

OPTIMASI EKSTRAKSI MINYAK BIJI KELOR MENGGUNAKAN TANGKI BERPENGADUK

Ajiguna Wijaya*, Nabilla Balini Putri, Lucky Indrati Utami, Dwi Hery Astuti

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN "Veteran" Jawa Timur

Jalan Rungkut Madya No. 1, Gunung Anyar, Surabaya 60294.

*Email: nabillabalini18@gmail.com

Abstrak

Kelor (Moringa oleifera L.) merupakan tanaman yang dibudidayakan sebagai salah satu sumber minyak nabati, yang dikenal sebagai minyak kelor dan diperoleh dari ekstrak bijinya. Biji kelor memiliki kandungan minyak hingga 40% yang tersusun atas beberapa senyawa asam lemak. Penelitian ini dilakukan untuk mencari kadar tertinggi minyak biji kelor dan mencari optimasi pada proses ekstraksi dalam tangki berpengaduk dengan menggunakan bilangan CAMP. Pelarut yang digunakan adalah n-heksana 98%. 50 gr biji kelor yang sudah di screening 60 mesh diekstraksi dengan pelarut n-heksana dan suhu ekstraksi 55-60 °C. Variabel yang dijalankan berupa kecepatan pengadukan (rpm) sebesar 300, 350, 400, 450, dan 500. Dan waktu pengadukan (menit) sebesar 50, 70, 90, 110, dan 130. Filtrat minyak biji kelor yang sudah di ekstraksi kemudian di distilasi dengan suhu 69 °C untuk memisahkan pelarut dengan minyak kelor murni yang kemudian dapat dihitung perolehan yield nya dan optimasi bilangan CAMP. Terdapat pengaruh dalam penelitian ini yang saling berhubungan yaitu kecepatan pengadukan dan waktu ekstraksi yang dapat diaplikasikan dalam bilangan CAMP sehingga dapat diperoleh hasil yang optimal. Bilangan CAMP optimum yang didapatkan berkisar antara $14,61 \times 10^6$ hingga $15,75 \times 10^6$ dengan perolehan yield tertinggi 36,92%

Kata kunci: Biji Kelor, Bilangan CAMP, Ekstraksi

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman yang dapat tumbuh dengan mudah di dataran rendah maupun dataran tinggi seperti daerah berpasir dan sekitar sungai yang mempunyai iklim tropis khususnya di Indonesia. Jumlah tanaman kelor (*Moringa oleifera*) yang melimpah dapat menjadi potensi baru untuk pengembangan berbagai macam produk industri. Salah satu bagian tanaman kelor yang dapat digunakan adalah biji kelor. Biji kelor memiliki kandungan minyak nabati yang cukup tinggi dan aktivitas antioksidan yang baik. Sehingga, biji kelor memiliki banyak manfaat seperti, anti-inflamasi, mengurangi bahaya antioksidan dan bahaya oksidatif yang berhubungan dengan penuaan serta kanker. Selain itu, sebagai bahan baku kosmetik yang bernilai tinggi karena aktivitas antioksidan pada biji kelor memiliki nilai IC₅₀ sebesar 9,0417% yang dapat menghambat radikal bebas dalam tubuh (Dising, 2021).

Biji kelor memiliki kandungan minyak hingga 40% yang tersusun atas beberapa senyawa asam lemak. Menurut Willysa, (2019), Kandungan minyak biji kelor sebesar 72,4 % asam oleat (omega 9) yang mendominasi asam lemak pada minyak biji kelor, asam palmitat 6,45%, asam behenik

6,16%, asam stearat 5,5 %, dan asam arakhidat 4,08%. Nilai persentasi tinggi asam oleat pada minyak biji kelor berpotensi menjadi sumber nutrisi dan minyak masak yang stabil.

