pantul dimisalkan dengan α yaitu :

$$\alpha = i_1 + r_2 \quad (2.7)$$

Dari persamaan 2.6 dan 2.7 dapat ditentukan total penjumlahan sudut deviasinya yaitu :

$$\theta_{md} = \alpha - \beta \quad (2.8)$$

$$\theta_{md} = (i_1 + r_2) - (r_1 + i_2) \quad (2.9)$$

Dari persamaan di atas dapat disederhanakan mejadi :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} \quad (2.10)$$

$$n_1 = n_2 \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta_{md} + \beta)}{\sin \frac{1}{2}\beta} \quad (2.11)$$

Keterangan rumus dan gambar :

β : sudut apit prisma (apex angle) ($^{\circ}$)

θ_{md} : sudut deviasi minimum ($^{\circ}$)

i_1 : sudut sinar datang ($^{\circ}$)

r_1 : sudut perpotongan sinar datang dan garis normal ($^{\circ}$)

i_2 : sudut perpotongan garis normal dan sinar bias ($^{\circ}$)

r_2 : sudut sinar bias ($^{\circ}$)

n_1 : indeks bias fluida dalam prisma

n_2 : indeks bias udara ($n = 1$)

2.4 Adsorpsi Arang Aktif

Menurut kamus besar bahasa indonesia (KBBI) adsorpsi merupakan proses atau kemampuan suatu bahan untuk memegang atau mengonsentrasikan gas, cairan, atau zat terlarut pada permukaannya secara adhesif atau disebut juga sebagai proses penyerapan dimana molekul-molekul fluida melekat pada permukaan padatan (bahan adsorben). Menurut (Yustinah, 2011) terapat dua jenis adsorpsi yaitu secara kimia dan fisika. Metode adsorpsi secara kimia terjadi akibat adanya reaksi kima yang dapat mengakibatkan terbentuknya ikatan kimia

kemudian membentuk senyawa baru. Sedangkan metode adsorpsi secara fisika merupakan adsorpsi yang terjadi akibat adanya gaya Van Der Waals yaitu gaya tarik menarik antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Kemampuan mengikat bahan adsorben pada metode ini tidak terlalu kuat dan merupakan proses adsorpsi irreversible.

Metode adsorpsi merupakan metode yang sering dan umum digunakan oleh masyarakat untuk memperbaiki kualitas minyak goreng habis pakai dengan menggunakan adsorben sebagai media bantu adsorpsi (Hadiah, 2020). Teknik adsorpsi dapat menggunakan berbagai cara diantaranya dapat menggunakan tumbuhan dan arang aktif. Arang aktif dihasilkan dari hasil pemanasan dengan suhu tinggi dan diusahakan ketika proses pemanasan dalam ruang tertutup, tidak terkontak dengan udara dan oksigen sehingga arang akan tidak mengalami oksidasi dan akan terkarbinasi (Move Indonesia, 2007). Arang aktif merupakan arang hasil ikatan dengan unsur lain yang berikatan secara kovalen, pori – pori arang dibersihkan dari kotoran menyebabkan permukaan arang menjadi aktif dan dapat memperbesar kapasitas adsorpsi dan meningkatkan efektifitasnya sebagai adsorben (Asihta, 2017). Arang aktif berbentuk bulatan kecil atau serbuk lebih efektif digunakan sebagai bahan adsorben karena pori – pori terdapat pada seluruh bagian arang (Nofriwati, 2018).



Gambar 2. 5 Arang aktif tempurung kelapa berbentuk butiran halus

Proses pembuatan arang aktif secara fisik adalah sebagai berikut. Bahan baku dikarbonasi dengan cara pembakaran, kemudian arang dihaluskan dan

diayak selanjutnya diaktifasi dengan pemanasan pada suhu 100°C yang disertai pengaliran uap.

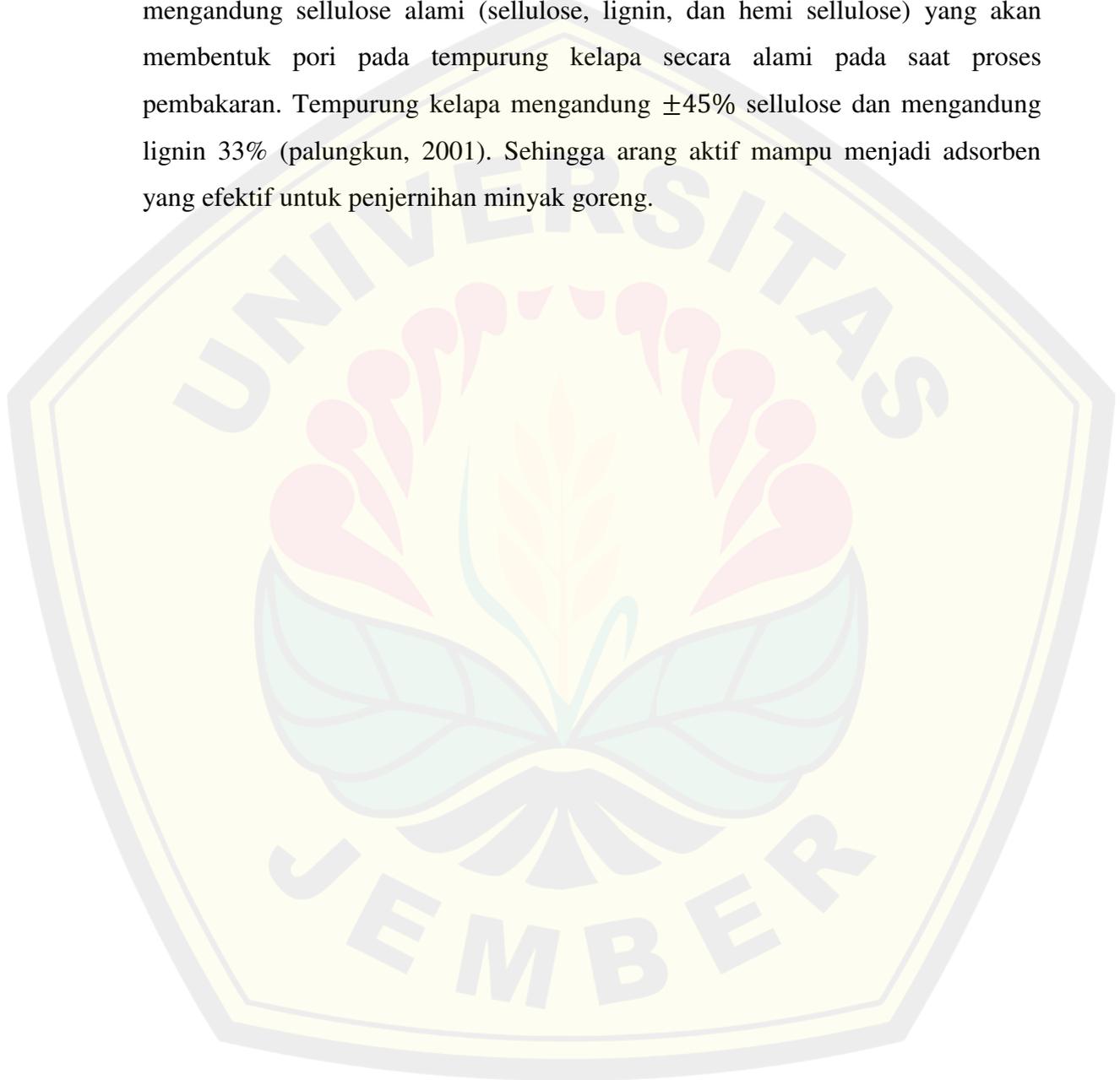
Hasil penelitian (Hajar, 2016) pemurnian minyak bekas pakai dapat menggunakan ampas tebu sebagai media adsorben untuk menurunkan kadar asam lemak bebas (ALB) pada minyak. Ampas tebu merupakan hasil limbah pertanian yang memiliki tingkat pemanfaatan teknologi sedikit, sehingga dengan memanfaatkannya sebagai adsorben dapat mengurangi limbah pertanian dan memberikan manfaat kepada masyarakat untuk pemurnian minyak bekas (Hajar, 2016).

Adsorpsi menggunakan arang aktif telah dibuktikan oleh (Nasir et al, 2014) menggunakan kulit pisang kepok. Kulit pisang kepok dapat digunakan sebagai bahan memperbaiki nilai peroksida dan asam lemak bebas pada minyak goreng jelantah. Didapatkan hasil penurunan bilangan peroksida dari 11,46 meq/kg menjadi 8,06 meq/kg yaitu menggunakan rasio arang aktif terbaik sebesar 10%. Efektivitas arang aktif sebagai media adsorben juga dibuktikan oleh (Hidayati et al, 2016) yaitu menggunakan arang bonggol jagung untuk menurunkan kandungan asam lemak bebas. Arang aktif tongkol jagung terbukti mampu menurunkan kadar asam lemak sebesar 0,69% dari semula 1,62%. Angka ini hampir mendekati standart kualitas mutu minyak goreng yang ditetapkan SNI. Jumlah arang aktif pada penelitian ini memiliki uji paling efektif adalah sebanyak 15 gr massa arang aktif dengan 180 ml minyak goreng dan bahan pelarut lainnya (Hidayati, 2016).

Hasil peneltian (Paputungan, et al, 2018) mengatakan bahwa tempurung kelapa sebagai adsorben minyak goreng bekas adalah tempurung kelapa dengan pembakaran 8000C selama 120 menit dengan minyak 150 ml/bar. Kadar asam lemak mengalami penurunan dari 1,1967% menjadi 0,7933%, namun demikian angka ini masih terbilang kurang memenuhi standart mutu yang ditetapkan oleh SNI.

Perbaikan kualitas mutu dapat pula dilakukan menggunakan arang aktif tempurung kelapa. Tempurung kelapa adalah limbah yang dapat diolah menjadi bahan pembuatan arang. Paling umum arang tersebut dimanfaatkan masyarakat untuk bahan api untuk jagung bakar dan sate karena harganya murah dan mudah

untuk didapatkan. Arang aktif merupakan arang yang diaktifkan dengan cara pengasapan panas tinggi atau dengan cara perendaman dalam bahan kimia. Mengalirkan uap panas pada bahan arang aktif dapat menjadikan pori bahan menjadi lebih terbuka sekitar 300 – 200 m²/g (Meisrilestari, 2013). Arang aktif tempurung kelapa sangat cocok digunakan untuk bahan adsorben karena mengandung selulose alami (selulose, lignin, dan hemi selulose) yang akan membentuk pori pada tempurung kelapa secara alami pada saat proses pembakaran. Tempurung kelapa mengandung ±45% selulose dan mengandung lignin 33% (palungkun, 2001). Sehingga arang aktif mampu menjadi adsorben yang efektif untuk penjernihan minyak goreng.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Dalam hal ini, jenis penelitian yang akan digunakan adalah penelitian eksperimen murni. Penelitian ini akan mengkaji kualitas mutu minyak goreng bekas melalui parameter indeks bias dan massa jenis dengan bantuan adsorpsi arang aktif.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Dusun Gondangrejo, Desa Cakru, Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember. Dusun Gondangrejo baru-baru ini telah memiliki tempat industri penggorengan kerupuk yang menjadi cabang dari industri kerupuk probolinggo. Penelitian ini akan diuji cobakan di Laboratorium Fisika Dasar Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada Semester Genap Tahun Ajaran 2020/2021.

3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel

3.3.1 Variabel Penelitian

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jumlah arang aktif untuk adsorpsi minyak goreng bekas
- b. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah jenis dan jumlah minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng kerupuk.
- c. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai indeks bias dan massa jenis dari minyak bekas setelah melewati proses adsorpsi.

3.3.2 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel digunakan untuk menghindari kesalahan pemahaman yang terjadi pada penelitian ini. Adapun definisi operasional pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Variabel bebas

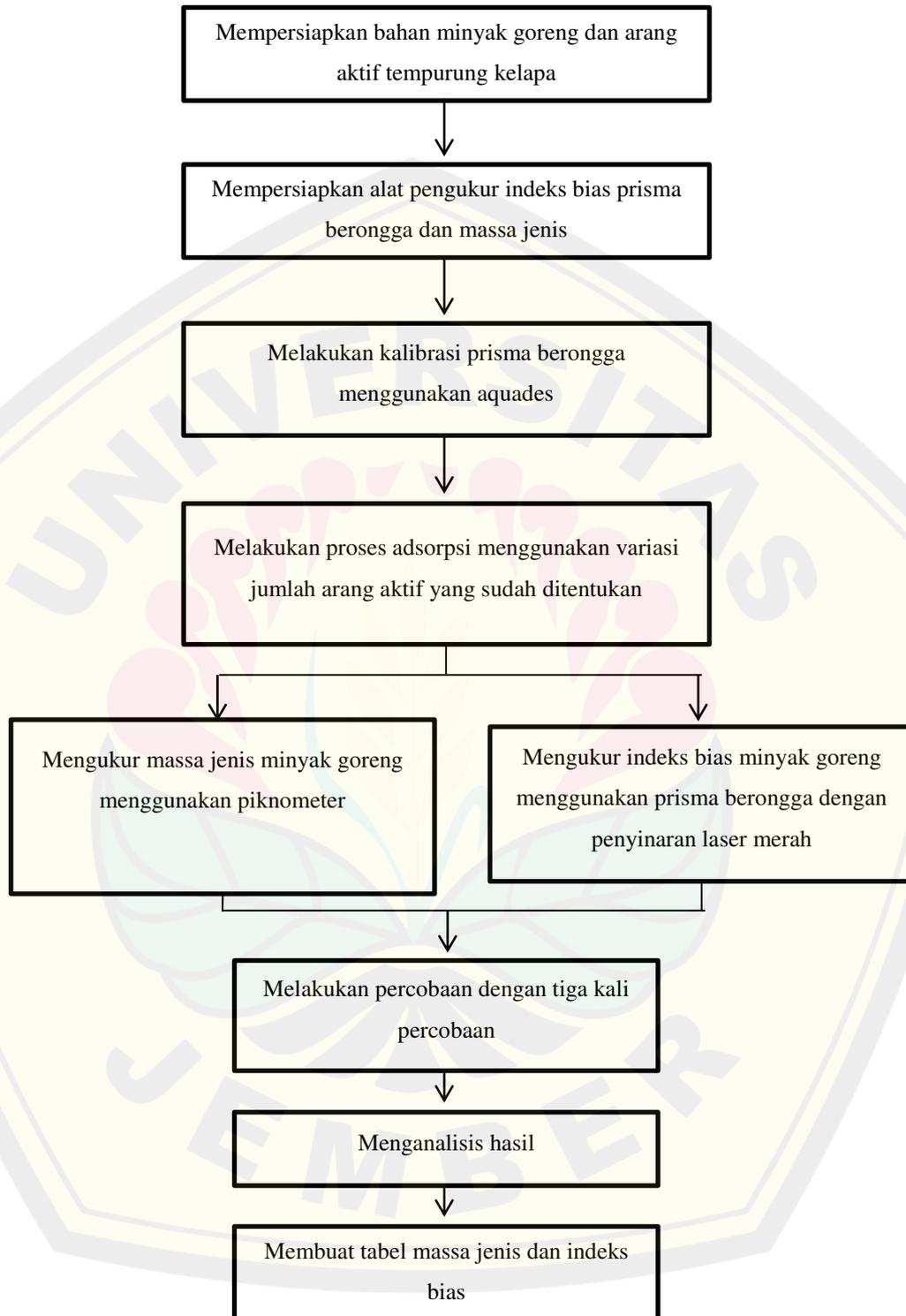
Variabel bebas dalam sebuah penelitian merupakan variabel yang memiliki pengaruh terbesar terhadap hasil penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu jumlah arang aktif yang digunakan untuk menjernihkan minyak goreng bekas. Jumlah arang aktif yang digunakan memiliki lima variasi yaitu 25 gr, 40 gr, 55 gr, 70 gr, 85 gr untuk minyak goreng bekas sebanyak 300 ml. Dari perbedaan jumlah arang aktif tersebut akan dilihat besar pengaruhnya terhadap penjernihan minyak goreng yang lama waktunya sama yaitu 1 x 24 jam.

b. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan hasil dari pengaruh variabel bebas, dapat pula didefinisikan sebagai hasil yang dicari dalam sebuah penelitian. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai massa jenis dan indeks bias minyak goreng. Nilai massa jenis minyak goreng didapatkan dengan menghitung massa dan volume fluida menggunakan piknometer 50 ml. Sedangkan nilai indeks biasnya didapatkan dengan menghitung sudut deviasi minimum dengan menembakkan laser pada prisma berongga berisi minyak goreng dan menandai hasil pembiasan cahaya pada papan layar. Untuk selanjutnya nilai massa jenis dan indeks bias dapat dilakukan perhitungan secara matematis.

