

Pemurnian Minyak Jelantah dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Ampas Tebu

The Purification of Used Cooking Oil by Adsorption Method Using Bagasse

Muh. Agus Ferdian^{1a}, Randhiki Gusti Perdana¹, Poegoeh Prasetyo Rahardjo²

¹Prodi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Malang, Jl. Soekarno Hatta Kota Malang, 65142

²Prodi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Malang, Jl. Soekarno Hatta Kota Malang, 65142

^aKorespondensi: Muh. Agus Ferdian, E-mail: ferdian1608@gmail.com

Diterima: 09 – 11 – 2021, Disetujui: 31 – 10 – 2022

ABSTRACT

Cooking oil serves as the best heat conductor in food processing. Repeated heating of oil leads to the degradation of cooking oil quality, commonly called used cooking oil (UCO). The consumption of cooking oil, which has been used many times, can lead to poisoning in the body and various diseases, such as diarrhea, fat deposition in the blood vessels, and cancer. This study aims to determine the effect of temperature and rotation speed on the process of refining used cooking oil using bagasse. The stages of this research include bagasse processing, the oil refining process by adsorption using temperature variations of 50, 60, and 70°C, and stirring rotation speed (50, 100, and 150 rpm). Sample quality analysis includes pH, water content, free fatty acid, and acid number. The best treatment variation used for the adsorption of used cooking oil using bagasse, especially in reducing the value of free fatty acid, was the most optimal for the variation of temperature treatment at 70°C and agitation speed of 150 rpm with each parameter value of pH was 6.61, the water content of 0.2469%, free fatty acid of 0.30095 and acid number of 2.24%. Statistical analysis showed a significant effect on the parameters of water content, free fatty acid, and acid number. Otherwise, the pH parameter was at 95% confidence level.

Keywords: absorption, bagasse, purification, used cooking oil (UCO)

ABSTRAK

Minyak goreng berfungsi sebagai media penghantar panas yang paling baik dalam pengolahan makanan. Penggunaan secara terus menerus dapat menyebabkan penurunan kualitas yang biasa disebut sebagai minyak jelantah. Konsumsi minyak goreng yang sudah dipakai berkali-kali dapat mengakibatkan keracunan dalam tubuh dan berbagai macam penyakit, seperti diare, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, dan kanker. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan kecepatan putaran terhadap proses pemurnian minyak jelantah menggunakan ampas tebu. Tahapan penelitian ini meliputi pengolahan ampas tebu, proses pemurnian minyak dengan adsorpsi menggunakan variasi suhu 50, 60, dan 70°C; dan kecepatan putaran pengadukan (50, 100, dan 150 rpm). Analisis mutu sampel meliputi pH, kadar air, asam lemak bebas dan bilangan asam. Variasi perlakuan terbaik yang digunakan untuk adsorpsi minyak jelantah menggunakan ampas tebu terutama dalam penurunan nilai asam lemak bebas paling optimal adalah pada variasi perlakuan suhu 70°C dan kecepatan putaran pengadukan 150 rpm dengan nilai parameter masing-masing pH sebesar 6.61, kadar air sebesar 0.2469%, asam lemak bebas sebesar 0.30095, dan bilangan asam sebesar 2.24%. Analisis statistik menunjukkan terdapat pengaruh nyata terhadap parameter kadar air, asam lemak bebas, dan bilangan asam, sedangkan hal sebaliknya pada parameter pH pada tingkat kepercayaan 95%.

Kata kunci: adsorbs, ampas tebu, minyak jelantah, pemurnian

PENDAHULUAN

Minyak goreng memiliki fungsi utama sebagai media penghantar panas dalam pengolahan makanan. Pemanfaatan fungsi utama minyak goreng tersebut berperan saat proses penggorengan dan saat ini kebutuhannya semakin meningkat (Ramdja *et al.*, 2010). Semakin tinggi populasi manusia saat mengakibatkan peningkatan terhadap penggunaan minyak goreng. Bahan utama dalam pembuatan minyak goreng diantaranya adalah kelapa sawit, kelapa, kedelai, jagung dan lain-lain. Konsumsi minyak goreng dari kelapa sawit pada tahun 2018 mencapai 8.233 ton/tahun (Oko *et al.*, 2020). Sebagian orang memakai dan memanfaatkan minyak goreng secara berulang-ulang pada proses penggorengan.