Tabel 1. Komposisi biji kelor

Komponen	Kandungan (%)
Minyak	40
Lemak	34,7
Protein	32,18
Flavonoid	1,26
Tanin	4,2

(Hidayat, 2006)

Biji kelor dapat diambil kandungan minyaknya melalui proses ekstraksi. Ekstraksi merupakan proses pengambilan kandungan zat yang berguna untuk fasa padatan melalui kontak dengan pelarut. Ekstraksi dilakukan selama pelarut yang digunakan belum jenuh, akan tetapi penambahan waktu yang terlalu banyak tidak sebanding dengan perolehan yield yang diperoleh. Pada tahap ekstraksi, biji kelor yang sudah dihaluskan lalu dilarutkan di dalam pelarut. Kemudian, dilakukan proses ekstraksi menggunakan pengadukan dalam tangki berpengaduk. Proses pengadukan dapat berpengaruh terhadap hambatan eksternal dalam difusivitas. Jika pengadukan diperbesar

akan menyebabkan tingkat turbulensi meningkat dan berkurangnya tebal lapisan film cairan. Hal tersebut memiliki dampak pada naiknya koefisien transfer massa yang berpengaruh terhadap kecepatan transfer massa yang akan meningkat. Ekstraksi minyak secara kimiawi (*solvent extracted*) merupakan salah satu cara yang ekonomis karena hanya membutuhkan sedikit biaya dengan hasil yang besar.

Pada penelitian ini, proses ekstraksi minyak biji kelor pada tangki berpengaduk menggunakan pelarut N-heksana. N-heksana adalah pelarut bersifat non-polar yang tidak berwarna, titik didih 69°C sehingga mudah menguap, bersifat tidak reaktif, dan dapat digunakan dalam reaksi organik untuk pelarut inert. Selain itu, heksana memiliki *narrow distillation range* dan *selective power* yang tidak membutuhkan tingkat pemanasan yang tinggi. Hal tersebut dapat digunakan sebagai pelarut yang baik untuk mengekstrak minyak dari bijinya. Pada ekstraksi minyak biji kelor menggunakan rasio molar sebanyak 1:8. Menurut Fajri (2022), pada rasio 1:8 dihasilkan rendemen minyak biji kelor maksimum sebesar 23,65% sehingga memungkinkan terjadinya transfer massa yang cukup antara bahan dan pelarut ekstraksi. Hal tersebut, membuat hasil minyak yang terekstrak dari pori-pori biji kelor lebih banyak karena terbukanya dinding sel. Rasio pelarut dan padatan akan menghasilkan rendemen semakin tinggi. Tetapi, jika rasio yang terlalu tinggi, akan membutuhkan pelarut yang lebih yang menyebabkan waktu ekstraksi menjadi lama (Zhang dkk, 2018).

Dalam optimasi proses diarahkan pada perancangan peralatan tangki berpengaduk yang efisien. Cara untuk mengoptimalkannya, digunakan dua variabel yang saling berhubungan antara waktu pengadukan dan kecepatan pengadukan. Kecepatan pengadukan dapat memperbesar koefisien *transfer massa* pada proses ekstraksi. Selain itu, kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap suspensi partikel yang dapat mencegah terjadinya pengendapan bahan-bahan yang akan di ekstrak.

Dengan kedua variabel tersebut maka didapatkan hasil terbaik dari ekstraksi menggunakan tangki berpengaduk ini. Kedua variabel tersebut dapat dihitung optimasinya dengan menggunakan persamaan bilangan CAMP dikarenakan pada bilangan CAMP ini dapat diketahui dengan menggunakan

hubungan antara kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan.

$$\text{Bilangan CAMP} = \text{Gradien kecepatan} \times \text{waktu pengadukan} \dots\dots\dots(1)$$

Besarnya gradien kecepatan akan berpengaruh terhadap waktu pengadukan yang dibutuhkan. Semakin besar nilai G, maka waktu yang dibutuhkan semakin sedikit. Gradien kecepatan (G) merupakan fungsi dari Daya yang dibutuhkan (P), Viskositas absolut air (μ) dan Volume air yang diaduk (V) (Reynold, 1996).