3.4 Alur Penelitian

Alur dalam penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah satu jenis minyak goreng curah, yaitu minyak goreng baru dan minyak goreng kualitas rendah, yaitu minyak goreng bekas. minyak goreng curah bekas adalah minyak goreng yang telah digunakan untuk menggoreng kerupuk sebanyak 25 kg. Bahan adsorben yang digunakan untuk proses penjernihan minyak goreng bekas adalah arang aktif tempurung kelapa. Serta aquades sebagai bahan kalibrasi efektifitas alat ukur prisma berongga.

3.5.2 Alat Penelitian

Alat –alat yang digunakan dalam penelitian meliputi :

- a) Piknometer 50 ml yang berfungsi sebagai alat ukur massa jenis.
- b) gelas ukur 50 ml yang berfungsi untuk alat ukur volume zat cair.
- c) Gelas beaker 500 ml sebagai tempat aquades dan minyak goreng.
- d) Timbangan digital sebagai tempat mengukur massa aquades, minyak goreng.
- e) Prisma berongga/refraktor sederhana sebagai tempat untuk mengukur indeks bias, dan arang aktif tempurung kelapa zat cair.
- f) Kaca dengan tebal 2 mm dalam bentuk segitiga sama sisi dengan ukuran 10 cm x 10 cm dengan sudut apit 60° .
- g) Laser pointer berfungsi sebagai alat pembiasan cahaya pada prisma berongga.
- h) Kertas HVS sebagai dinding penanda jalur sinar.

3.6 Langkah – langkah Penelitian

3.6.1 Persiapan

Pada tahap ini, dilakukan persiapan dengan melakukan pembuatan prisma berongga berbahan kaca sebagai tempat pengukuran indeks bias. Pembuatan prisma berongga menggunakan kaca dengan ketebalan 2 mm berbentuk segitiga sama sisi dengan sudut apit 60° dan dimensi sisinya 10 cm x 10 cm. kaca yang telah dibentuk menjadi segitiga sama sisi kemudian direkatkan dengan lem perekat kaca. Rancangan prisma berongga sama seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6 berikut.



Gambar 3. 2 rancangan prisma berongga (Idris, 2017)

3.6.2 Pengukuran

a. Pengukuran Massa Jenis

Pengukuran massa jenis dilakukan dengan standart pengukuran laboratorium, menggunakan piknometer sebagai wadah zat cair. Mengisi piknometer dengan minyak goreng baru yang volumenya telah ditentukan yaitu 50 ml, kemudian menimbang piknometer berisi minyak pada neraca digital. Menghitung massa jenis fluida dengan persamaan 2.2 yaitu :

$$\rho = \frac{m_v - m_0}{V}$$

Keterangan :

ρ : massa jenis zat (kg/m^3)

m_0 : massa piknometer kosong (kg)

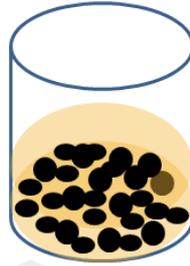
m_v : massa piknometer berisi zat cair (kg)

V : Volume zat cair dan piknometer (m^3)

Hal ini dilakukan pula pada minyak habis pakai yang telah diberikan perlakuan menggunakan arang aktif.

b. Adsorpsi Minyak Bekas Pakai Menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa

Adsorpsi dilakukan pada minyak habis pakai yang telah digunakan untuk menggoreng kerupuk dalam satu waktu penggorengan tanpa ada penambahan minyak baru. Minyak goreng bekas sebanyak 300 ml diberikan lima perlakuan adsorben arang aktif yaitu 25 gr, 40 gr, 55 gr, 70 gr, dan 85 gr. Adsorpsi dilakukan dalam jangka waktu 24 jam dengan cara didiamkan dalam wadah gelas kimia berukuran 500 ml.



Gambar 3. 3 Ilustrasi proses adsorpsi minyak goreng

c. Pengukuran Indeks Bias Minyak Goreng

Sebelum melakukan pengukuran indeks bias pada minyak goreng terlebih dahulu alat refraktometer ini dikalibrasi untuk mendapatkan kelayakan alat ukur. Kalibrasi prisma berongga menggunakan aquades sebagai fluida standart yang indeks biasnya sesuai dengan referensi. Mula-mula prisma berongga diisi dengan aquades kemudian diletakkan di atas kertas HVS dan diberi tanda sinar datang yang digunakan sebagai tempat penembakan laser. Selanjutnya laser ditembakkan pada prisma tersebut dan dihasilkan titik sinar yang keluar dari prisma sebagai sinar bias dan diberi tanda. Tahapan berikutnya adalah mengukur sudut sebagaimana pada gambar 2.4 dan menghitung besarnya nilai indeks bias aquades sesuai dengan persamaan 2.7 sampai 2.11. Jika hasil dari pengukuran indeks bias aquades sama dengan indeks bias pada referensi yaitu sebesar 1.3, maka prisma berongga siap digunakan untuk mengukur indeks bias minyak goreng.

Pengukuran indeks bias dilakukan pada minyak goreng baru, minyak goreng bekas pakai, dan minyak goreng setelah mendapat perlakuan adsorpsi arang aktif. Minyak goreng yang diukur sebanyak 300 ml pada setiap sampel minyak goreng yang digunakan. Sesuai dengan penelitian (Idris, 2017) mengatakah bahwa pengukuran menggunakan pendekatan ini akan menghasilkan pengukuran yang signifikan sama dengan aslinya. Namun hal – hal dalam penelitian tentu mempengaruhi adanya tingkat perbedaan hasil dan hal tersebut tidak menjadi pengaruh terlalu besar.

Nilai indeks bias minyak dapat dicari dengan persamaan :

$$n_1 = n_2 \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta_{md} + \beta)}{\sin \frac{1}{2}\beta} \quad 3.12$$

Keterangan :

n_1 : indeks bias fluida dalam prisma

n_2 : indeks bias udara ($n = 1$)

β : sudut apit prisma (apex angle).

θ_{md} : Sudut deviasi minimum

3.7 Metode Analisa Data

3.7.1 Metode Analisis Deskriptif dengan Pendekatan Kuantitatif

a. Analisis Deskriptif

Sebagaimana definisi yang dikemukakan oleh Nana Sudjana dan Ibrahim(1989:64) bahwa, penelitian deskriptif merupakan penelitian yang berusaha mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, dan kejadian yang terjadi pada masa sekarang dalam hal ini peneliti menyampaikan segala sesuatu hasil penelitian sebagaimana adanya. Tujuan analisis deskriptif adalah mendeskripsikan dan menggambarkan objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah didapatkan. Selanjutnya dibuat kesimpulan hasil percobaan yang berlaku untuk umum. Data yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memperlihatkan perbandingan nilai massa jenis dan nilai indeks bias minyak goreng baru, minyak goreng jelantah, dan minyak goreng jelantah setelah mendapat perlakuan adsorpsi arang aktif.

b. Pendekatan Kuantitatif

Pendekatan kuantitatif merupakan upaya mengukur variabel yang ada dalam penelitian (variabel X dan Y) kemudian dicari hubungan antara variabel tersebut. Metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dapat digunakan dengan tujuan untuk mendeskripsikan atau menjelaskan peristiwa atau suatu kejadian yang terjadi pada masa sekarang dalam bentuk angka yang bermakna.

3.7.2 Tabel Hasil Pengukuran

a. Pengukuran Massa

Tabel 3. 1 Hasil pengukuran sampel 1

Massa ($m_v - m_0$) (kg)	V (m^3)	ρ (kg/m^3)	ρ Rata –rata (kg/m^3)

Tabel 3. 2 Hasil Pengukuran Sampel 2

Massa ($m_v - m_0$) (kg)	V (m^3)	ρ (kg/m^3)	ρ Rata –rata (kg/m^3)

Tabel 3. 3 Hasil pengukuran Sampel 3

Massa Arang Aktif (kg)	Massa (kg)	V (m^3)	ρ (kg/m^3)	ρ Rata –rata (kg/m^3)
25 gr				
40 gr				
55 gr				
70 gr				
85 gr				

b. Pengukuran Indeks Bias

Tabel 3. 4 Hasil pengukuran sampel 1

α	B	θ	n	n Rata-rata
$i_1 + r_2$	$i_2 + r_1$	(⁰)		

Tabel 3. 5 Hasil pengukuran sampel 2

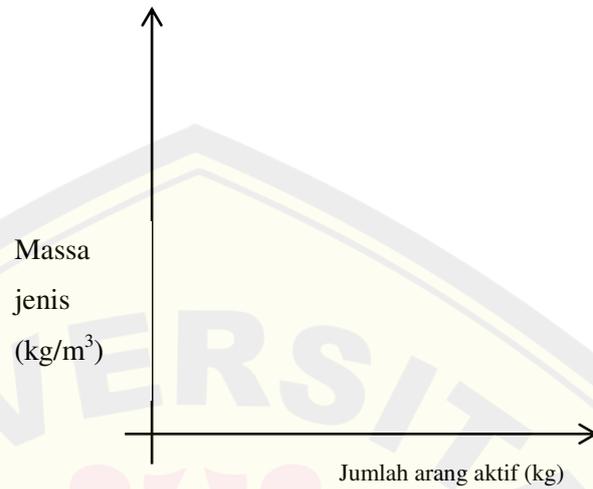
α	β	θ	n	n Rata-rata
$i_1 + r_2$	$i_2 + r_1$	(⁰)		

Tabel 3. 6 Hasil pengukuran sampel 3

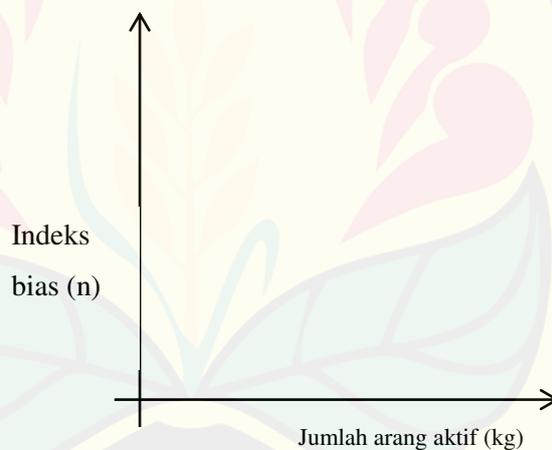
Massa Arang Aktif (kg)	α $i_1 + r_2$	β $i_1 + r_2$	θ ($^{\circ}$)	N	n Rata - rata
25 gr					
40 gr					
55 gr					
70 gr					
85 gr					

Grafik hubungan nilai parameter kualitas mutu minyak goreng dengan adsorpsi arang aktif.

- a. Hubungan nilai massa jenis minyak goreng dengan adsorpsi arang aktif



- b. Hubungan nilai indeks bias minyak goreng dengan adsorpsi arang aktif



BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Sampel minyak goreng jelantah yang digunakan pada penelitian ini di ambil dari rumah industri penggorengan kerupuk Dusun Gondangrejo, Desa Cakru, Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember. Rumah industri ini memproduksi kerupuk matang sebanyak 50 kg/hari dan menghabiskan minyak goreng sekitar 25 kg. minyak yang digunakan adalah jenis minyak kelapa sawit jenis curah karena harganya lebih terjangkau. Sisa minyak yang telah digunakan tetap didiamkan dalam wajan untuk di dinginkan dan di endapkan. Jumlah sampel minyak bekas yang diambil sebanyak 2000 ml, dari sampel tersebut dibagi menjadi lima sampel dengan masing – masing berjumlah 300 ml. Selanjutnya ke lima sampel diberi perlakuan arang aktif untuk dilakukan diuji kualitas minyak. data – data dalam penelitian ini diperoleh dari minyak goreng baru, minyak goreng habis pakai, dan minyak goreng setelah perlakuan menggunakan arang aktif.

4.1.1 Hasil Uji Kualitas

a. Massa Jenis

untuk menentukan massa jenis minyak goreng, mula-mula menentukan massa piknometer kosong sebagai m_0 . Selanjutnya menentukan nilai massa zat setiap sampel dari minyak goreng baru, minyak goreng bekas, dan minyak goreng setelah perlakuan dengan volume 50 ml sebagai m_z . Hasil pengukuran massa jenis dari setiap sampel minyak goreng di sajikan pada tabel 4.1 – 4.3

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran massa jenis minyak goreng baru/sebelum digunakan

Massa ($m_v - m_0$) (kg)	V (m^3)	ρ (kg/m^3)	ρ Rata –rata (kg/m^3)
$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	
$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	$9,0 \times 10^2$
$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	

Tabel 4. 2 Hasil pengukuran massa jenis minyak goreng setelah digunakan

Massa (kg) ($m_v - m_0$)	V (m^3)	ρ (kg/m^3)	ρ Rata –rata (kg/m^3)
$4,4 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$8,8 \times 10^2$	
$4,4 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$8,8 \times 10^2$	$8,8 \times 10^2$
$4,4 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$8,8 \times 10^2$	

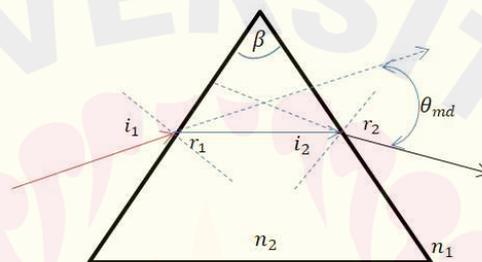
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran massa jenis minyak goreng setelah diberi perlakuan arang aktif

Massa Arang Aktif (kg)	Massa (kg)	V (m^3)	ρ (kg/m^3)	ρ Rata –rata (kg/m^3)
	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	
$2,5 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	$9,0 \times 10^2 \pm 0$
	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	
	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	
$4,0 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	$9,0 \times 10^2 \pm 0$
	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	
	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	
$5,5 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	$9,0 \times 10^2 \pm 0$
	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	
	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	
$7,0 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	$9,0 \times 10^2 \pm 0$
	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	
	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	
$8,5 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	$9,0 \times 10^2 \pm 0$
	$4,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-5}$	$9,0 \times 10^2$	

Berdasarkan tabel 4.1 – 4.3 seluruh sampel dilakukan pengukuran dengan tiga kali pengulangan dengan hasil tersebut di atas.

b. Indek Bias

Sebelum melakuakn uji kualitas minyak goreng berdasarkan nilai indeks bias, prisma berongga yang terbuat dari kaca dengan ketebalan 2 mm di lakukan uji efektifitas dengan cara kalibrasi menggunakan aquades. Standart mutu indeks bias aquades sebesar 1,33 dan hasil kalibrasi menunjukkan nilai indeks bias aquades sebesar 1,3. Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa prisma berongga yang di rancang untuk uji kualitas indek bias layak dan efektif untuk digunakan. Hasil penelitian pengukuran uji kualitas minyak goreng berdasarkan nilai indek bias yang tersusun dalam tabel 4.4 – 4.6 berikut.