Minyak goreng memiliki batas penggunaan atau pemanfaatan dalam penggorengan. Penggunaan secara terus menerus dapat menyebabkan penurunan kualitas yang biasa disebut sebagai minyak jelantah. Beberapa faktor yang menyebabkan kerusakan pada minyak goreng diantaranya adalah diakibatkan oleh kontak dengan udara, pemanasan yang berlebihan, kontak bahan pangan dan adanya bahan masakan yang gosong saat penggorengan. Akibat yang ditimbulkan dari beberapa faktor tersebut adalah perubahan warna, viskositas tinggi, kenaikan kandungan asam lemak bebas, peroksida dan penurunan bilangan iodium (Hidayati *et al.*, 2016). Berbagai reaksi kimia terjadi selama proses penggorengan seperti reaksi hidrolisis dan oksidasi. Kedua reaksi tersebut menjadi penyebab munculnya komponen asam lemak bebas (Kumala, 2003).

Proses hidrolisis, oksidasi, polimerisasi dan reaksi pencoklatan merupakan reaksi kimia yang banyak terjadi pada minyak goreng dan akan menyebabkan penurunan kualitas minyak. Sebagian kandungan vitamin dan asam esensial menjadi rusak akibat adanya reaksi oksidasi dan polimerisasi. Hal tersebut dapat memicu keracunan dalam tubuh dan beberapa macam penyakit, seperti diare, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, dan kanker (Ketaren, 2005).

Solusi yang diharapkan dari permasalahan tersebut adalah pengolahan minyak jelantah dengan pemurnian dengan tujuan untuk penghematan namun tidak berbahaya bagi kesehatan. Pemurnian minyak jelantah dapat dilakukan dengan bermacam-macam cara, salah satunya adalah dengan metode adsorpsi. Pemilihan metode ini dikarenakan proses yang mudah dan cenderung lebih ekonomis.

Penelitian terdahulu terkait penggunaan metode adsorpsi adalah penggunaan ampas tebu sebagai adsorben (Hajar *et al.*, 2016; Hajar & Mufidah, 2016; Ramdja *et al.*, 2010; Sulung *et al.*, 2019). Ampas tebu merupakan serat alam yang berperan sebagai adsorben dan berfungsi untuk mengikat pengotor pada minyak. Lama perendaman dan ukuran partikel ampas tebu memiliki tingkat efektifitas dalam penurunan parameter mutu minyak (FFA dan Bil. Asam) terbaik adalah 2 x24 jam dan 150 μm (Ramdja *et al.*, 2010). Namun, efektifitas dalam proses adsorpsi tidak efisien terutama dalam hal waktu. Perlakuan temperatur dan kecepatan pengadukan diketahui mampu meningkatkan efektifitas dalam proses adsorpsi (Sera *et al.*, 2019; Syauqiah *et al.*, 2011). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan kecepatan putaran terhadap proses pemurnian minyak jelantah menggunakan ampas tebu.

MATERI DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian terbagi menjadi dua macam pertama adalah bahan penelitian diantaranya minyak jelantah dari kelapa sawit yang diperoleh dari pedagang (2 kali penggunaan) di wilayah Mojolangu, ampas tebu dan kedua adalah bahan analisa diantaranya NaOH, KOH dan Indikator PP. sedangkan alat yang digunakan alat titrasi,

hot plate, stirrer, labu erlenmeyer, beaker glass, pipet tetes, termometer, oven, kertas saring, corong, botol VCO, neraca analitis, blender, ayakan, gelas ukur, pH meter, cawan petri dan spatula.

Pengolahan ampas tebu

Ampas tebu diperoleh dari pedagang penjual es tebu yang ada di sekitar kota Malang. Hasil sisa dari penggilingan sari tebu dicuci hingga bersih dan kemudian dikeringkan dibawah terik matahari. elanjutnya ampas tebu yang telah dikeringkan dihaluskan dengan cara digiling dan diayak hingga didapatkan bubuk ampas tebu dengan ukuran sebesar 60 mesh.