$$G = \sqrt{\frac{W}{\mu}} = \sqrt{\frac{P}{\mu V}} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

G : Gradien Kecepatan (1/s)

P : Suplai tenaga ke air (gr.cm²/s³)

μ : viskositas absolut air (gr/cm.s)

V : Volume air yang diaduk (cm³)

W : Tenaga yang disuplai per satuan volume air (N-m/detik. m³)

Untuk menentukan nilai (P) suplai tenaga ke air dapat menggunakan persamaan Rushton yaitu :

Untuk N_{Re} kurang dari 20 yaitu,

Aliran laminar

$$P = K_L n^2 D_i^3 \mu \dots\dots\dots(3)$$

Dan untuk N_{Re} lebih dari 10.000 yaitu,

Aliran Turbulen:

$$P = K_T n^3 D_i^5 \rho \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

P : Daya yang dibutuhkan (gr.cm²/s³)

K_L : Konstanta pada aliran laminar

K_T : Konstanta pada aliran turbulen

μ : Viskositas absolute cairan (gr/cm.s)

ρ : Densitas cairan (gr/cm³)

D_i : Diameter impeller (pengaduk) (cm)

N : Putaran pengaduk, (r/s)

Tabel 1. Nilai Konstanta Pada Aliran Laminar dan Aliran Turbulen

Jenis Impeller	K _L	K _T
Propeller, pitch of 1, 3, blades	41	0,32
turbine, 6 curved blades	65	5,75
shrouded turbine, 6 curved blades	97,5	1,08
flat paddles, 2 blades (single	43	2,25
paddle), $D_i / W_i = 4$		
Jenis Impeller	K _L	K _T
flat paddles, 2 blades, $D_i / W_i = 6$	36,5	1,7
flat paddles, 2 blades, $D_i / W_i = 8$	33	1,15

Bilangan Reynold untuk suatu pengaduk dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$NRe = \frac{D_i^2 n \rho}{\mu} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

μ : Viskositas dinamik (gr/cm.s)

ρ : Densitas cairan (gr/cm³)

D_i : Diameter impeller (pengaduk) (cm)

n : Putaran pengaduk (r/s)

I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui yield tertinggi minyak biji kelor dan mencari titik optimum pada proses ekstraksi dalam tangki berpengaduk dengan menggunakan bilangan CAMP

2. METODOLOGI

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kelor yang sudah masak dan kering yang didapatkan dari PT. MOI (Moringa Organik Indonesia) Kabupaten Blora dan pelarut n-heksana 98% yang diperoleh dari Cv. Chemical Indonesia Multi Sentosa Surabaya.

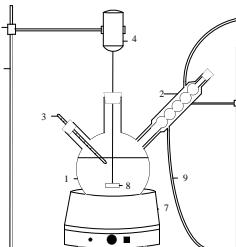
2.2 Metode

Persiapan bahan baku

Sebelum penelitian dilakukan, komponen biji kelor di analisa kandungannya terlebih dahulu, lalu biji kelor dikupas kulitnya, diambil kernelnya, dan dibersihkan. Kemudian biji kelor dilakukan *size reduction* dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu ± 100 °C dan membutuhkan waktu selama 60 menit hingga berat konstan. Biji kelor selanjutnya di-

screening dengan ukuran 60 mesh sehingga didapatkan serbuk biji kelor

Proses Ekstraksi



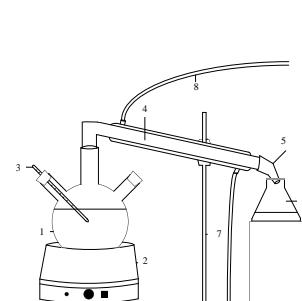
- Keterangan gambar:

 1. Labu leher tiga
 2. Kondensor
 3. Thermometer
 4. Motor
 5. Statif
 6. Klem
 7. Pemanas mantel
 8. Pengaduk
 9. Selang