Gambar 4. 1 Prinsip pembiasan cahaya pada sebuah prisma

Tabel 4. 4 Hasil pengukuran indeks bias minyak goreng baru

α	$i_1 + r_2$	β	$i_2 + r_1$	θ	n	n Rata-rata
	($^{\circ}$)		($^{\circ}$)	($^{\circ}$)		
	90		57	33	1,482	
	91		59	32	1,449	$1,472 \pm 0,011$
	92		58	34	1,485	

Tabel 4. 5 Hasi pengukuran indeks bias minyak goreng setelah digunakan

α	$i_1 + r_2$	β	$i_2 + r_1$	θ	n	n Rata-rata
	($^{\circ}$)		($^{\circ}$)	($^{\circ}$)		
	100		56	44	1,633	
	100		56	44	1,633	$1,660 \pm 0,028$
	101		57	44	1,716	

Tabel 4. 6 Hasil pengukuran indeks bias minyak goreng setelah diberi perlakuan arang aktif

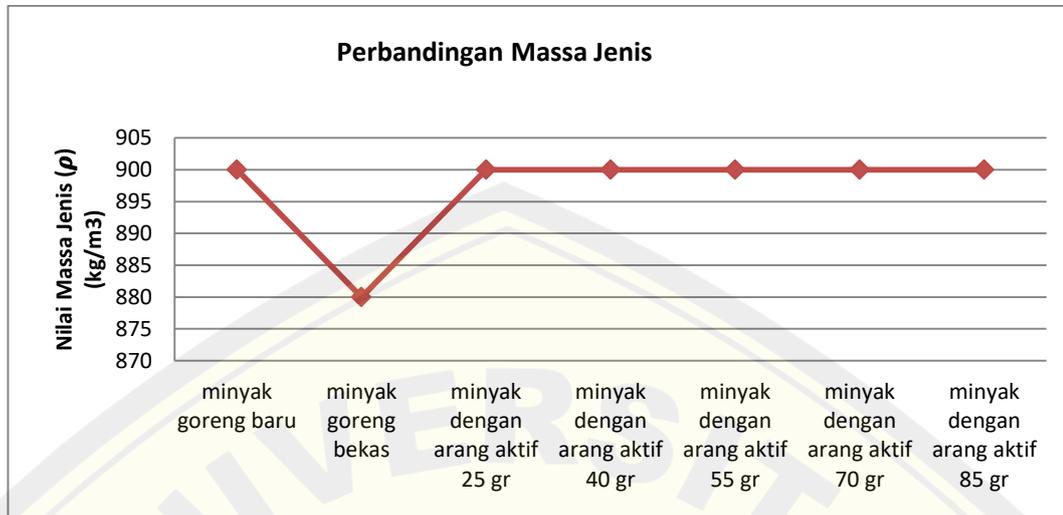
Massa Arang Aktif (kg)	α $i_1 + r_2$	β $i_1 + r_2$	θ ($^\circ$)	N	n Rata – rata
$2,5 \times 10^{-2}$	90	57	33	1,482	$1,454 \pm 0,017$
	89	58	31	1,446	
	90	59	31	1,436	
$4,0 \times 10^{-2}$	92	57	35	1,507	$1,492 \pm 0,009$
	87	55	32	1,475	
	91	57	34	1,494	
$5,5 \times 10^{-2}$	93	56	37	1,545	$1,538 \pm 0,003$
	92	58	38	1,535	
	96	58	38	1,535	
$7,0 \times 10^{-2}$	95	57	38	1,545	$1,549 \pm 0,004$
	95	57	38	1,545	
	94	56	38	1,558	
$8,5 \times 10^{-2}$	94	57	37	1,532	$1,549 \pm 0,017$
	96	56	40	1,584	
	94	57	36	1,531	

Standarisasi baku nilai indek bias minyak goreng berdasarkan (SNI 1-3741-1995) yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah 1,448 – 1,450. Hasil pengukuran indeks bias dapat dilihat pada tabel 4.4 – 4.6, terlihat hasil pengukuran menunjukkan perbaikan kualitas minyak goreng.

4.1.2 Analisa Deskriptif Pengaruh Arang Aktif Terhadap Perubahan Nilai Massa Jenis dan Indeks Bias Minyak Goreng

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh, selanjutnya dilakukan analisa data secara deskriptif yang disajikan dalam bentuk grafik untuk mengetahui perbandingan ada tidaknya perubahan nilai massa jenis dan indeks bias minyak baru, minyak sebelum mendapat perlakuan dengan setelah mendapat perlakuan arang aktif.

Gambar 4. 2 Grafik hubungan nilai massa jenis sebelum dan setelah mendapat perlakuan arang aktif



Gambar 4. 3 Grafik perbandingan nilai indeks bias sebelum dan setelah mendapat perlakuan arang aktif



4.2 Pembahasan

4.2.1 Hasil Uji Kualitas

a. Pengaruh Pemberian Arang Aktif Terhadap Nilai Massa Jenis Minyak Goreng

Minyak goreng yang berkualitas baik adalah minyak goreng dengan kandungan di dalamnya sesuai dengan standart mutu sehingga layak untuk dikonsumsi. Jika dilihat dalam kondisi fisik yaitu warna dan bau, minyak dengan kualitas baik memiliki warna kuning keemasan dan tidak terlalu gelap dengan bau yang tidak menyengat atau tidak berbau. Sedangkan minyak goreng dengan kualitas rendah akan memiliki warna yang gelap kecoklatan dengan bau menyengat atau tengik seperti pada minyak goreng bekas. Warna gelap pada minyak disebabkan oleh adanya pigmen baik dari kelapa sawit ataupun bumbu – bumbu yang di goreng. Perubahan warna coklat pada minyak jelantah dapat pula disebabkan adanya ikatan molekul karbohidrat dan protein yang disebut sebagai proses millard yaitu reaksi antara gugus karbonil dengan gugus amin dari protein (Suroso A.S, 2013). Walaupun demikian minyak jelantah berwarna hitam mengindikasi minyak lebih sering digunakan daripada minyak jelantah berwarna coklat. Kemungkinan yang dapat mempengaruhi perubahan warna lebih pekat adalah jenis masakan yang digoreng.

Hasil penelitian massa jenis yang telah dilakukan berhubungan dengan kualitas minyak yang digunakan. Pada parameter massa jenis minyak goreng, nilai norma yang seharusnya di dapatkan adalah sebesar 990 kg/m^3 . Minyak goreng curah memiliki kualitas rendah mempengaruhi nilai dari massa jenis yang dihasilkan yaitu 900 kg/m^3 kurang dari nilai normal minyak dengan kualitas lebih tinggi. Penggunaan berulang pada minyak juga mempengaruhi konsentrasi standart mutu minyak goreng. Hasil penelitian (Goi et al, 2017) menunjukkan terdapat 85,7% responden diamana sebagian besar adalah kelompok pedagang, memilih menggunakan minyak goreng lebih dua kali, tindakan yang dilakukan oleh pedagang adalah melakukan penambahan minyak baru tanpa mengganti minyak yang telah digunakan sehingga konsentrasi pada minyak baru akan bercampur dengan minyak sisa penggorengan sebelumnya. Hal ini dilakukan untk

menekan kerugian para pedagang tanpa memperhatikan kualitas dan dampak yang mempengaruhi kesehatan konsumen.

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium diketahui bahwa adsorpsi menggunakan arang aktif dapat menunjukkan perubahan warna pada minyak. Minyak goreng baru menunjukkan warna kuning normal sedangkan minyak bekas habis pakai menjadi coklat kehitaman. Akibat pengaruh adsorpsi arang aktif warna pada minyak goreng berubah menjadi kuning keemasan mendekati warna normal minyak baru. Tabel 4.1 menunjukkan sampel minyak goreng baru didapatkan nilai massa jenis $9,0 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$, nilai ini mendekati standarisasi mutu kualitas minyak goreng yaitu $0,917 - 0,099 \text{ g/cm}^3$ setara dengan $91,7 - 99 \text{ kg/m}^3$. Selanjutnya pada tabel 4.2 adalah massa jenis minyak goreng bekas pakai atau jelantah, yaitu $8,8 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$. Masa jenis minyak goreng bekas mengalami penurunan dibandingkan dengan minyak goreng baru. Berdasarkan tabel 4.3 diketahui bahwa rata-rata pengukuran massa jenis minyak goreng setelah mendapat perlakuan arang aktif adalah sama. Pada penambahan arang aktif 25 gr, 40 gr, 55 gr, 70 gr, dan 85 gr memiliki nilai massa jenis $9,0 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$, nilai ini kembali normal seperti pada pengukuran minyak goreng baru.

Minyak goreng bekas sebelum diberi perlakuan arang aktif memiliki nilai massa jenis yang mengalami penurunan dibandingkan dengan minyak goreng baru. Dilihat dari hasil perubahan nilai massa jenis tersebut berarti bahwa minyak goreng yang digunakan pada penggorengan kerupuk masih terbilang normal atau memenuhi standart yaitu $0,917 - 0,099 \text{ g/cm}^3$. Penurunan nilai massa jenis minyak dipengaruhi oleh terjadinya pemanasan yang tinggi dan pemakaian berulang pada minyak sehingga menyebabkan molekul – molekul minyak merenggang. Pemanasan pada minyak tidak lepas dari adanya paparan oksigen yang menyebabkan terjadinya oksidasi membentuk peroksida selanjutnya aldehid dan munculnya radikal bebas yang dapat mengakibatkan tumbuhnya sel kanker (Manurung, M et al, 2018 : 59).

Salah satu parameter pengukuran kualitas minyak goreng secara fisika adalah dengan melihat nilai massa jenisnya. Dimana secara SNI massa jenis minyak goreng adalah $0,917 - 0,099 \text{ g/cm}^3$ (Herlina, 1995). Nilai massa jenis

pada minyak goreng jelantah dapat mengalami penurunan seiring dengan jangka waktu penggunaan dan pemanasan yang terjadi pada minyak tersebut. Semakin sering minyak digunakan dan dipanaskan maka nilai massa jenis akan semakin menurun karena terjadi perengganagan molekul pada minyak. Penambahan arang aktif sebagai adsorben dapat membantu memperbaiki kulaitas minyak termasuk nilai massa jenisnya. Arang aktif yang bertugas sebagai adsorben akan mengikat partikel bebas, dimana partikel tersebut akan terperap pada pori – pori bagian luar arang selanjutnya pergerakan molekul menuju bagian terdalam karbon dan menemprl pada didning karbon. Karbon atau arang aktif hanya bersifat menyerap dan tidak terdekomposisi atau beraksi setelah digunakan sehingga aman untuk digunakan kembali.

Perbaikan nilai massa jenis setelah diberi perlakuan arang aktif dapat dilihat dari hasil penelitian pada tabel 4.1 – 4.3, dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa ρ rata – rata minyak goreng jelantah sebesar 880 kg/m^3 dan belum memenuhi syarat mutu minyak goreng sesuai dengan SNI 1-3741-1995. Sedangkan massa jenis minyak goreng setelah perlakuan arang aktif memiliki rata – rata 900 kg/m^3 . Hal ini menunjukkan bahwa kadar arang aktif mempengaruhi perbaikan kualitas minyak goreng. Hasil perbandingan minyak goreng sebelum perlakuan dengan setelah perlakuan dapat dilihat pada grafik 4.1.

b. Pengaruh Pemberian Arang Aktif Terhadap Nilai Indeks Bias Minyak Goreng

Minyak goreng dengan kualitas baik sesuai SNI 1-3741-1995 adalah 1.448 – 1.450, jika nilai indeks bias minyak lebih dari standart mutu maka telah terjadi kerusakan pada minyak akibat pemakaian minyak contohnya adalah pemanasan. Pemanasan pada minyak akan memepengaruhi struktur zat yang terkandung pada di dalamnya karena adanya pemecahan molekul, munculnya senyawa baru. Minyak dengan pemakaian berulang hingga lebih dari dua kali, akan dapat beresiko pada kesehatan konsumen. Pemanasan yang terjadi juga dapat menyebabkan terjadinya reaksi polimerisasi dan reaksi yang menyebabkan pengentalan dan perubahan warna pad minyak goreng (Desi dan Ika, 2018).

Arang aktif sebagai bahan adsorben dapat membantu menurunkan kadar indeks bias minyak goreng bekas dengan proses pengikatan arang aktif terhadap kotoran dan racun yang ada pada minyak. Arang aktif yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk serbuk butiran halus, karbon dengan bentuk butiran halus memiliki pori – pori yang luas permukaannya lebih banyak karena berada pada sekeliling butiran karbon. Pori – pori tersebut akan mengikat kotoran kemudian dibawa masuk ke bagian dalam karbon dan hasilnya minyak menjadi lebih jernih dan bau tengik hasil pemanasan menjadi berkurang.

Karbon aktif terbentuk dari hasil pembakaran tempurung kelapa kemudian dihancurkan menjadi serbuk dan di ayak. Selanjutnya karbon di panaskan dengan cara pengasapan dalam ruang tertutup yang terhindar dari oksigen dan udara untuk mengurangi terjadinya proses oksidasi pada karbon. Arang dengan kualitas baik adalah arang yang memiliki nilai kalor yang tinggi dimana pada proses pembakaran tidak akan mengeluarkan asap terlalu banyak, besar kecilnya nilai kalor pada arang juga dipengaruhi oleh kadar air (Muhammad et al, 2020). Mengalirkan uap panas pada bahan arang aktif dapat menjadikan pori bahan menjadi lebih terbuka sekitar 300 – 200 m²/g (Meisrilestari, 2013), perbedaan warna hasil penelitian minyak goreng bekas setelah mendapat perlakuan arang aktif dapat terlihat pada Lampiran 5.

Indeks bias minyak goreng baru pada tabel 4.4 memiliki nilai sebesar 1,470. Selanjutnya pada tabel 4.5, rata-rat nilai indeks bias minyak goreng bekas atau jelantah adalah sebesar 1,660. Dalam hal ini nilai indeks bias minyak goreng bekas mengalami kenaikan yang cukup besar dibandingkan dengan minyak goreng baru. Berdasarkan tabel 4.6 menunjukkan rata-rata nilai indek bias minyak goreng setelah diberi perlakuan arang aktif. Minyak dengan arang aktif 25 gr memiliki nilai indek bias 1,454 dan 1,492 minyak dengan arang aktif 40 gr. Dengan penambahan arang aktif 55 gr menunjukkan nilai indek bias sebesar 1,538, minyak dengan penambahan arang aktif 70 gr dan 85 gr memiliki nilai indek bias yang sama sebesar 1.549. Nilai indeks bias minyak goreng bekas dengan perlakuan arang aktif, menunjukkan perbaikan kualitas minyak dengan

adanya penurunan presentase indeks bias dibandingkan dengan sebelum mendapat perlakuan aranga aktif.

Hasil pemeriksaan laboratorium nilai indeks bias minyak baru sesuai dengan tabel 4.4 memiliki rata – rata 1,472 dengan kesalahan relatif 0,001%. Minyak tersebut memenuhi standart mutu minyak goreng sehingga layak untuk dikonsumsi. Pada tabel 4.5 menunjukkan hasil indeks bias minyak jelantah yang telah digunakan untuk menggoreng kerupuk dengan lama pemanasan sekitar 4 jam, memiliki nilai 1,66 indeks biasnya. Suhu yang tinggi dan pemanasan yang berulang menyebabkan minyak mengalami penurunan kualitas sehingga perlu adanya perbaikan mutu selain untuk menjaga kesehatan juga untuk menekan biaya pengeluaran konsumen minyak goreng dalam jumlah banyak. Tabel 4.6 menunjukkan hasil pemeriksaan indeks bias setelah pemberian lima variasi arang aktif dengan volume sama 300 ml. Pada pemberian arang aktif 25 gr hasil indeks bias bernilai 1,454 dengan kesalah relatif 0,017 berarti bahwa terdapat penurunan nilai indeks bias dari sebelum diberi perlakuan karena partikel dan racun terperap ke dalam pori – pori arang aktif. Hasil tersebut berada pada titik normal standart minyak goreng, sehingga minyak dapat layak konsumsi kembali.