Proses pemurnian minyak

Sampel sebanyak 100 ml minyak jelantah dan memasukkannya ke dalam erlenmeyer. Kemudian minyak dipanaskan pada suhu 50, 60 dan 70 °C dan ditambahkan absorben sebesar 30% ke dalam minyak tersebut, kemudian larutan sampel diaduk dengan kecepatan putaran 50, 100 dan 150 rpm. Hasil proses pemurnian kemudian disaring untuk dipisahkan dari bahan absorben dan didapatkan minyak yang jernih.

Analisis Mutu Sampel

Analisa yang dilakukan terhadap sampel minyak hasil pemurnian diantaranya adalah pH, kadar air (metode gravimetri), asam lemak bebas dan bilangan asam (titrasi basa KOH/NaOH). Data hasil analisa selanjutnya di uji dengan ANOVA RAL dua faktor, uji lanjut dilakukan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Rang Test*) pada taraf 0.05. Data ditampilkan dalam bentuk tabel dengan nilai rata-rata analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ampas tebu diketahui mampu dan efektif dalam proses adsorpsi minyak jelantah (Hajar *et al.*, 2016; Trisnaliani *et al.*, 2019). Pada penelitian ini dilakukan pemurnian minyak jelantah dengan memanfaatkan ampas tebu sebagai absorben melalui variasi perlakuan suhu (50, 60, 70 °C) dan kecepatan putaran (50, 100, 150 rpm) dalam proses adsorpsi. Analisis dilakukan terhadap sampel minyak hasil pemurnian. Adapun parameter analisa yaitu pH, Kadar Air, asam lemak bebas dan bilangan asam. Data hasil analisa sampel pemurnian minyak jelantah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil analisa sampel pemurnian minyak jelantah

Kode sampel	Parameter			
	pH	Kadar Air (%)	Asam Lemak Bebas (%)	Bil. Asam (%)
A1B1	6.800±0.14 ^a	0.703±0.01 ^{cb}	1.982±0.04 ^{cc}	2.335±0.04 ^{ac}
A1B2	6.775±0.15 ^a	0.769±0.00 ^{cc}	1.556±0.01 ^{cb}	2.300±0.08 ^{aa}
A1B3	6.590±0.35 ^a	0.276±0.01 ^{ca}	0.397±0.01 ^{ca}	2.300±0.08 ^{ab}
A2B1	6.710±0.14 ^a	0.243±0.01 ^{bb}	0.905±0.01 ^{bc}	2.310±0.07 ^{bc}
A2B2	6.520±0.35 ^a	0.357±0.00 ^{bc}	0.652±0.01 ^{bb}	2.310±0.07 ^{ba}
A2B3	6.430±0.35 ^a	0.067±0.01 ^{ba}	0.360±0.01 ^{ba}	2.335±0.04 ^{bb}
A3B1	6.860±0.14 ^a	0.438±0.03 ^{ab}	0.668±0.01 ^{ac}	3.490±0.07 ^{cc}
A3B2	6.620±0.35 ^a	0.152±0.02 ^{ac}	0.567±0.01 ^{ab}	2.335±0.04 ^{ca}
A3B3	6.610±0.35 ^a	0.247±0.00 ^{aa}	0.301±0.04 ^{aa}	2.300±0.08 ^{cb}
Kontrol	6.560±0.35	0.791±0.01	2.214±0.01	3.490±0.07