Gambar 1. Rangkaian alat pada proses ekstraksi

Ekstraksi minyak biji kelor dilakukan dengan menimbang 50 gr bahan lalu dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan ditambah dengan 400 ml larutan n-heksana 98% yang dipanaskan menggunakan *water batch*. Selanjutnya, dialirkan pendingin tegak lalu pengaduk dijalankan. Ekstraksi dilakukan pada suhu 55 °C dengan variabel kecepatan pengadukan sebesar 200; 250; 300; 350; dan 400 rpm serta waktu ekstraksi yang dibutuhkan yaitu, 50; 70; 90; 110; dan 130 menit. Biji kelor yang sudah di ekstraksi kemudian di filtrasi untuk memisahkan residu biji kelor dan filtrat.

Proses Pemurnian Produk



- Keterangan gambar :

 1. Labu Leher tiga
 2. Pemanas mantel
 3. Thermometer
 4. Pendingin lurus
 5. Adaptor
 6. Erlenmeyer
 7. Statif
 8. Selang

Gambar 2. Rangkaian alat pada pemurnian produk

Hasil filtrat biji kelor pada proses ekstraksi kemudian didistilasi bertujuan untuk memisahkan minyak biji kelor dan pelarut. Proses distilasi dilakukan dengan suhu 69 oC. ketika cairan sudah terlihat pekat dan pelarut tidak menetes lagi, proses distilasi dapat dihentikan minyak yang tertinggal akan ditampung kedalam erlenmeyer dan dimasukkan kedalam botol yang sudah diketahui beratnya. Minyak biji kelor yang didapat kemudian di analisa bilangan iod,

bilangan penyabunan, dan kadar FFA untuk mengetahui apakah minyak biji kelor tersebut layak untuk dipergunakan pada industri.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan penelitian, dilakukan analisis bahan baku terlebih dahulu, yaitu kadar air dan kadar abu. Kadar air biji kelor setelah pengeringan dengan oven mengalami penyusutan sebesar 5,783%. Persen kadar air yang rendah dibawah 10% bisa mengoptimalkan ketahanan bahan pangan dalam serbuk biji kelor. Menurut Gisila (2018), Kadar air suatu biji dapat menentukan kondisi penyimpanan dan efektivitas yang akan mempengaruhi kualitas minyak. Semakin tinggi kadar air pada bahan maka aktivitas air serta aktivitas mikroorganisme akan semakin tinggi.

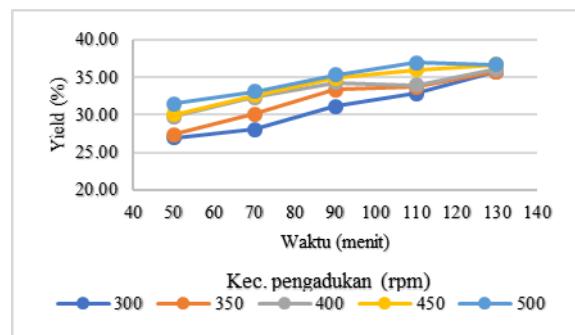
Kadar abu menunjukkan campuran pada komponen mineral yang terdapat dalam bahan. Kadar abu pada biji kelor yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebesar 6,437 %.

3.1 Pengaruh Kecepatan dan Lama Waktu Ekstraksi Terhadap Hasil Perolehan Yield Minyak Biji Kelor

Tabel 1. Hasil perolehan yield (%) pada berbagai variasi kecepatan pengadukan (rpm) dan lama waktu ekstraksi (menit)

Waktu (menit)	Kecepatan (rpm)				
	300	350	400	450	500
50	26,9	27,4	29,7	30,0	31,4
70	28,0	30,0	32,3	32,6	33,1
90	31,1	33,3	34,3	34,8	35,3
110	32,8	33,7	33,9	36,0	36,9
130	35,7	35,7	36,0	36,6	36,7