Menurut (Muhammad et al, 2020) dalam hasil penelitiannya yang serupa menunjukkan bahwa adsorpsi minyak jelantah menggunakan arang aktif kayu *leucaena leucocephala* mampu menurnukan kadar asam lemak jahat pada minyak. Tehnik adsorpsi juga telah dibuktikan oleh hasil penelitian (Yustinah, 2011) tentang proses adsorpsi pada minyak jelantah menggunakan sabut kelapa sebagai adsorbem. Tehnik ini mampu memperbaiki kualitas minyak dengan penurunan bilangan peroksida. Bilangan peroksida pada minyak sebelum melewati proses adsorpsi sebesar 12,87 meq/kg dan mengalami penurunan sebesar 1,90 meq/kg setelah melawati proses adsorpsi.

Hasil pada tabel 4.6 menunjukkan semakin tinggi kadar arang aktif yang diberikan, semakin tinggi pula nilai indeks bias yang didapatkan. Pada kadar arang aktif 70 gr dan 85 gr nilai indeks bias sebesar 1,549 dengan kesalahan relatif 0,004. Terdapat penurunan jika dibandingkan dengan minyak sebelum perlakuan, hasilnya mencapai standart yang diperlukan yaitu 1,45. Presentase indeks bias

terjadi peningkatan seiring dengan banyak kadar arang aktif yang ditambahkan pada minyak dengan volume yang sama, semakin kuat ikatan antar partikel karbon semakin tinggi. Konsentrasi arang aktif yang ditambahkan ke dalam minyak goreng harus disesuaikan dengan volume minyak. Ketika kadar arang aktif yang ditambahkan berlebihan akan menyebabkan kejenuhan pada arang aktif (Nofriwati, 2018).

Mengutip dari teori Langmuir besarnya kerapatan antar karbon terdapat situs aktif pada permukaan adsorben yang besarnya sebanding dengan luas permukaan adsorben. Bila situs aktif pada dinding adsorben telah mencapai titik maksimal pada adsorbat maka penambahan konsentrasi arang aktif tidak dapat meningkatkan kemampuan daya adsorpsinya. menyebabkan partikel karbon saling bertumbukan antara dinding pori – pori dan tidak dapat menyerap partikel pada minyak secara maksimal (sembiring, 2003., Nofriwati, 2018). Penurunan nilai indeks bias sebesar 1,454 pada penelitian yang telah dilakukan diharapkan mampu menjadi referensi terbaru untuk meningkatkan kualitas minyak menjadi lebih baik.

4.2.4 Analisis Deskriptif

Arang aktif tempurung kelapa dengan bentuk serbuk mampu memberikan perubahan nilai masa jenis dan indeks bias pada minyak goreng jelantah. Data hasil pengukuran telah di tuangkan dalam bentuk tabel 4.1 – 4.6 kemudian diolah dalam bentuk grafik 4.1 dan 4.2.

- a. Grafik hubungan nilai massa jenis sebelum dan setelah mendapat perlakuan arang aktif

Grafik 4.1 menjelaskan hubungan hasil pengukuran nilai massa jenis dari minyak goreng baru, minyak goreng jelantah, dan minyak goreng setelah melewati proses adsorpsi. Garis pertama menunjukkan massa jenis minyak goreng baru dengan nilai 900 kg/m³. Garis kedua menunjukkan hasil penurunan, dimana massa jenis minyak jelantah menjadi 880 kg/m³ dikarenakan perubahan konsentrasi zat pada minyak goreng akibat pemanasan. Garis ketiga menunjukkan

kenaikan dimana nilai massa jenis minyak kembali seperti minyak goreng baru, namun dari garis titik ketiga sampai garis kelima menunjukkan garis lurus, dimana tidak terjadi perubahan nilai massa jenis pada konsentrasi arang katif yang berbeda – beda.

Perubahan nilai massa jenis minyak telah terlihat pada pemberian kadar arang katif 25 gr. Pada perhitungan secara matematis menunjukkan bahwa massa minyak tetap dengan volume yang sama menunjukkan hasil massa jenis yang sama atau tetap sehingga semakin dinaikkan konsentrasi arang aktifnya tidak merubah nilai pada massa jenis minyak. Dapat pula dikatakan bahwa tidak ada pengaruh variasi arang aktif terhadap nilai massa jenis minyak. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan daya serap karbon dimana partikel – partikel dari sisa penggorengan sudah terserap dan terlihat perubahan massa jenisnya dengan diberi arang aktif 25 gr.

b. Grafik hubungan nilai massa jenis sebelum dan setelah mendapat perlakuan arang aktif

Pada penelitian ini menunjukkan proses adsorpsi minyak jelantah menggunakan arang aktif tempurung kelapa mampu menurunkan nilai indeks biasanya. Keefektifan perbaikan kualitas minyak goreng menggunakan teknik adsorpsi pada penelitian sebelumnya rata – rata menunjukkan hasil yang maksimal. Dengan perbedaan bahan adsorben dan lamanya waktu peyerapan dapat membuktikan hasil yang sesuai dengan kriteria penelitian. Minyak goreng dengan kualitas baik memiliki nilai indeks bias sesuai SNI sebesar 1,48 – 1,450, jika hasil penelitian lebih dari itu maka terjadi kerusakan pada minyak tersebut.

Data hasil penelitian yang tertuang dalam tabel kemudian diinterpretasikan dalam bentuk grafik. Dapat terlihat pada tabel 4.4 – 4.6 dan grafik 4.2 yaitu menunjukkan perbedaan nilai indeks bias pada minyak goreng baru, minyak goreng jelantah, serta minyak goreng setelah melewati proses adsorpsi. Data pada grafik menunjukkan nilai indeks bias pada minyak goreng jelantah mengalami kenaikan cukup tinggi dibandingkan dengan minyak goreng baru. Kenaikan indeks bias ini disebabkan adanya pembiasan cahaya terlalu besar pada saat cahaya keluar dari prisma berongga. Minyak jelantah dengan

pemanasan lebih dari dua kali mengakibatkan perubahan warna menjadi lebih pekat sehingga mempengaruhi keluaran cahaya dari prisma.

Garis selanjutnya menunjukkan perubahan nilai indeks bias setelah mendapat perlakuan dengan arang aktif. Indeks bias mengalami penurunan signifikan pada penambahan arang aktif sebanyak 25 gr yakni mencapai 1,45 sama dengan nilai indeks bias minyak goreng baru. Namun, seiring ditambahkannya kadar arang katif ke dalam minyak, indeks bias kembali mengalami peningkatan namun tidak terlalu tinggi dan masih dapat diterima. Menurut hasil penelitian (Idris, 2017) minyak goreng jelantah yang masih baru memiliki nilai indeks bias sebesar 1,512 dan semakin minyak mengalami pemanasan lebih banyak indeks bias semakin bertambah mencapai 1,5402.

Peningkatan kembali nilai indeks bias juga disebabkan karena kemampuan karbon aktif yang telah mencapai maksimal dan tidak dapat menyerap partikel bebas pada minyak. semakin banyak arang aktif yang ditambahkan maka akan mengalami tumbukan antar karbon. Maka kerja adsorben paling efektif adalah sebanyak 25 gr arang ke dalam 300 ml minyak menghasilkan nilai indeks bias maksimal mencapai nilai normal sebesar 1,45. Pemilihan bahan alat refraktometer prisma berongga juga mempengaruhi besar kecilnya pembiasan yang terjadi. semakin tinggi kerapatan optik maka indeks bias akan semakin tinggi. Pemilihan wadah yang tepat sangat diperlukan yaitu menggunakan wadah yang bening dan tidak terlalu tebal untuk meminimalisir adanya pengaruh indeks bias wadah terhadap indeks bias zat cair.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa penambahan arang aktif sebanyak 25 gr ke dalam minyak jelantah dengan volume 300 ml mampu memperbaiki kualitas minyak goreng, beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh adsorpsi arang aktif mampu menaikkan nilai massa jenis dari massa jenis minyak goreng bekas sebesar 880 kg/m^3 menjadi 900 kg/m^3 memenuhi standart mutu massa jenis minyak goreng.
2. Pengaruh adsorpsi arang aktif mampu menurunkan nilai indeks bias minyak goreng bekas dari n sebesar 1,660 menjadi 1,454 memenuhi standart mutu indeks bias minyak goreng.

5.2 Saran

Berdasarkan uraian kesimpulan diatas, penulis menyarankan untuk tidak memakai ulang minyak goreng lebih dari dua kali karena dapat berbahaya bagi tubuh. Saran untuk peneliti lanjutan untuk mengembangkan efektifitas arang aktif tempurung kelapa sebagai adsorben minyak goreng dalam jumlah minyak lebih banyak untuk membantu efektifitas pengguna minyak dalam bidang industri kuliner agar dapat selalu menjaga kualitas minyak yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M.D. 2019. Rancang Bangun Refraktormeter Sederhana Untuk Pengujian Konsentrasi Larutan. *Sekripsi*. Jurusan Fisika FMIPA: Universitas Brawijaya.
- Aladedunye FA, dan R. Przybylski. 2009. Degradation and Nutritional Quality Changes of Oil During Frying. *J Am Oil Chem Soc* (2009) 86:149–156.
- Asihta, U. 2017. Penggunaan Arang Aktif Limbah Kayu Jati Sebagai Pengikat Asam Lemak Bebas Pada Minyak Jelantah Terhadap Profil Lipid Mencit. *Sekripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat : Universitas Jember.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Neraca Bahan Makanan Indonesia*. Jakarta: BPS.
- Brewster, S. D. 1829. *Optics*. Vol. 7.
- Damayanti, Y., A.D Lesmono., dan T. Prihandono. 2018. Kajian Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas Minyak Goreng Sebagai Rancangan Bahan Ajar Petunjuk Praktikum Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol. 7 (No.3): 307-314.
- Departemen Agama Republik Indonesia. 2004. *Al – Qur'an dan Terjemahnya*. Bandung. CV Penerbit J – ART
- Dewintasari, I.N. 2018. Karakterisasi Absorbansi Minyak Goreng Mengandung Plastik Menggunakan Spektrometer UV-VIS. *Sekripsi*. Jurusan Fisika FMIPA : Universitas Jember.
- Ellyana, R.L. dan I.W.A.W. Kusuma. 2019. Penentuan Indeks Bias Kaca Berdasarkan Pola Interferensi Cahaya Laser Terhambur Menggunakan Cermin Datar Berdebu. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*. Vol. 7 (No. 2).
- Erlita, D. dan I.K, Anafiati. 2018. Kualitas Minyak Goreng Fried Chicken Dan Krecek Rambak Ditinjau Dari Kadar Asam Lemak Bebas Dan Angka Peroksida. *Prosiding Seminar Nasional dan Call For Papers*. No. ISBN: 978-602-1643-617 . Purwokerto.
- Faradhillah dan S. Hendri. 2019. Mengukur Indeks Bias Berbagai Kaca Dengan Menggunakan Prinsip Pembiasan. *IJIS Edu*. Vol. 1 (No. 2)
- Fathoni, S. 2000. Identifikasi massa jenis minyak goreng di pasaran dengan menggunakan piknometer substitusi. *Skripsi*. Jember : Universitas Jember.

- Fitriyani, A. L. 2014. Proses Transesterifikasi Minyak Curah dengan Metode Distalasi Reaktif untuk Produksi Biodiesel Berdasarkan Rasio Umpan". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Semarang: Undip.
- Fransiska, E. 2012. Karakteristik, Pengetahuan, Sikap, dan Tindakan Ibu Rumah Tangga tentang Penggunaan Minyak Goreng Berulang Kali di Desa Tanjung Selamat Kecamatan Sunggal Tahun 2011. *Skripsi*. Medan : FKM USU.
- Goi, M., Y.K. Yasin, dan Z.I, Mohamad.. 2017. Identifikasi Penggunaan Minyak Goreng Oleh Pedagang Pisang Goreng Di Kecamatan Kota Tengah Kota Gorontalo. *Healt and Nutritions Journal*. Vol. 3 (No. 1): 28-36.
- Guenther, R. D. 1990. *Modern Optics*. Wiley New York.
- Hadihah, F., T. Meliasari., dan Heryanto. 2020. Pemurnian Minyak Jelantah dengan Menggunakan Adsorben Serbuk Biji Kelor Tanpa Karbonisasi dan Bentonit. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 26 (No.1): 27-36.
- Handayani, R.W. 2002. Stdi Pengaruh Suhu dan Jenis Bahan Pangan Terhadap Stabilitas Minyak Kelapa Selama Proses Penggorengan. *Sekripsi*. Program Teknik Industri. Universitas Hasanudin Makasar.
- Hajar, E.W.I., A.F.W, Purba., dan P. Handayani. Mardiah. 2016. Proses Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Ampas Tebu Untuk Pembuatan Sabun Padat. *Jurnal Integritas*. Vol. 6 (No. 2) : 57-63.
- Hartati, S. 2019. Studi Perbedaan Pengrajin Tempe dan Jenis Minyak Goreng Terhadap Sifat Kimia dan Minyak Goreng Pasca Penggorengan. *Jurnal Teknologi Pangan*. Vol. 13 (No. 2): 25-33.
- Herlina. 1995. *Mempelajari Mutu Minyak Kelapa dari Berbagai Macam Proses Pengolahan Minyak Kelapa*. Jember. Universitas Jember
- Hidayati, F.C., Masturi, dan I. Yulianti. 2016. Pemurnian Minyak Goreng Bekas Pakai (Jelantah) dengan Menggunakan Arang Bonggol Jagung. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*. Vol. 1 (No. 2): 67-70.
- <https://scienceequip.com.au/products/pycnometer-density-specific-gravity-bottles-borosilicate-glass>
- Idris, N. Sarina, Maswati, dan D. Susilayani. 2017. Pengembangan Alat Ukur Indeks Bias Menggunakan Prisma Berongga dari Lembaran Kac Komersial Biasa dan Laser He-Ne untuk Pengujian Kualitas Minyak Goreng. *Risalah Fisika*. Vol. 1 (No. 2): 39-46.

- Imam Ghozali. (2011). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 19. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Junaidi. 2010. *Statistik uji kruskal wallis*. Fakultas Ekonomi: Universitas Jambi.
- Ketaren, S. 2008. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta.
- Kusumastuti. 2004. Kinerja Zeolit Dalam Memperbaiki Mutu Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Universitas Negeri Semarang. Vol 15 (No.2).
- Laela, A.N. 2016. Ekstraksi Polifenol Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L*) dan Pengaruhnya Terhadap Mutu Minyak Goreng. *Sekripsi*. Teknologi Hasil Pertanian. FTP : Universitas Jember.
- Manurung, M., N. M. Suaniti, dan K. G. Dharma Putra. 2018. Perubahan Kualitas Minyak Goreng Akibat Lamanya Pemanasan. *Jurnal Kimia*. Vol 12 (No. 1) : 59 – 64.
- Meisrilestari, Y., R. Khomaini., dan H. Wijayanti. Pembuatan Arang Aktif dari cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivasi Secara Fisika, Kimia, dan Fisika – Kimia. *Jurnal Konversi*. Vol. 2 (No. 1): 45 – 50.
- Muhammad, H.N., F. Nikmah, N.U Hidayah, dan A.K Haqiqi. 2020. Arang Aktif Kayu Leucaena Leucocephala sebagai Adsorben Minyak Goreng Bekas Pakai (Minyak Jelantah). *Physics Education Research Journal*. Vol. 2 (No. 2) : 123 – 130.
- Mukhlis, MA., A.D Lesmono, dan L. Nuraini. 2021. Analisis Hubungan Indeks Bias dan Intensitas Cahaya Pada Berbagai Fluida. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol. 10 (No. 4) : 150 – 155.
- Move Indonesia. 2007. *Kegunaan Arang*. Mojokerto : Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup (PPLH) Seloliman Trawas.
- Nasir, N.S.W., Nurhaeni, dan Musafira. 2014. Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Kepok (Musa Normalis) Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Angka Peroksida Dan Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Bekas. *Online Journal of Natural Science*. Vol.3 (No.1): 18-30.
- Nofriwati, S. 2018. Efektivitas Arang Aktif Sebagai Adsorben Dalam Penurunan Asam Lemak Bebas Dan Penjernihan Warna Pada Minyak Goreng Bekas. *Skripsi*. Medan. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.