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5%

A1B1 : 50 °C dan 50 rpm

A2B1 : 60 °C dan 50 rpm

A3B1 : 70 °C dan 50 rpm

A1B2 : 50 °C dan 100 rpm

A2B2 : 60 °C dan 100 rpm

A3B2 : 70 °C dan 100 rpm

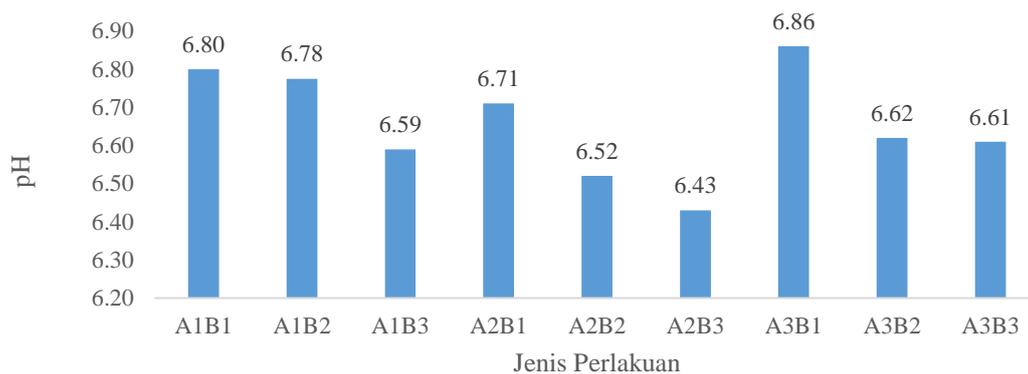
A1B3 : 50 °C dan 150 rpm

A2B3 : 60 °C dan 150 rpm

A3B3 : 70 °C dan 150 rpm

pH

Nilai pH atau juga disebut dengan derajat keasaman. pH digunakan untuk menilai tingkat keasaman atau kebasaan suatu bahan. Konsentrasi ion hidrogen merupakan bagian komponen keasaman, sedangkan konsentrasi ion hidroksil merupakan bagian komponen kebasaan (Rondinini *et al.*, 2001). Pada umumnya nilai pH suatu bahan berada pada kisaran nilai 0-14. Kisaran nilai pH 0-6 menunjukkan bahan bersifat asam, sedangkan kisaran nilai pH 8-14 menunjukkan bahan bersifat basa. Hasil analisa terhadap sampel minyak yang telah dilakukan pemurnian menggunakan ampas tebu terhadap parameter pH adalah berada pada kisaran 6.43 – 6.86. Gambar 1. Hasil analisa parameter pH sampel minyak jelantah disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil analisa parameter pH sampel pemurnian minyak jelantah Berdasarkan

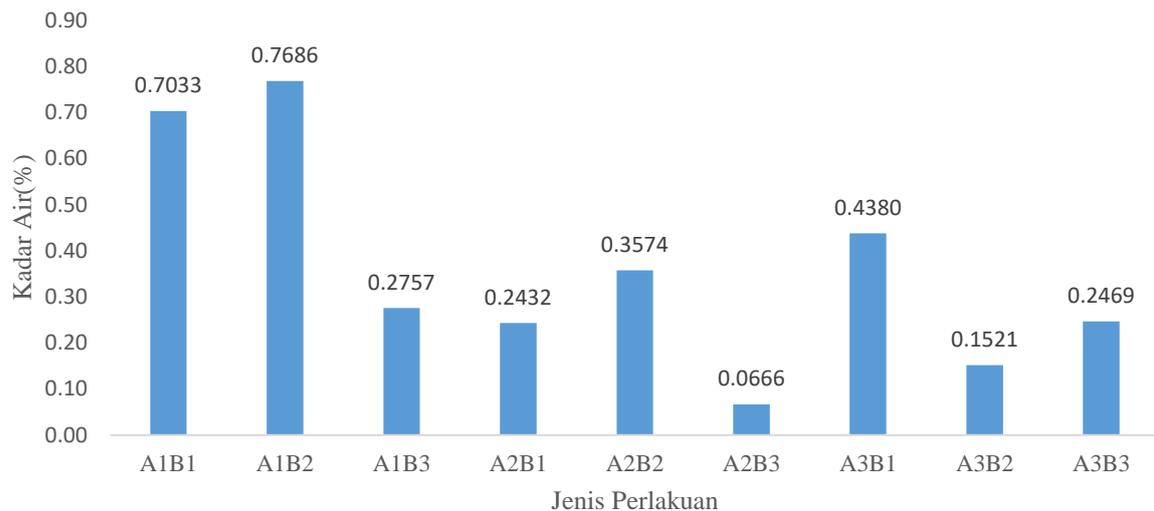
Pada Gambar 1 diketahui bahwa nilai pH dari sampel secara keseluruhan tergolong kedalam asam lemah yang cenderung netral. Nilai pH paling rendah adalah perlakuan suhu 60°C dan kecepatan putaran 100 rpm dengan nilai sebesar 6.43, sedangkan nilai pH tertinggi adalah perlakuan suhu 70 °C dan kecepatan putaran pengadukan 50 rpm.