- Notoatmodjo, S, 2010. Pendidikan dan Perilaku Kesehatan. Jakarta : Rhineka Cipta.
- Palungkun, R. 2001. *Aneka Produk Olahan Kelap*. Cetakan VIII. Jakarta: Swadaya.
- Paputungan, R., S. Nikmatin, dan A. Maddu. 2018. Mikrostruktur Arang Aktif Kelapa Untuk Pemurnian Minyak Goreng Habis Pakai. *Jurnal IPB*. Vol. 6 (No. 1): 69-74.
- Permatasari, R., Sugiyono, dan N. Wulandari. 2011. Kajian Pengaruh Suhu Terhadap Densitas dan Sifat Reologi Minyak Sawit Kasar (Grude Palm Oil). *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Prasetyo, D. R. Aji, M. P. dan Supriyadi. Uji Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Indeks Bias Cahaya. *Jurnal Fisika*. Vol. 4 (No. 1): 48-52.
- Putra, A. R. A. P., 2013. "Pengaruh Brand Image, Product Display, dan Product Knowledge Terhadap PURvhase Intention Minyak Goreng Bimoli dengan Price Discount Sebagai Variabel Moderasi". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Yogyakarta: UAJY.
- Rahayu, A, Hasimah, dan A.D Nugroho. 2007. "Studi Frekuensi Penggorengan dari Minyak Jelantah Bermerek dan Tidak Bermerek Terhadap Nekrosis Sel Hati". Tidak Dipublikasikan. *Program Kreativitas Mahasiswa*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sembiring, M. T dan Sinaga. T. S. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan)*. Sumatra Utara: Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara.
- Southall, P.C. J, Mirrors. 1933. *Prisms and Lenses (A Text-Book of Geometrical Optic)*. New York . The Mac Millan Company.
- Suroso, Asri S. 2013. Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai Ditinjau dari Bilangan Peroksida, Bilangan Asam dan Kadar Air. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*. Vol 3 (No. 2): 77 - 88.
- Sutiah. K.S. Fisrdausi, S. dan W. Setia Budi. 2008. Studi Kualitas Minyak Goreng Dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. *Berkala Fisika*. Vol 11 (No. 2): 53-58.
- Svelto. 2010. *Principles of Lasers*. Springer Science. USA.

Thadeus, M. S. 2012. Dampak Konsumsi Minyak Jelantah terhadap Kerusakan Oksidatif DNA. *Disertasi*. Yogyakarta : Program Doktor Ilmu Kedokteran dan Kesehatan.

Warsito, G.A Pauzi., dan M. Jannah. 2013. Analisis Pengaruh Massa Jenis terhadap Kualitas Minyak Goreng Kelapa Sawit Menggunakan Alat Ukur Massa Jenis dan Akuisisinya pada Komputer. *Prosiding*. Jurusan Fisika FMIPA : Universitas Lampung.

Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka.

Wijana, Susingih.2005. *Mengolah Minyak Goreng Bekas*. Surabaya: Trubus Agrisana.

Yustinah, Hartini. 2011. Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Sabut Kelapa. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan SDA Indonesia : Yogyakarta.

Zamroni, A. 2013. Pengukuran Indeks Bias Zat Cair Melalui Metode Pembiasan Menggunakan Plan Paralel. *Jurnal Fisika*. Vol. 3 (No. 2) : 108-111.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks Penelitian

Matriks Penelitian

NAMA : SITI HAFNA ILMI MUHALA

NIM : 170210102036

RG : 2

JUDUL	PERMASALAHAN	TUJUAN PENELITIAN	VARIABEL	METODE PENELITIAN	SUMBER DATA
Pengaruh Adsorpsi Arang Aktif Terhadap Nilai Massa Jenis dan Indeks Bias Minyak Goreng	“Bagaiamanakah pengaruh adsorpsi arang aktif pada minyak goreng terhadap nilai indeks bias dan massa jenis?”	Mengkaji pengaruh adsorpsi arang aktif pada minyak goreng terhadap nilai indeks bias.	<ul style="list-style-type: none"> • Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jumlah arang aktif untuk adsorpsi minyak goreng bekas • Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah jenis dan jumlah minyak goreng 	Metode Pengambilan data menggunakan metode eksperimental uji laboratorium penelitian eksperimen murni. Penelitian ini akan mengkaji kualitas mutu minyak goreng bekas melalui parameter indeks bias dan massa jenis dengan bantuan adsorpsi arang aktif.	Data yang diperoleh dari peneliian ini merupakan data uji laboratorium dengan menggunakan 1 jenis minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng kerupuk tanpa penambahan minyak kembali. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran yaitu, pertama pada minyak baru, pengukuran kedua pada minyak jelantah

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

			<p>yang digunakan untuk menggoreng kerupuk.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai indeks bias dan massa jenis dari minyak bekas setelah melewati proses adsorpsi. 	<p>Pengujian indeks bias dilakukan menggunakan media prisma berongga dan pengukuran massa jenis menggunakan piknometer pada minyak baru, bekas, dan minyak yang telah mendapat perlakuan arang aktif.</p>	<p>murni, dan pengukuran ketiga pada minyak jelantah yang telah dipengaruhi arang aktif dengan 5 variasi jumlah arang aktif yang berbeda. Sumber data lain adalah mendapatkan nilai kontan dari indeks bias dan massa jenis minyak goreng baru dengan mengacu pada landasan teori hasil penelitian para ahli.</p>
--	--	--	--	---	---

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama



Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si
NIP. 196412301993021001

Dosen Pembimbing Anggota



Dr. Yushardi, S.Si, M.Si
NIP. 196504201995121001

Lampiran 4.2 Perhitungan untuk Menentukan Massa Jenis

$$\rho = \frac{m_v - m_0}{V}$$

Keterangan :

ρ : massa jenis zat (kg/m^3)

m_0 : massa piknometer kosong (kg)

m_v : massa piknometer berisi zat cair (kg)

V : Volume zat cair dan piknometer (m^3)

dengan :

$$m_0 = 30 \text{ gr}$$

$$v = 50 \text{ ml}$$

a. Massa Jenis Aquades

$$m_v = 80 \text{ gr}, 79 \text{ gr}, 79 \text{ gr}$$

$$\rho = \frac{m_v - m_0}{V}$$

$$\rho = \frac{80 \text{ gr} - 30 \text{ gr}}{50}$$

$$\rho = 1 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

b. Massa Jenis Minyak Baru

$$m_v = 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}$$

$$\rho = \frac{m_v - m_0}{V}$$

$$\rho = \frac{75 \text{ gr} - 30 \text{ gr}}{50 \text{ ml}}$$

$$\rho = \frac{45 \text{ gr}}{50 \text{ ml}} = 0,9 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} = 900 \text{ kg/m}^3$$

c. Massa Jenis Minyak Jelantah

$$m_v = 74 \text{ gr}, 74 \text{ gr}, 74 \text{ gr}$$

$$\rho = \frac{m_v - m_0}{V}$$

$$\rho = \frac{74 \text{ gr} - 30 \text{ gr}}{50 \text{ ml}}$$

$$\rho = \frac{44 \text{ gr}}{50 \text{ ml}} = 0,88 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} = 880 \text{ kg/m}^3$$

d. Massa Jenis Minyak dengan perlakuan Arang Aktif 25 gr

$$m_v = 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}$$

$$\rho = \frac{m_v - m_0}{V}$$

$$\rho = \frac{75 \text{ gr} - 30 \text{ gr}}{50 \text{ ml}}$$

$$\rho = \frac{45 \text{ gr}}{50 \text{ ml}} = 0,9 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} = 900 \text{ kg/m}^3$$

e. Massa Jenis Minyak dengan perlakuan Arang Aktif 40 gr

$$m_v = 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}$$

$$\rho = \frac{m_v - m_0}{V}$$

$$\rho = \frac{75 \text{ gr} - 30 \text{ gr}}{50 \text{ ml}}$$

$$\rho = \frac{45 \text{ gr}}{50 \text{ ml}} = 0,9 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} = 900 \text{ kg/m}^3$$

f. Massa Jenis Minyak dengan perlakuan Arang Aktif 55 gr

$$m_v = 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}$$

$$\rho = \frac{m_v - m_0}{V}$$

$$\rho = \frac{75 \text{ gr} - 30 \text{ gr}}{50 \text{ ml}}$$

$$\rho = \frac{45 \text{ gr}}{50 \text{ ml}} = 0,9 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} = 900 \text{ kg/m}^3$$

g. Massa Jenis Minyak dengan perlakuan Arang Aktif 70 gr

$$m_v = 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}$$

$$\rho = \frac{m_v - m_0}{V}$$

$$\rho = \frac{75 \text{ gr} - 30 \text{ gr}}{50 \text{ ml}}$$

$$\rho = \frac{45 \text{ gr}}{50 \text{ ml}} = 0,9 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} = 900 \text{ kg/m}^3$$

h. Massa Jenis Minyak dengan perlakuan Arang Aktif 85 gr

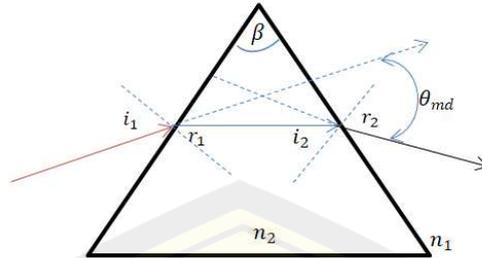
$$m_v = 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}, 75 \text{ gr}$$

$$\rho = \frac{m_v - m_0}{V}$$

$$\rho = \frac{75 \text{ gr} - 30 \text{ gr}}{50 \text{ ml}}$$

$$\rho = \frac{45 \text{ gr}}{50 \text{ ml}} = 0,9 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} = 900 \text{ kg/m}^3$$

Lampiran 4.3 Menghitung Nilai Indeks Bias



$$\alpha = i_1 + r_2$$

$$\beta = i_1 + r_2$$

$$\theta_{md} = \alpha - \beta$$

$$n_1 = n_2 \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta_{md} + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$$

Keterangan :

- n_1 : indeks bias fluida dalam prisma
- n_2 : indeks bias udara ($n = 1$)
- β : sudut apit prisma (apex angle).
- θ_{md} : Sudut deviasi minimum

a. Indeks bias aquades

Perhitungan Aquades

$i_1 = 28^\circ$
 $r_1 = 24^\circ$
 $i_2 = 38^\circ$
 $r_2 = 52^\circ$

maxa :

$\beta = i_2 + r_1 = 38^\circ + 24^\circ = 62^\circ$

$\alpha = i_1 + r_2 = 28^\circ + 52^\circ = 80^\circ$

$dm = \alpha - \beta = 80^\circ - 62^\circ = 18^\circ$

$n_1 = \frac{\sin \frac{1}{2} (dm + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$

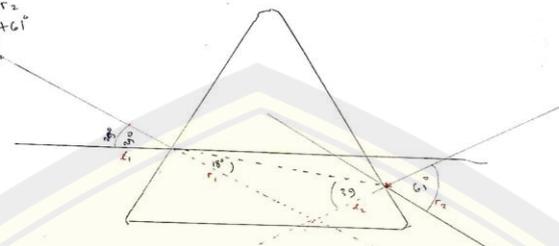
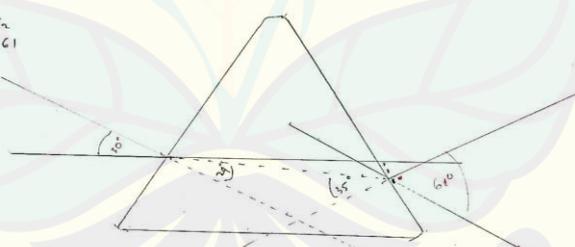
$= \frac{\sin \frac{1}{2} (18 + 62)}{\sin \frac{1}{2} 62}$

$= \frac{\sin 40}{\sin 31}$

$= \frac{0,642}{0,515}$

$= 1,246$

b. Indeks bias minyak baru

<p>① Minyak baru</p> <p>Perhitungan!</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 18^\circ$ $i_2 = 39^\circ$ $r_2 = 61^\circ$</p> <p>maka</p> <p>$\beta = i_2 + r_1 = 39^\circ + 18^\circ = 57^\circ$</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 61^\circ = 90^\circ$</p> <p>$\Delta m = \alpha - \beta = 90^\circ - 57^\circ = 33^\circ$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\Delta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$</p> <p>$= \frac{\sin \frac{1}{2} (33^\circ + 57^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ}$</p> <p>$= \frac{\sin 45^\circ}{\sin 28,5^\circ}$</p> <p>$= \frac{0,707}{0,477}$</p> <p>$= 1,482$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 39^\circ$ $r_1 = 18^\circ$ $r_2 = 61^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 29^\circ + 61^\circ = 90^\circ$</p> <p>$\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 39^\circ + 18^\circ = 57^\circ$</p> <p>$\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 90^\circ - 57^\circ = 33^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (33^\circ + 57^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ}$</p> <p>$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 28,5^\circ}$</p> <p>$n = \frac{0,707}{0,477} = 1,482$</p>
<p>② baru</p> <p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 30^\circ$ $r_1 = 24^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_2 = 61^\circ$</p> <p>maka:</p> <p>$\beta = i_2 + r_1 = 35^\circ + 24^\circ = 59^\circ$</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 30^\circ + 61^\circ = 91^\circ$</p> <p>$\Delta m = \alpha - \beta = 91^\circ - 59^\circ = 32^\circ$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\Delta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$</p> <p>$= \frac{\sin \frac{1}{2} (32^\circ + 59^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 59^\circ}$</p> <p>$= \frac{\sin 45,5^\circ}{\sin 29,5^\circ}$</p> <p>$= \frac{0,713}{0,492}$</p> <p>$= 1,449$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 30^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_1 = 24^\circ$ $r_2 = 61^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 30^\circ + 61^\circ = 91^\circ$</p> <p>$\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 35^\circ + 24^\circ = 59^\circ$</p> <p>$\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 91^\circ - 59^\circ = 32^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (32^\circ + 59^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 59^\circ}$</p> <p>$n = \frac{\sin 45,5^\circ}{\sin 29,5^\circ}$</p> <p>$n = \frac{0,713}{0,492} = 1,449$</p>

3) baru

$i_1 = 29^\circ$
 $r_1 = 22^\circ$
 $i_2 = 35^\circ$
 $r_2 = 63^\circ$

maka:
 $\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 63^\circ = 92^\circ$
 $\beta = i_2 + r_1 = 35^\circ + 22^\circ = 57^\circ$

$\theta m = \alpha - \beta = 92^\circ - 57^\circ = 35^\circ$

$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$
 $= \frac{\sin \frac{1}{2} 92^\circ}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ}$
 $= \frac{\sin 46^\circ}{\sin 28.5^\circ}$
 $= \frac{0,719}{0,484}$
 $n = 1,485$

Perhitungan :

$i_1 = 29^\circ$
 $i_2 = 35^\circ$
 $r_1 = 23^\circ$
 $r_2 = 63^\circ$

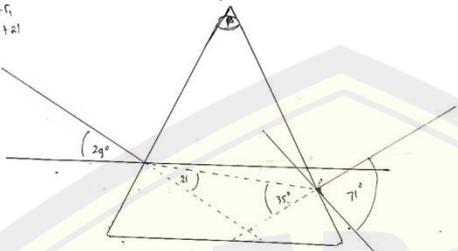
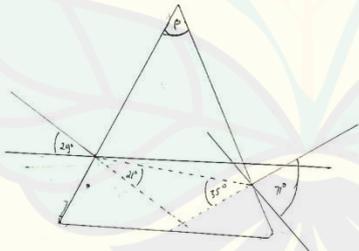
maka :

$\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 63^\circ = 92^\circ$
 $\beta = i_2 + r_1 = 35^\circ + 23^\circ = 58^\circ$
 $\theta m = \alpha - \beta = 92^\circ - 58^\circ = 34^\circ$

sehingga nilai n adalah :

$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$
 $= \frac{\sin \frac{1}{2} (34^\circ + 58^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 58^\circ}$
 $= \frac{\sin 46^\circ}{\sin 29^\circ}$
 $= \frac{0,719}{0,484} = 1,485$

c. Indeks bias minyak goreng bekas

<p>① Minyak goreng sebelum Perilaku Perhitungan!</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 21^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_2 = 71^\circ$</p> <p>maka: $\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 71 = 100$ $\beta = i_2 + r_1 = 35 + 21 = 56$</p> <p>$\theta m = \alpha - \beta = 100 - 56 = 44$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $= \frac{\sin \frac{1}{2}(44 + 56)}{\sin \frac{1}{2} 56}$ $= \frac{\sin 50}{\sin 28}$ $n = \frac{0,766}{0,469}$ $n = 1,633$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_1 = 21^\circ$ $r_2 = 71^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 29^\circ + 71^\circ = 100^\circ$ $\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 35^\circ + 21^\circ = 56^\circ$ $\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 100^\circ - 56^\circ = 44^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $n = \frac{\sin \frac{1}{2}(44^\circ + 56^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 56^\circ}$ $n = \frac{\sin 50^\circ}{\sin 28^\circ}$ $n = \frac{0,766}{0,469} = 1,633$</p>
<p>② Minyak sebelum Perilaku Perhitungan!</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 21^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_2 = 71^\circ$</p> <p>maka: $\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 71 = 100$ $\beta = i_2 + r_1 = 35 + 21 = 56$</p> <p>$\theta m = \alpha - \beta = 100 - 56 = 44$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $= \frac{\sin \frac{1}{2}(44 + 56)}{\sin \frac{1}{2} 56}$ $= \frac{\sin 50}{\sin 28}$ $n = \frac{0,766}{0,469}$ $n = 1,633$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_1 = 21^\circ$ $r_2 = 71^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 29^\circ + 71^\circ = 100^\circ$ $\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 35^\circ + 21^\circ = 56^\circ$ $\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 100^\circ - 56^\circ = 44^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $n = \frac{\sin \frac{1}{2}(44^\circ + 56^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 56^\circ}$ $n = \frac{\sin 50^\circ}{\sin 28^\circ}$ $n = \frac{0,766}{0,469} = 1,633$</p>

③ misalkan sebelum Perilaku Perhitungan!

$i_1 = 29^\circ$
 $r_1 = 22^\circ$
 $i_2 = 35^\circ$
 $r_2 = 72^\circ$

maka

$\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 72 = 101^\circ$
 $\beta = i_2 + r_1 = 35 + 22 = 57^\circ$

$\Delta m = \alpha - \beta = 101 - 57 = 44$

$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\alpha + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$
 $= \frac{\sin \frac{1}{2} 101}{\sin \frac{1}{2} 57}$
 $= \frac{\sin 50,5}{\sin 28,5}$
 $n = \frac{0,819}{0,477} = 1,716$

Perhitungan :

$i_1 = 29^\circ$
 $i_2 = 35^\circ$
 $r_1 = 22^\circ$
 $r_2 = 72^\circ$

maka :

$\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 72^\circ = 101^\circ$
 $\beta = i_2 + r_1 = 35^\circ + 22^\circ = 57^\circ$
 $\theta m = \alpha - \beta = 101^\circ - 57^\circ = 44^\circ$

sehingga nilai n adalah :

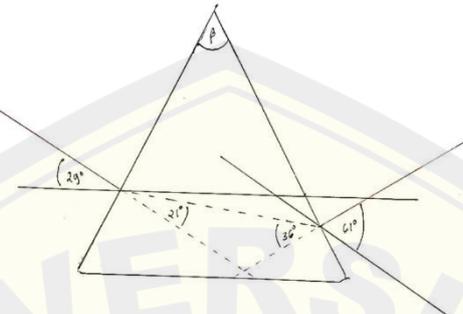
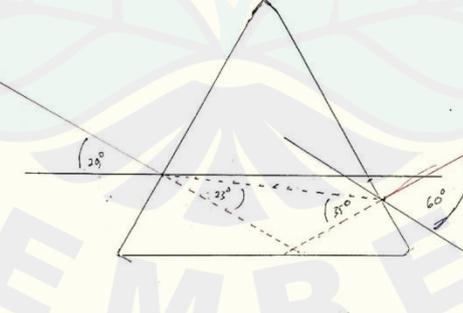
$$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$$

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (44^\circ + 57^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ}$$

$$n = \frac{\sin 50,5^\circ}{\sin 28,5^\circ}$$

$$n = \frac{0,819}{0,477} = 1,716$$

d. Indeks bias minyak dengan arang aktif 25 gr

<p>① Indeks bias minyak goreng arang aktif 25 gr</p> <p>Perhitungan!</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 21^\circ$ $i_2 = 36^\circ$ $r_2 = 61^\circ$</p> <p>maka:</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 61^\circ = 90^\circ$</p> <p>$\beta = i_2 + r_1 = 36^\circ + 21^\circ = 57^\circ$</p> <p>$\Delta m = \alpha - \beta = 90^\circ - 57^\circ = 33^\circ$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\Delta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta} = \frac{\sin \frac{1}{2} 90^\circ}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 28,5^\circ} = \frac{0,707}{0,477} = 1,482$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 36^\circ$ $r_1 = 21^\circ$ $r_2 = 61^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 61^\circ = 90^\circ$</p> <p>$\beta = i_2 + r_1 = 36^\circ + 21^\circ = 57^\circ$</p> <p>$\theta m = \alpha - \beta = 90^\circ - 57^\circ = 33^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta} = \frac{\sin \frac{1}{2}(36^\circ + 57^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 28,5^\circ} = \frac{0,707}{0,477} = 1,482$</p>
<p>② 25 gr</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 23^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_2 = 60^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 60^\circ = 89^\circ$</p> <p>$\beta = i_2 + r_1 = 35^\circ + 23^\circ = 58^\circ$</p> <p>$\Delta m = \alpha - \beta = 89^\circ - 58^\circ = 31^\circ$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\Delta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta} = \frac{\sin \frac{1}{2} 89^\circ}{\sin \frac{1}{2} 58^\circ} = \frac{\sin 44,5^\circ}{\sin 29^\circ} = \frac{0,700}{0,484} = 1,446$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_1 = 23^\circ$ $r_2 = 60^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 60^\circ = 89^\circ$</p> <p>$\beta = i_2 + r_1 = 35^\circ + 23^\circ = 58^\circ$</p> <p>$\theta m = \alpha - \beta = 89^\circ - 58^\circ = 31^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta} = \frac{\sin \frac{1}{2}(35^\circ + 58^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 58^\circ} = \frac{\sin 44,5^\circ}{\sin 29^\circ} = \frac{0,700}{0,484} = 1,446$</p>

3) 2x 95

$i_1 = 29^\circ$
 $r_1 = 21^\circ$
 $i_2 = 38^\circ$
 $r_2 = 61^\circ$

maka:
 $\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 61 = 90$
 $\beta = i_2 + r_1 = 38 + 21 = 59$

$\theta m = \alpha - \beta = 90 - 59 = 31$

$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2}\beta}$
 $= \frac{\sin \frac{1}{2} 90}{\sin \frac{1}{2} 59}$
 $= \frac{\sin 45}{\sin 29,5}$
 $n = \frac{0,707}{0,492}$
 $n = 1,436$

Perhitungan :

$i_1 = 29^\circ$
 $i_2 = 38^\circ$
 $r_1 = 21^\circ$
 $r_2 = 61^\circ$

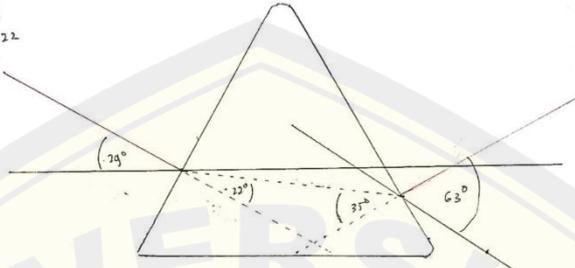
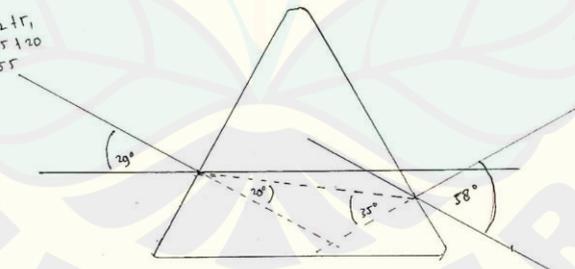
maka :

$\alpha = i_1 + r_2$
 $\alpha = 29^\circ + 61^\circ = 90^\circ$
 $\beta = i_2 + r_1$
 $\beta = 38^\circ + 21^\circ = 59^\circ$
 $\theta m = \alpha - \beta$
 $\theta m = 90^\circ - 59^\circ = 31^\circ$

sehingga nilai n adalah :

$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2}\beta}$
 $n = \frac{\sin \frac{1}{2}(38^\circ + 59^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 59^\circ}$
 $n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 29,5^\circ}$
 $n = \frac{0,707}{0,492} = 1,436$

e. Indeks bias minyak dengan arang aktif 40 gr

<p>① minyak dengan arang aktif 40 gr</p> <p>Perhitungan!</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 22^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_2 = 63^\circ$</p> <p>maka:</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 63 = 92$ $\beta = i_2 + r_1 = 35 + 22 = 57$</p> <p>$dm = \alpha - \beta = 92 - 57 = 35$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(dm + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $= \frac{\sin \frac{1}{2} 92}{\sin \frac{1}{2} 57,5}$ $= \frac{\sin 46}{\sin 28,5}$ $= \frac{0,719}{0,477}$ $n = 1,507$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_1 = 22^\circ$ $r_2 = 63^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 29^\circ + 63^\circ = 92^\circ$ $\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 35^\circ + 22^\circ = 57^\circ$ $\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 92^\circ - 57^\circ = 35^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $n = \frac{\sin \frac{1}{2}(35^\circ + 57^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ}$ $n = \frac{\sin 46^\circ}{\sin 28,5^\circ}$ $n = \frac{0,719}{0,477} = 1,507$</p>
<p>② 40 gr</p> <p>Perhitungan!</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 20^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_2 = 58^\circ$</p> <p>maka:</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 58 = 87$ $\beta = i_2 + r_1 = 35 + 20 = 55$</p> <p>$dm = \alpha - \beta = 87 - 55 = 32$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(dm + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $= \frac{\sin \frac{1}{2} 87}{\sin \frac{1}{2} 55}$ $= \frac{\sin 43,5}{\sin 27,5}$ $= \frac{0,688}{0,461}$ $n = 1,475$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_1 = 20^\circ$ $r_2 = 58^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 29^\circ + 58^\circ = 87^\circ$ $\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 35^\circ + 20^\circ = 55^\circ$ $\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 87^\circ - 55^\circ = 32^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $n = \frac{\sin \frac{1}{2}(32^\circ + 55^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 55^\circ}$ $n = \frac{\sin 43,5^\circ}{\sin 27,5^\circ}$ $n = \frac{0,688}{0,461} = 1,475$</p>

③ 90 95
Perhitungan!

$i_1 = 29^\circ$
 $r_1 = 22^\circ$
 $i_2 = 35^\circ$
 $r_2 = 62^\circ$

maka:
 $\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 62 = 91$
 $\beta = i_2 + r_1 = 35 + 22 = 57$

$\theta m = \alpha - \beta = 91 - 57 = 34$

$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2}\beta}$
 $= \frac{\sin \frac{1}{2} 91}{\sin \frac{1}{2} 57}$
 $= \frac{\sin 45,5}{\sin 28,5}$
 $n = \frac{0,713}{0,477}$
 $n = 1,494$

Perhitungan :

$i_1 = 29^\circ$
 $i_2 = 35^\circ$
 $r_1 = 22^\circ$
 $r_2 = 62^\circ$

maka :

$\alpha = i_1 + r_2$
 $\alpha = 29^\circ + 62^\circ = 91^\circ$
 $\beta = i_2 + r_1$
 $\beta = 35^\circ + 22^\circ = 57^\circ$
 $\theta m = \alpha - \beta$
 $\theta m = 91^\circ - 57^\circ = 34^\circ$

sehingga nilai n adalah :

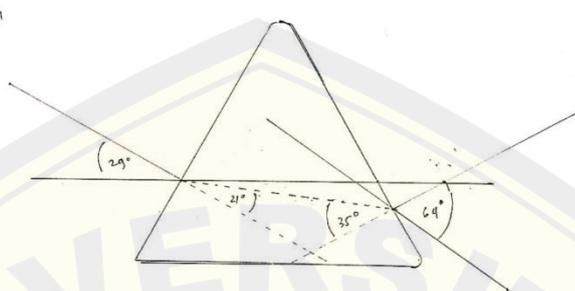
$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2}\beta}$$

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(34^\circ + 57^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ}$$

$$n = \frac{\sin 45,5^\circ}{\sin 28,5^\circ}$$

$$n = \frac{0,713}{0,477} = 1,494$$

f. Indeks bias minyak dengan arang aktif 55 gr

<p>① minyak kg arang aktif 55 gr</p> <p>Perhitungan!</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 21^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_2 = 64^\circ$</p> <p>maka:</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 64 = 93$ $\beta = i_2 + r_1 = 35 + 21 = 56$</p> <p>$\Delta m = \alpha - \beta = 93 - 56 = 37$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\Delta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$</p> <p>$= \frac{\sin \frac{1}{2} 93}{\sin \frac{1}{2} 56}$</p> <p>$= \frac{\sin 46,5}{\sin 28}$</p> <p>$= \frac{0,725}{0,469}$</p> <p>$= 1,545$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_1 = 21^\circ$ $r_2 = 64^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 29^\circ + 64^\circ = 93^\circ$ $\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 35^\circ + 21^\circ = 56^\circ$ $\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 93^\circ - 56^\circ = 37^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (37^\circ + 56^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 56^\circ}$</p> <p>$n = \frac{\sin 46,5^\circ}{\sin 28^\circ}$</p> <p>$n = \frac{0,725}{0,469} = 1,545$</p>
<p>② 55 gr</p> <p>Perhitungan!</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 21^\circ$ $i_2 = 37^\circ$ $r_2 = 67^\circ$</p> <p>maka:</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 67 = 96$ $\beta = i_2 + r_1 = 37 + 21 = 58$</p> <p>$\Delta m = \alpha - \beta = 96 - 58 = 38$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\Delta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$</p> <p>$= \frac{\sin \frac{1}{2} 96}{\sin \frac{1}{2} 58}$</p> <p>$= \frac{\sin 48}{\sin 29}$</p> <p>$n = \frac{0,743}{0,484}$</p> <p>$= 1,535$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 37^\circ$ $r_1 = 21^\circ$ $r_2 = 67^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 29^\circ + 67^\circ = 96^\circ$ $\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 37^\circ + 21^\circ = 58^\circ$ $\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 96^\circ - 58^\circ = 38^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (38^\circ + 58^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 58^\circ}$</p> <p>$n = \frac{\sin 48^\circ}{\sin 29^\circ}$</p> <p>$n = \frac{0,743}{0,484} = 1,535$</p>

3) 55 gr
Perluangan!