Penurunan nilai pH dikarenakan penggunaan suhu tinggi yang menyebabkan ketidakstabilan pH sedangkan pH yang stabil berasal dari faktor lain seperti jumlah kadar air dalam minyak jelantah. Banyak sedikitnya kadar air berpengaruh dalam pembentukan asam lemak bebas sehingga mempengaruhi juga derajat keasaman (pH) dari sampel pemurnian minyak jelantah (Arianing, 2018). Berdasarkan analisis statistik yang telah dilakukan terhadap parameter pH menggunakan uji Anova dihasilkan nilai signifikansi > 0.001 yang berarti tidak terdapat pengaruh nyata dari perlakuan suhu dan kecepatan putaran terhadap parameter pH.

Kadar Air

Kadar Air yang terkandung didalam minyak menentukan seberapa besar mutu minyak. Jumlah air yang terkandung dalam minyak yang tinggi akan berdampak pada munculnya reaksi hidrolisis, sehingga mutu minyak menjadi turun (Sumarna, 2014) Analisis Kadar air menggunakan metode oven dengan prinsip gravimetri. Hasil analisa parameter Kadar air sampel minyak jelantah tersaji pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, sampel hasil pemurnian minyak jelantah menggunakan absorben ampas tebu menunjukkan penurunan kadar air dari kondisi awal (kontrol) sebesar 0.791%. Ampas tebu diketahui memiliki kandungan hemiselulosa yang cukup tinggi (35-40%) yang dapat mengikat kandungan air, selain itu juga sifat plastis dan permukaan kontak molekul yang luas dari hemiselulosa ampas tebu ini diketahui mampu memperbaiki ikatan antar serat (Aditama, 2003).



Gambar 2. Hasil analisa parameter kadar air sampel pemurnian minyak jelantah

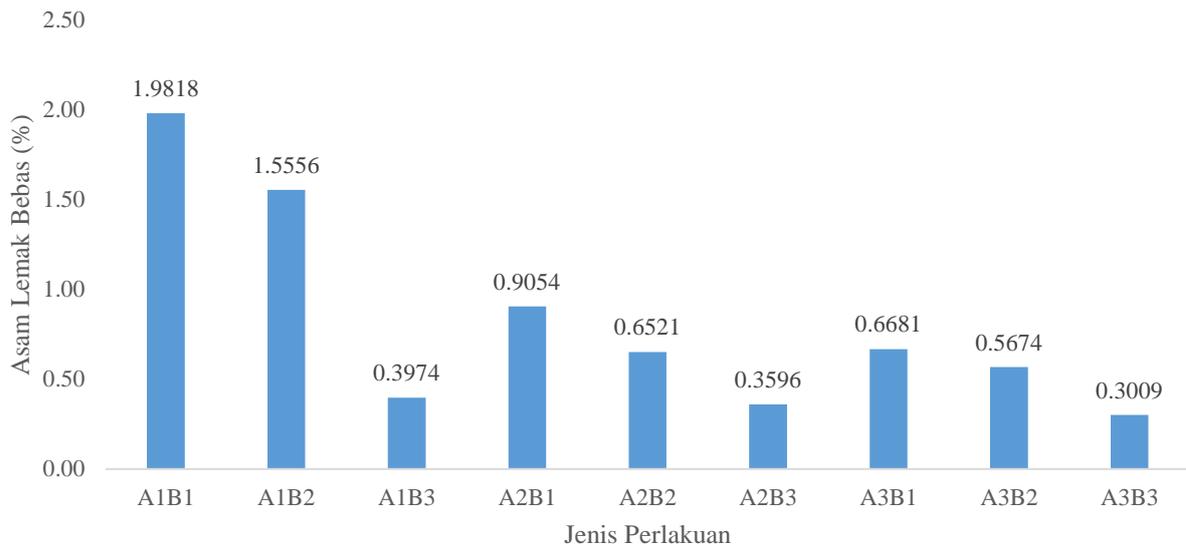
Kadar air terendah terdapat pada sampel pemurnian minyak jelantah dengan nilai suhu dan kecepatan putaran sebesar 60°C dan 150 rpm yaitu 0.0666%. Hal tersebut diketahui karena pada suhu yang semakin tinggi, energi kinetik molekul untuk terjadinya tumbukan akan semakin besar, sehingga kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi kandungan air dalam minyak jelantah meningkat (Rahayu & Purnavita, 2014). Selain itu, kecepatan pengadukan merupakan salah satu faktor pada proses absorpsi, dimana semakin tinggi kecepatan pengadukan maka bidang kontak antara adsorben berupa ampas tebu dan adsorbatnya berupa minyak jelantah akan semakin luas, sehingga proses adsorpsi akan berlangsung secara optimal (Sirajuddin *et al.*, 2017). Sehingga kadar air yang terserap oleh adsorben ampas tebu semakin tinggi.