$i_1 = 29^\circ$
 $r_1 = 21^\circ$
 $i_2 = 37^\circ$
 $r_2 = 67^\circ$

maka:
 $\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 67 = 96$
 $\beta = i_2 + r_1 = 37 + 21 = 58$

$\Delta m = \alpha - \beta = 96 - 58 = 38$

$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\Delta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$
 $= \frac{\sin \frac{1}{2} 96}{\sin \frac{1}{2} 58}$
 $= \frac{\sin 48}{\sin 29}$
 $n = \frac{0,743}{0,484} = 1,535$

Perhitungan :

$i_1 = 29^\circ$
 $i_2 = 37^\circ$
 $r_1 = 21^\circ$
 $r_2 = 67^\circ$

maka :

$\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 67^\circ = 96^\circ$
 $\beta = i_2 + r_1 = 37^\circ + 21^\circ = 58^\circ$
 $\theta m = \alpha - \beta = 96^\circ - 58^\circ = 38^\circ$

sehingga nilai n adalah :

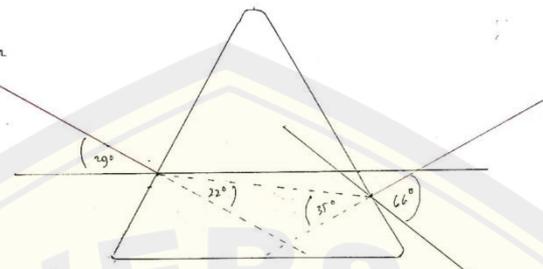
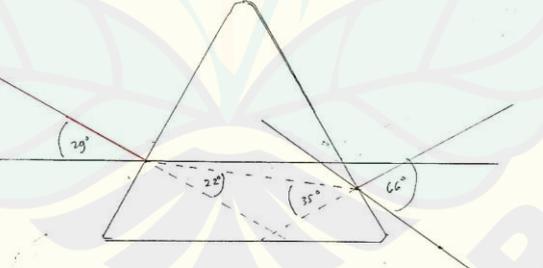
$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$$

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(38^\circ + 58^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 58^\circ}$$

$$n = \frac{\sin 48^\circ}{\sin 29^\circ}$$

$$n = \frac{0,743}{0,484} = 1,535$$

g. Indeks bias minyak dengan arang aktif 70 gr

<p>① minyak dg arang aktif 70 gr</p> <p>Perhitungan!</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 22^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_2 = 66^\circ$</p> <p>maka:</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 66 = 95$ $\beta = i_2 + r_1 = 35 + 22 = 57$</p> <p>$\Delta m = \alpha - \beta = 95 - 57 = 38$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\Delta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $= \frac{\sin \frac{1}{2} 95}{\sin \frac{1}{2} 57}$ $= \frac{\sin 47,5}{\sin 28,5}$ $n = \frac{0,737}{0,477} = 1,545$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_1 = 22^\circ$ $r_2 = 66^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 29^\circ + 66^\circ = 95^\circ$ $\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 35^\circ + 22^\circ = 57^\circ$ $\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 95^\circ - 57^\circ = 38^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> $n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $n = \frac{\sin \frac{1}{2}(38^\circ + 57^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ}$ $n = \frac{\sin 47,5^\circ}{\sin 28,5^\circ}$ $n = \frac{0,737}{0,477} = 1,545$
<p>② 70 gr</p> <p>Perhitungan!</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 22^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_2 = 66^\circ$</p> <p>maka:</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 66 = 95$ $\beta = i_2 + r_1 = 35 + 22 = 57$</p> <p>$\Delta m = \alpha - \beta = 95 - 57 = 38$</p> <p>$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\Delta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $= \frac{\sin \frac{1}{2} 95}{\sin \frac{1}{2} 57}$ $= \frac{\sin 47,5}{\sin 28,5}$ $n = \frac{0,737}{0,477} = 1,545$</p> 	<p>Perhitungan :</p> <p>$i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_1 = 22^\circ$ $r_2 = 66^\circ$</p> <p>maka :</p> <p>$\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 29^\circ + 66^\circ = 95^\circ$ $\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 35^\circ + 22^\circ = 57^\circ$ $\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 95^\circ - 57^\circ = 38^\circ$</p> <p>sehingga nilai n adalah :</p> $n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $n = \frac{\sin \frac{1}{2}(38^\circ + 57^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ}$ $n = \frac{\sin 47,5^\circ}{\sin 28,5^\circ}$ $n = \frac{0,737}{0,477} = 1,545$

③ 7095 - -
Perhitungan!

$i_1 = 29^\circ$
 $r_1 = 21^\circ$
 $i_2 = 35^\circ$
 $r_2 = 65^\circ$

maka:

$\alpha = i_1 + r_2$	$\beta = i_2 + r_1$
$= 29 + 65$	$= 35 + 21$
$= 94$	$= 56$

$\Delta m = \alpha - \beta$
 $= 94 - 56$
 $= 38$

$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\Delta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$

$= \frac{\sin \frac{1}{2} 94}{\sin \frac{1}{2} 56}$

$= \frac{\sin 47}{\sin 28}$

$n = \frac{0,731}{0,469}$
 $= 1,558$

Perhitungan :

$i_1 = 29^\circ$
 $i_2 = 35^\circ$
 $r_1 = 21^\circ$
 $r_2 = 65^\circ$

maka :

$\alpha = i_1 + r_2$
 $\alpha = 29^\circ + 65^\circ = 94^\circ$

$\beta = i_2 + r_1$
 $\beta = 35^\circ + 21^\circ = 56^\circ$

$\theta m = \alpha - \beta$
 $\theta m = 94^\circ - 56^\circ = 38^\circ$

sehingga nilai n adalah :

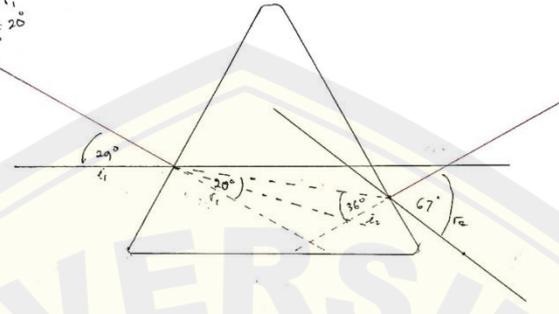
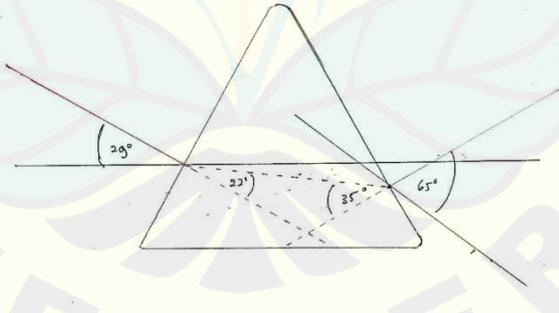
$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$

$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(38^\circ + 56^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 56^\circ}$

$n = \frac{\sin 47^\circ}{\sin 28^\circ}$

$n = \frac{0,731}{0,469} = 1,558$

h. Indeks bias minyak dengan arang aktif 85 gr

<p>⊙ Minyak dg arang aktif 85 gr</p> <p>Perhitungan!</p> $i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 20^\circ$ $i_2 = 36^\circ$ $r_2 = 67^\circ$ <p>maka:</p> $\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 67^\circ = 96^\circ$ $\beta = i_2 + r_1 = 36^\circ + 20^\circ = 56^\circ$ $dm = \alpha - \beta = 96 - 56 = 40$ $n = \frac{\sin \frac{1}{2} (dm + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $= \frac{\sin \frac{1}{2} 96}{\sin \frac{1}{2} 56}$ $= \frac{\sin 48}{\sin 28}$ $= \frac{0,743}{0,469}$ $= 1,584$ 	<p>Perhitungan :</p> $i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 36^\circ$ $r_1 = 20^\circ$ $r_2 = 67^\circ$ <p>maka :</p> $\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 29^\circ + 67^\circ = 96^\circ$ $\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 36^\circ + 20^\circ = 56^\circ$ $\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 96^\circ - 56^\circ = 40^\circ$ <p>sehingga nilai n adalah :</p> $n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $n = \frac{\sin \frac{1}{2} (40^\circ + 56^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 56^\circ}$ $n = \frac{\sin 48^\circ}{\sin 28^\circ}$ $n = \frac{0,743}{0,469} = 1,584$
<p>⊙ 85 gr</p> <p>Perhitungan!</p> $i_1 = 29^\circ$ $r_1 = 22^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_2 = 65^\circ$ <p>maka:</p> $\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 65^\circ = 94^\circ$ $\beta = i_2 + r_1 = 35^\circ + 22^\circ = 57^\circ$ $dm = \alpha - \beta = 94 - 57 = 37$ $n = \frac{\sin \frac{1}{2} (dm + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $= \frac{\sin \frac{1}{2} 94}{\sin \frac{1}{2} 57}$ $= \frac{\sin 47}{\sin 28,5}$ $= \frac{0,731}{0,477}$ $= 1,532$ 	<p>Perhitungan :</p> $i_1 = 29^\circ$ $i_2 = 35^\circ$ $r_1 = 22^\circ$ $r_2 = 65^\circ$ <p>maka :</p> $\alpha = i_1 + r_2$ $\alpha = 29^\circ + 65^\circ = 94^\circ$ $\beta = i_2 + r_1$ $\beta = 35^\circ + 22^\circ = 57^\circ$ $\theta m = \alpha - \beta$ $\theta m = 94^\circ - 57^\circ = 37^\circ$ <p>sehingga nilai n adalah :</p> $n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$ $n = \frac{\sin \frac{1}{2} (37^\circ + 57^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ}$ $n = \frac{\sin 47^\circ}{\sin 28,5^\circ}$ $n = \frac{0,731}{0,477} = 1,532$

③ carang aktif 85 gr
Perhitungan!

$i_1 = 29^\circ$
 $r_1 = 20^\circ$
 $i_2 = 37^\circ$
 $r_2 = 65^\circ$

maka:

$\alpha = i_1 + r_2 = 29 + 65 = 94$
 $\beta = i_2 + r_1 = 37 + 20 = 57$

$\theta m = \alpha - \beta = 94 - 57 = 36$

$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$
 $= \frac{\sin \frac{1}{2} 94}{\sin \frac{1}{2} 57}$
 $= \frac{\sin 47}{\sin 28,5}$
 $n = \frac{0,731}{0,477}$
 $n = 1,531$

Perhitungan :

$i_1 = 29^\circ$
 $i_2 = 37^\circ$
 $r_1 = 20^\circ$
 $r_2 = 65^\circ$

maka :

$\alpha = i_1 + r_2 = 29^\circ + 65^\circ = 94^\circ$
 $\beta = i_2 + r_1 = 37^\circ + 20^\circ = 57^\circ$
 $\theta m = \alpha - \beta = 94^\circ - 57^\circ = 36^\circ$

sehingga nilai n adalah :

$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (\theta m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$
 $= \frac{\sin \frac{1}{2} (36^\circ + 57^\circ)}{\sin \frac{1}{2} 57^\circ}$
 $= \frac{\sin 47^\circ}{\sin 28,5^\circ}$
 $n = \frac{0,731}{0,477} = 1,531$

Lampiran 4.4 Perhitungan Ralat

a. Perhitungan Ralat Massa Jenis

✓ Massa Jenis minyak baru

Tabel 1 Perhitungan ralat massa jenis

No	ρ (kg/m ³)	$\rho - \bar{\rho}$	$(\rho - \bar{\rho})^2$
1	900	0	0
2	900	0	0
3	900	0	0
Σ	900		

$$\bar{\rho} = \frac{\Sigma \rho}{n}$$

$$\bar{\rho} = \frac{2700}{3}$$

$$\bar{\rho} = 900$$

Kesalahan relatif massa jenis

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma(\rho - \bar{\rho})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma 0}{6}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{0}$$

$$\Delta\rho = 0$$

Presentase kesalahan relatif massa jenis

$$I = \frac{\Delta\rho}{\rho} \times 100\%$$

$$I = \frac{0}{900} \times 100\%$$

$$I = 0 \times 100\%$$

$$I = 0\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0\%$$

$$K = 100\%$$

✓ Minyak jelantah sebelum perlakuan

Tabel 1 Perhitungan ralat massa jenis

No	ρ (kg/m ³)	$\rho - \bar{\rho}$	$(\rho - \bar{\rho})^2$
1	880	0	0
2	880	0	0
3	880	0	0
Σ	880		0

$$\bar{\rho} = \frac{\Sigma \rho}{n}$$

$$\bar{\rho} = \frac{2640}{3}$$

$$\bar{\rho} = 880$$

Kesalahan relatif massa jenis

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma(\rho - \bar{\rho})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma 0}{6}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{0}$$

$$\Delta\rho = 0$$

Presentase kesalahan relatif massa jenis

$$I = \frac{\Delta\rho}{\rho} \times 100\%$$

$$I = \frac{0}{880} \times 100\%$$

$$I = 0 \times 100\%$$

$$I = 0\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0\%$$

$$K = 100\%$$

✓ Minyak dengan arang aktif 25 gr

Tabel 1 Perhitungan ralat massa jenis

No	ρ (kg/m ³)	$\rho - \bar{\rho}$	$(\rho - \bar{\rho})^2$
1	900	0	0
2	900	0	0
3	900	0	0
Σ	900		

$$\bar{\rho} = \frac{\Sigma \rho}{n}$$

$$\bar{\rho} = \frac{2700}{3}$$

$$\bar{\rho} = 900$$

Kesalahan relatif massa jenis

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma(\rho - \bar{\rho})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma 0}{6}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{0}$$

$$\Delta\rho = 0$$

Presentase kesalahan relatif massa jenis

$$I = \frac{\Delta\rho}{\rho} \times 100\%$$

$$I = \frac{0}{900} \times 100\%$$

$$I = 0 \times 100\%$$

$$I = 0\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0\%$$

$$K = 100\%$$

✓ Minyak dengan arang aktif 40 gr

Tabel 1 Perhitungan ralat massa jenis

No	ρ (kg/m ³)	$\rho - \bar{\rho}$	$(\rho - \bar{\rho})^2$
1	900	0	0
2	900	0	0
3	900	0	0
Σ	900		

$$\bar{\rho} = \frac{\Sigma\rho}{n}$$

$$\bar{\rho} = \frac{2700}{3}$$

$$\bar{\rho} = 900$$

Kesalahan relatif massa jenis

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma(\rho - \bar{\rho})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma 0}{6}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{0}$$

$$\Delta\rho = 0$$

Presentase kesalahan relatif massa jenis

$$I = \frac{\Delta\rho}{\rho} \times 100\%$$

$$I = \frac{0}{900} \times 100\%$$

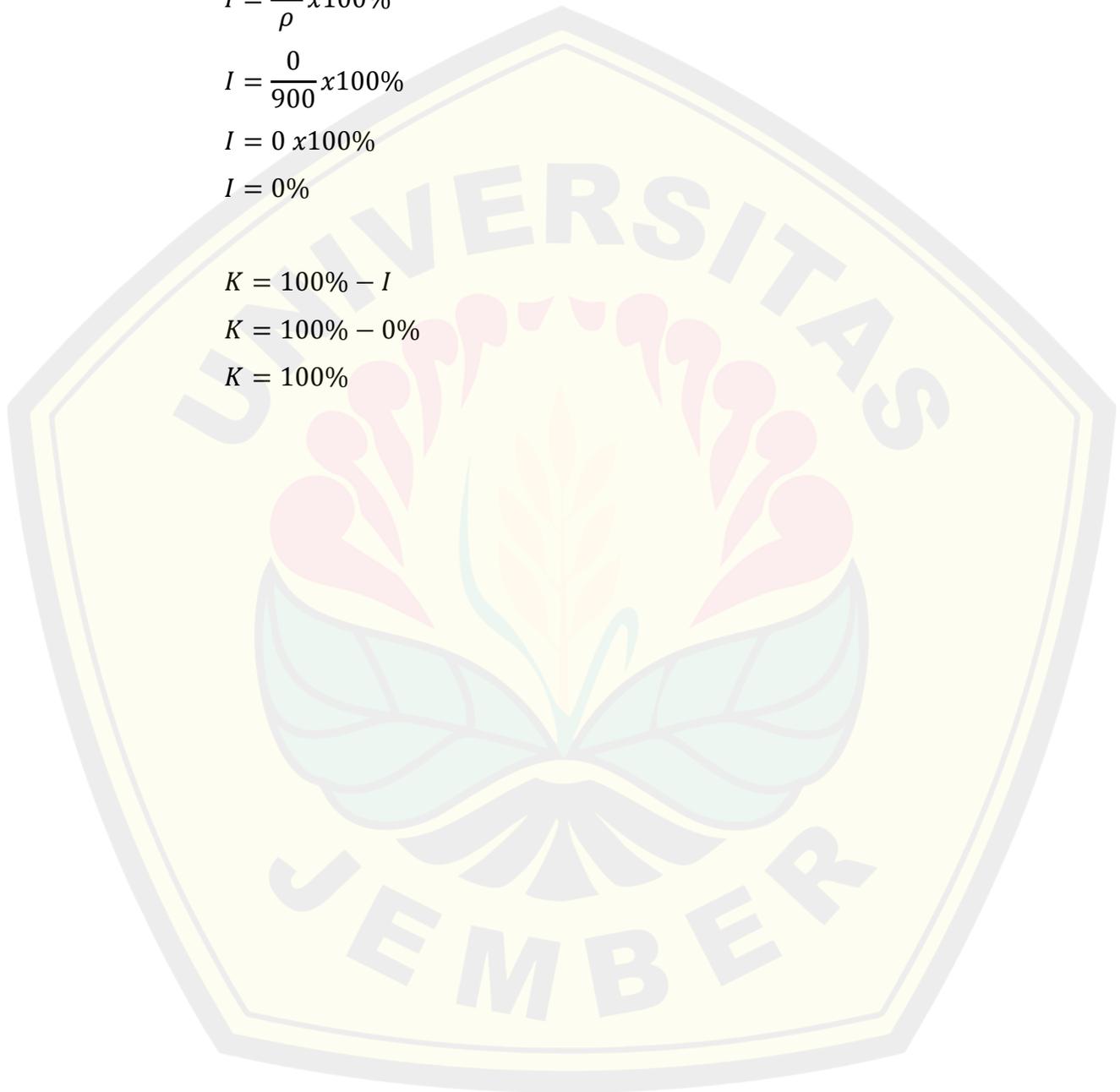
$$I = 0 \times 100\%$$

$$I = 0\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0\%$$

$$K = 100\%$$



✓ Minyak dengan arang aktif 55 gr

Tabel 1 Perhitungan ralat massa jenis

No	ρ (kg/m ³)	$\rho - \bar{\rho}$	$(\rho - \bar{\rho})^2$
1	900	0	0
2	900	0	0
3	900	0	0
Σ	900		

$$\bar{\rho} = \frac{\Sigma \rho}{n}$$

$$\bar{\rho} = \frac{2700}{3}$$

$$\bar{\rho} = 900$$

Kesalahan relatif massa jenis

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma(\rho - \bar{\rho})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma 0}{6}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{0}$$

$$\Delta\rho = 0$$

Presentase kesalahan relatif massa jenis

$$I = \frac{\Delta\rho}{\rho} \times 100\%$$

$$I = \frac{0}{900} \times 100\%$$

$$I = 0 \times 100\%$$

$$I = 0\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0\%$$

$$K = 100\%$$

✓ Minyak dengan arang aktif 70 gr

Tabel 1 Perhitungan ralat massa jenis

No	ρ (kg/m ³)	$\rho - \bar{\rho}$	$(\rho - \bar{\rho})^2$
1	900	0	0
2	900	0	0
3	900	0	0
Σ	900		

$$\bar{\rho} = \frac{\Sigma \rho}{n}$$

$$\bar{\rho} = \frac{2700}{3}$$

$$\bar{\rho} = 900$$

Kesalahan relatif massa jenis

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma(\rho - \bar{\rho})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma 0}{6}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{0}$$

$$\Delta\rho = 0$$

Presentase kesalahan relatif massa jenis

$$I = \frac{\Delta\rho}{\rho} \times 100\%$$

$$I = \frac{0}{900} \times 100\%$$

$$I = 0 \times 100\%$$

$$I = 0\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0\%$$

$$K = 100\%$$

✓ Minyak dengan arang aktif 85 gr

Tabel 1 Perhitungan ralat massa jenis

No	ρ (kg/m ³)	$\rho - \bar{\rho}$	$(\rho - \bar{\rho})^2$
1	900	0	0
2	900	0	0
3	900	0	0
Σ	900		

$$\bar{\rho} = \frac{\Sigma \rho}{n}$$

$$\bar{\rho} = \frac{2700}{3}$$

$$\bar{\rho} = 900$$

Kesalahan relatif massa jenis

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma(\rho - \bar{\rho})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{\frac{\Sigma 0}{6}}$$

$$\Delta\rho = \sqrt{0}$$

$$\Delta\rho = 0$$

Presentase kesalahan relatif massa jenis

$$I = \frac{\Delta\rho}{\rho} \times 100\%$$

$$I = \frac{0}{900} \times 100\%$$

$$I = 0 \times 100\%$$

$$I = 0\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0\%$$

$$K = 100\%$$

b. Perhitungan Ralat Indeks Bias

Tabel 2 Perhitungan indeks bias

✓ Indeks bias minyak baru

No	n_1	$n_1 - \bar{n}_1$	$(n_1 - \bar{n}_1)^2$
1	1,482	0,01	0,0001
2	1,449	-0,023	0,000529
3	1,485	0,013	0,000169
Σ	4,416	0	0,000798

$$\bar{n}_1 = \frac{\Sigma n_1}{n}$$

$$\bar{n}_1 = \frac{4,416}{3}$$

$$\bar{n}_1 = 1,472$$

Kesalahan relatif indeks bias

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\Sigma (n_1 - \bar{n}_1)^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\Sigma 0,000798}{6}}$$

$$\Delta n_1 = 0,011$$

$$\Delta n_1 = 0,011$$

Presentase kesalahan relatif indeks bias

$$I = \frac{\Delta n_1}{n_1} \times 100\%$$

$$I = \frac{0,01}{1,472} \times 100\%$$

$$I = 0,007 \times 100\%$$

$$I = 0,7\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0,7\%$$

$$K = 99,3\%$$

✓ Indeks bias minyak jelantah sebelum perlakuan

No	n_1	$n_1 - \bar{n}_1$	$(n_1 - \bar{n}_1)^2$
1	1,633	-0,027	0,000765444
2	1,633	-0,027	0,000765444
3	1,716	0,056	0,003061778
Σ	5	0,002	0,004592667

$$\bar{n}_1 = \frac{\sum n_1}{n}$$

$$\bar{n}_1 = \frac{5}{3}$$

$$\bar{n}_1 = 1,660$$

Kesalahan relatif indeks bias

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\sum (n_1 - \bar{n}_1)^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\Sigma 0,004592667}{6}}$$

$$\Delta n_1 = 0,028$$

Presentase kesalahan relatif indeks bias

$$I = \frac{\Delta n_1}{n_1} \times 100\%$$

$$I = \frac{0,028}{1,660} \times 100\%$$

$$I = 0,017 \times 100\%$$

$$I = 1,7\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 1,7\%$$

$$K = 98,3\%$$

✓ Indeks bias minyak dengan perlakuan arang aktif 25 gr

No	n_1	$n_1 - \bar{n}_1$	$(n_1 - \bar{n}_1)^2$
1	1,482	0,028	0,000747111
2	1,446	-0,008	0,000751169
3	1,436	-0,018	0,000348444
Σ	4,364	0,002	0,001846725

$$\bar{n}_1 = \frac{\sum n_1}{n}$$

$$\bar{n}_1 = \frac{4,364}{3}$$

$$\bar{n}_1 = 1,454$$

Kesalahan relatif indeks bias

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\sum (n_1 - \bar{n}_1)^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\Sigma 0,001846725}{6}}$$

$$\Delta n_1 = 0,017$$

Presentase kesalahan relatif indeks bias

$$I = \frac{\Delta n_1}{n_1} \times 100\%$$

$$I = \frac{0,017}{1,454} \times 100\%$$

$$I = 0,011 \times 100\%$$

$$I = 1,1\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 1,1\%$$

$$K = 98,9\%$$

✓ Indeks bias minyak dengan perlakuan arang aktif 40 gr

No	n_1	$n_1 - \bar{n}_1$	$(n_1 - \bar{n}_1)^2$
1	1,507	0,015	0,00225
2	1,475	-0,017	0,00289
3	1,494	0,002	0,000004
Σ	4,476	0	0,005144

$$\bar{n}_1 = \frac{\sum n_1}{n}$$

$$\bar{n}_1 = \frac{4,476}{3}$$

$$\bar{n}_1 = 1,492$$

Kesalahan relatif indeks bias

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\sum (n_1 - \bar{n}_1)^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\Sigma 0,005144}{6}}$$

$$\Delta n_1 = 0,009$$

Presentase kesalahan relatif indeks bias

$$I = \frac{\Delta n_1}{n_1} \times 100\%$$

$$I = \frac{0,009}{1,492} \times 100\%$$

$$I = 0,006 \times 100\%$$

$$I = 0,6\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0,6\%$$

$$K = 99,4\%$$

✓ Indeks bias minyadengan perlakuan arang aktif 55 gr

No	n_1	$n_1 - \bar{n}_1$	$(n_1 - \bar{n}_1)^2$
1	1,545	0,007	0,000049
2	1,535	-0,003	0,000009
3	1,535	-0,003	0,000009
Σ	4,615	0,001	0,000067

$$\bar{n}_1 = \frac{\sum n_1}{n}$$

$$\bar{n}_1 = \frac{4,615}{3}$$

$$\bar{n}_1 = 1,538$$

Kesalahan relatif indeks bias

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\sum (n_1 - \bar{n}_1)^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\Sigma 0,000067}{6}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{0,0000111}$$

$$\Delta n_1 = 0,003$$

Presentase kesalahan relatif indeks bias

$$I = \frac{\Delta n_1}{n_1} \times 100\%$$

$$I = \frac{0,003}{1,538} \times 100\%$$

$$I = 0,002 \times 100\%$$

$$I = 0,2\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0,2\%$$

$$K = 99,8\%$$

✓ Indeks bias minyak dengan perlakuan arang aktif 70 gr

No	n_1	$n_1 - \bar{n}_1$	$(n_1 - \bar{n}_1)^2$
1	1,545	-0,004	0,000016
2	1,545	-0,004	0,000016
3	1,558	0,009	0,000081
Σ	4,648	0,001	0,000113

$$\bar{n}_1 = \frac{\sum n_1}{n}$$

$$\bar{n}_1 = \frac{4,648}{3}$$

$$\bar{n}_1 = 1,549$$

Kesalahan relatif indeks bias

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\sum (n_1 - \bar{n}_1)^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\Sigma 0,000113}{6}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{0,0000188}$$

$$\Delta n_1 = 0,004$$

Presentase kesalahan relatif indeks bias

$$I = \frac{\Delta n_1}{n_1} \times 100\%$$

$$I = \frac{0,004}{1,549} \times 100\%$$

$$I = 0,002 \times 100\%$$

$$I = 0,2\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0,2\%$$

$$K = 99,8\%$$

✓ Indeks bias minyak dengan perlakuan rang aktif 85 gr

No	n_1	$n_1 - \bar{n}_1$	$(n_1 - \bar{n}_1)^2$
1	1,532	-0,017	0,000289
2	1,584	0,035	0,001225
3	1,531	-0,018	0,000324
Σ	4,647	0	0,001838

$$\bar{n}_1 = \frac{\Sigma n_1}{n}$$

$$\bar{n}_1 = \frac{4,647}{3}$$

$$\bar{n}_1 = 1,549$$

Kesalahan relatif indeks bias

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\Sigma(n_1 - \bar{n}_1)^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\Sigma 0,001838}{6}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{0,000306}$$

$$\Delta n_1 = 0,017$$

Presentase kesalahan relatif indeks bias

$$I = \frac{\Delta n_1}{n_1} \times 100\%$$

$$I = \frac{0,017}{1,549} \times 100\%$$

$$I = 0,011 \times 100\%$$

$$I = 1,1\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 1,1\%$$

$$K = 98,9\%$$

✓ Indeks bias minyak baru

No	n_1	$n_1 - \bar{n}_1$	$(n_1 - \bar{n}_1)^2$
1	1,482	0,01	0,0001
2	1,449	-0,023	0,000529
3	1,485	0,013	0,000169
Σ	4,416	0	0,000798

$$\bar{n}_1 = \frac{\Sigma n_1}{n}$$

$$\bar{n}_1 = \frac{4,416}{3}$$

$$\bar{n}_1 = 1,472$$

Kesalahan relatif indeks bias

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\Sigma (n_1 - \bar{n}_1)^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{\frac{\Sigma 798 \times 10^{-6}}{6}}$$

$$\Delta n_1 = \sqrt{133 \times 10^{-6}}$$

$$\Delta n_1 = 11,53 \times 10^{-6}$$

Presentase kesalahan relatif indeks bias

$$I = \frac{\Delta n_1}{n_1} \times 100\%$$

$$I = \frac{11,53 \times 10^{-6}}{1,472} \times 100\%$$

$$I = 7,83 \times 10^{-6} \times 100\%$$

$$I = 7,83 \times 10^{-6}\%$$

$$K = 100\% - I$$

$$K = 100\% - 0,000783\%$$

$$K = 99,99\%$$

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian



Minyak Goreng Baru



Minyak Goreng Jelantah



Minyak Goreng dengan Perlakuan Arang Aktif



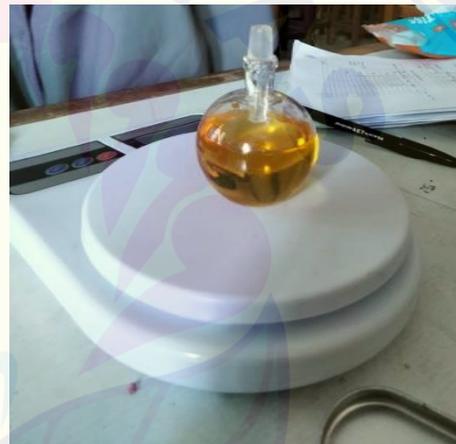
Proses pengukuran massa arang



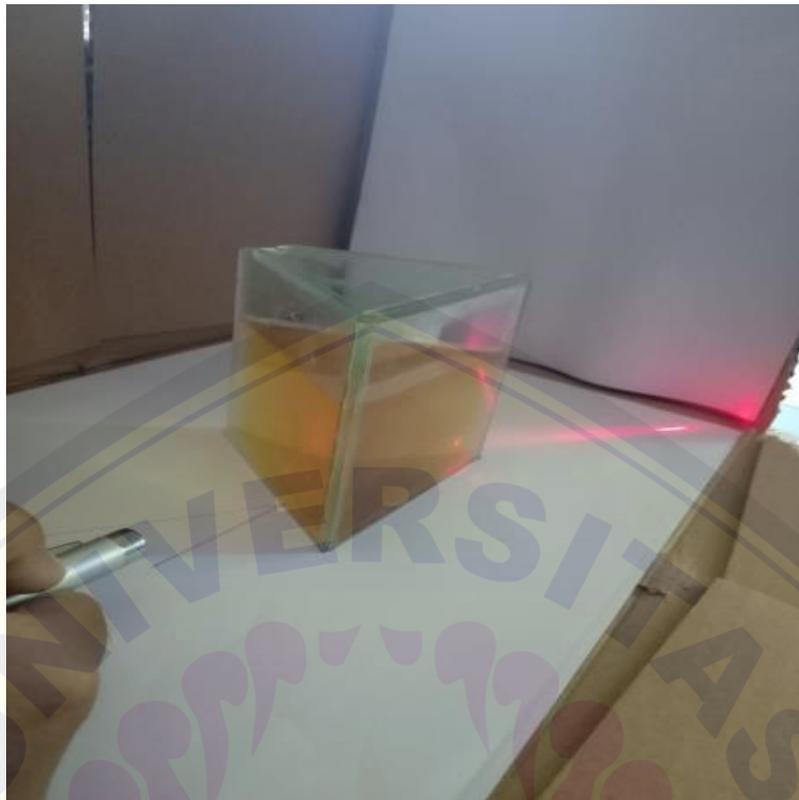
Proses Pencampuran dan Pengadukan Arang Aktif dengan Minyak Goreng



Proses Penyaringan



Pengukuran Massa Jenis



Pengukuran Indeks Bias