Berdasarkan analisis statistik yang telah dilakukan terhadap parameter kadar air menggunakan uji Anova dihasilkan nilai signifikansi < 0.05 yang berarti terdapat pengaruh nyata dari perlakuan suhu dan kecepatan putaran terhadap parameter kadar air. Hasil uji lanjut menggunakan Uji Duncan diketahui bahwa perlakuan suhu berpengaruh terhadap kadar air minyak jelantah, semakin tinggi suhu menunjukkan kadar air yang semakin rendah, sedangkan semakin tinggi kecepatan putaran menyebabkan semakin rendah kadar air.

Asam Lemak Bebas

Kadar asam lemak bebas merupakan asam lemak yang tidak teresterifikasi dengan gliserol (Trisnaliani *et al.*, 2019). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ALB yang terendah dapat dihasilkan dengan suhu dan kecepatan putaran sebesar 70°C dan 150 rpm yaitu 0.3009%, sedangkan untuk ALB yang tertinggi dihasilkan dengan suhu dan kecepatan putaran sebesar 50 °C dan 50 rpm yaitu 1.9818 %. Hasil analisa parameter asam lemak bebas sampel pemurnian minyak jelantah disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan, sampel hasil pemurnian minyak jelantah menggunakan adsorben ampas tebu menunjukkan penurunan asam lemak bebas dari kondisi awal (kontrol) sebesar 2.214%. Proses penurunan asam lemak bebas yang terjadi pada minyak jelantah dipengaruhi oleh kandungan yang tinggi senyawa selulosa dan lignin sebesar 32.2 % dan 25.1 %. Peran gugus OH yang terikat pada senyawa selulosa dan lignin efektif sebagai adsorben dengan cara mengikat komponen atau zat pengotor dalam minyak goreng, dalam hal ini adalah asam lemak bebas (Prayuda, 2020).



Gambar 3. Hasil analisa parameter asam lemak bebas sampel pemurnian minyak jelantah

Kondisi perlakuan dengan penurunan ALB terbesar adalah pada perlakuan suhu 70 °C dan kecepatan putaran pengadukan sebesar 150 rpm. Kondisi tersebut lebih dikarenakan pada suhu yang lebih tinggi, energi kinetik molekul memancing terjadinya tumbukan yang semakin membesar, proses tersebut menyebabkan kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi asam lemak bebas meningkat. Namun, suhu yang terlalu tinggi juga tidak baik dan berdampak pada peningkatan bilangan asam, karena pada pemanasan di atas 100 °C, minyak goreng akan mengalami kerusakan dan membentuk asam lemak bebas lagi (Rahayu & Purnavita, 2014).

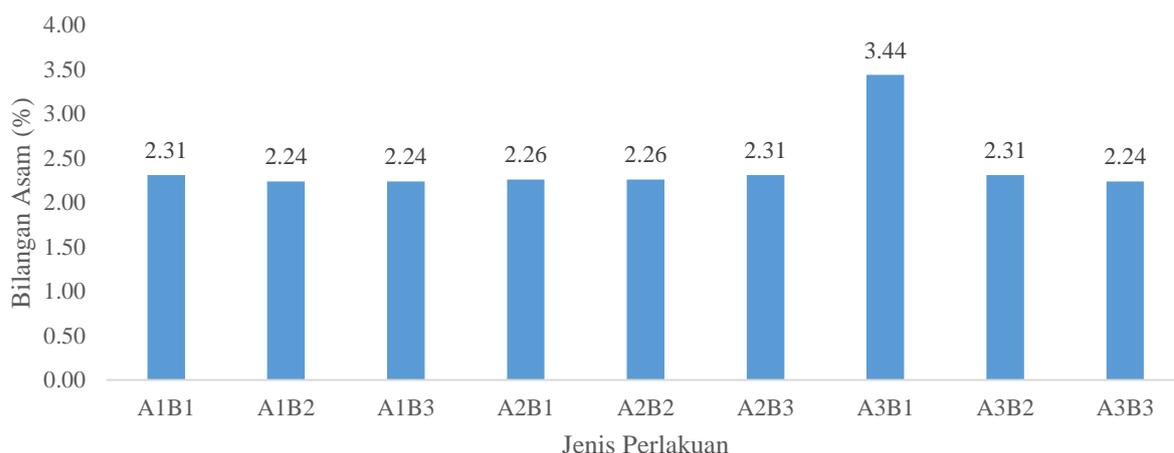
Berdasarkan analisis statistik yang dilakukan terhadap parameter asam lemak bebas menggunakan uji Anova dihasilkan nilai signifikansi < 0.05 yang berarti terdapat pengaruh nyata dari perlakuan variasi suhu dan kecepatan putaran terhadap parameter asam lemak bebas. Hasil uji lanjut menggunakan Uji Duncan diketahui bahwa perlakuan suhu berpengaruh terhadap asam lemak bebas minyak jelantah, semakin tinggi suhu menunjukkan asam lemak bebas yang semakin tinggi, sedangkan semakin tinggi kecepatan putaran menyebabkan semakin rendah asam lemak bebas.

Bilangan Asam

Asam lemak bebas muncul dikarenakan adanya reaksi hidrolisis trigliserida (minyak). Oksidasi asam lemak bebas akan menyebabkan perubahan rasa dan abu yang tidak enak. Sehingga, bilangan asam (BA) dalam minyak sering digunakan sebagai salah satu parameter kerusakan minyak goreng bekas pakai /minyak jelantah (Kusumastuti, 2004). Hasil analisa parameter bilangan asam sampel pemurnian minyak jelantah disajikan pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan, sampel hasil pemurnian minyak jelantah menggunakan absorben ampas tebu menunjukkan penurunan bilangan asam dari kondisi awal (kontrol) sebesar 3.49%. Bilangan asam paling rendah terdapat pada tiga jenis perlakuan yaitu A1B2, A1B3 dan A3B3 sebesar 2.24%. sedangkan nilai bilangan asam paling tinggi adalah pada perlakuan A3B1 yaitu sebesar 3.44%.

Berdasarkan analisis statistik yang telah dilakukan terhadap parameter asam lemak bebas menggunakan uji Anova dihasilkan nilai signifikansi < 0.05 yang berarti terdapat pengaruh nyata pada perlakuan variasi suhu dan kecepatan putaran terhadap parameter asam lemak.



Gambar 4. Hasil analisa parameter bilangan asam sampel pemurnian minyak jelantah

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi perlakuan terbaik yang digunakan untuk adsorpsi minyak jelantah menggunakan ampas tebu terutama dalam penurunan nilai asam lemak bebas paling optimal adalah pada variasi perlakuan suhu 70 °C dan Kecepatan putaran pengadukan 150 rpm dengan nilai parameter masing-masing pH sebesar 6.61, kadar air sebesar 0.2469%, Asam Lemak bebas sebesar 0.30095 dan bilangan asam sebesar 2.24 %.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata pada variasi perlakuan suhu dan kecepatan putaran terhadap parameter kadar air, asam lemak bebas dan bilangan asam, sedangkan hal sebaliknya pada parameter pH yaitu tidak terdapat pengaruh nyata pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil uji lanjut menggunakan Uji Duncan diketahui bahwa perlakuan suhu berpengaruh terhadap bilangan asam minyak jelantah, semakin tinggi suhu menunjukkan bilangan asam yang semakin tinggi, sedangkan semakin tinggi kecepatan putaran semakin rendah bilangan asam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Artikel ini merupakan hasil dari penelitian dosen pemula (PDP) tahun 2021 yang didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Badan Riset Inovasi Nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama. (2003). *Kimia organik dasar I*. DEPARTEMEN P&K.
- Arianing, I. F. (2018). *Pengaruh waktu penggunaan minyak goreng kelapa sawit terhadap karakterisasi trigliserida dan crude glycerol*. [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo]. Umsida Repository.
- Hajar, E. W. I., & Mufidah, S. (2016). Penurunan Asam Lemak Bebas Pada Minyak Goreng Bekas Menggunakan Ampas Tebu Untuk Pembuatan Sabun. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(1), 22–27.
- Hajar, E. W. I., Purba, A. F. W., Handayani, P., & Mardiah. (2016). Proses pemurnian minyak jelantah menggunakan ampas tebu untuk pembuatan sabun padat. *Jurnal Integrasi Proses*,

6(2), 57–63.

- Hidayati, F. C., Masturi, & Yulianti, I. (2016). Pemurnian minyak goreng bekas pakai (jelantah) dengan menggunakan arang bonggol jagung. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 1(2), 67–70.
- Ketaren, S. (2005). *Teknologi minyak dan lemak pangan*. Universitas Indonesia.
- Kumala. (2003). Peran asam lemak tak jenuh jamak dalam respon imun. *Jurnal Indonesia Media Asosiasi*.
- Kusumastuti. (2004). Kinerja zeolit dalam memperbaiki mutu minyak goreng bekas. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan Universitas Negeri Semarang*, 15(2).
- Oko, S., Mustafa, M., Kurniawan, A., & Muslimin, N. A. (2020). Pemurnian minyak jelantah dengan metode adsorpsi menggunakan arang aktif dari serbuk gergaji kayu ulin (Eusideroxylon zwageri). *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 14(2), 124–132. <https://doi.org/10.26578/jrti.v14i2.6067>
- Prayuda, F. (2020). *Pemanfaatan ampas tebu terhadap penurunan kadar asam lemak bebas pada minyak goreng bekas*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis.
- Rahayu, L. H., & Purnavita, S. (2014). Pengaruh suhu dan waktu adsorpsi terhadap sifat kimia-fisika minyak goreng bekas hasil pemurnian menggunakan adsorben ampas pati aren dan bentonit. *Momentum*, 10(2), 35–41.
- Ramdja, A. F., Febrina, L., & Krisdianto, D. (2010). Pemurnian minyak jelantah menggunakan ampas tebu sebagai adsorben. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(1), 7–14.
- Rondinini, S., Buck, R. P., & Covington, A. K. (2001). *The Measurement of pH Definition, Standards and Producers*. IUPAC Provisional Recommendations.
- Sera, R., Lesmana, D., & Maharani, A. (2019). The Influence Of Temperature and Contact Time On Waste Cooking Oil's Adsorption Using Bagasse Adsorbent. *Inovasi Pembangunan : Jurnal Kelitbangan*, 7(2), 181.
- Sirajuddin, Syahrir, M., & Syahrir, I. (2017). Optimasi kecepatan pengadukan pada proses adsorpsi limbah cair laundry untuk menurunkan kadar surfaktan menggunakan batu bara. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*.
- Sulung, N., Chandra, A., & Fatmi, D. (2019). Efektivitas ampas tebu sebagai adsorben untuk pemurnian minyak jelantah produk Sanjai. *Jurnal Katalisator*, 4(2), 125–132.
- Sumarna, D. (2014). Studi metode pengolahan minyak kelapa sawit (Red Palm Oil) dari Crude Palm Oil. *Jurnal Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman*.
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2011). Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Info Teknik*, 12(1), 11–20.
- Trisnaliani, L., Jaksen, Ridwan, K. A., & Fitriyanti, D. (2019). Pretreatment minyak jelantah dengan menggunakan adsorben sebagai bahan baku biodiesel. *Jurnal Kinetika*, 10(03), 19–24.