Pada tabel 1. Dapat dilihat bahwa waktu ekstraksi menit ke-50 hingga menit ke-130 mengalami kenaikan yield minyak pada setiap waktunya. Hal tersebut dikarenakan semakin lama waktu ekstraksi maka akan semakin lama waktu kontak antara bahan dan pelarut dan minyak yang didapat juga semakin banyak. Dari hasil penelitian bisa dilihat bahwa nilai perolehan yield tertinggi didapat pada waktu ekstraksi 110 menit dengan kecepatan 500 rpm yaitu sebesar 36,9%..



Gambar 3. Hubungan antara waktu ekstraksi (menit) dengan yield (%) minyak pada variasi kec. pengadukan (rpm)

Dari gambar 3. waktu ekstraksi (x) sangat mempengaruhi yield minyak biji kelor (y) yang dihasilkan pada setiap perubahan kecepatan dan dinyatakan dalam persamaan berikut.

Tabel 2. Perbandingan persamaan dan nilai R² pada berbagai kecepatan pengadukan (rpm)

Kecepatan (rpm)	Persamaan	R ²	Yield minyak (%)
300	0,071x + 28,268	0,91	30,94
350	0,111x + 20,887	0,98	32,05
400	0,071x + 26,87	0,89	33,27
450	0,101x + 22,953	0,94	34,04
500	0,083x + 26,543	0,93	34,71

Dari persamaan pada tabel 2 dapat dijelaskan bahwa *yield* (%) akan bernilai positif jika ekstraksi menggunakan *solvent* (pelarut) dengan konsentrasi $\geq 57,05\%$ atau dengan kata lain jika komposisi *solvent* (*n*-heksana) dalam proses ekstraksi kurang dari 57,05% maka ekstraksi tidak menghasilkan minyak. Lamanya waktu ekstraksi akan meningkatkan *yield* minyak biji kelor pada waktu dan kecepatan pengadukan tertentu. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu ekstraksi dan kecepatan pengadukan maka semakin lama waktu kontak antara bahan dan pelarut sehingga minyak yang didapatkan semakin banyak. Sehingga proses difusi pelarut ke dalam sel bahan baku akan semakin baik dan menyebabkan semakin banyaknya senyawa yang berdifusi keluar sel (Wijaya, 2019).

Menurut Fajri (2022), Waktu ekstraksi dapat memberikan kontak yang lama antara bahan dan pelarut dan meningkatkan efisiensi proses ekstraksi ke waktu optimal ketika kesetimbangan zat terlarut terjadi di dalam dan di luar partikel padat. Setelah titik optimum tercapai (pada penelitian ini waktu 90 menit), dengan bertambahnya waktu ekstraksi, maka ekstrak minyak yang diambil tidak bertambah lagi dan akan cenderung konstan, sebaliknya dapat mengakibatkan proses degradasi.

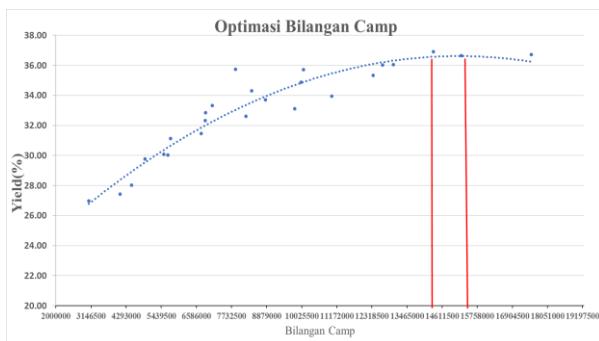
3.2 Hasil dan Pembahasan Optimasi Bilangan Camp

Untuk mengoptimalkan perancangan peralatan tangki berpengaduk yang efisien dalam penelitian ini digunakan dua variabel yang saling berhubungan antara gradien kecepatan dan waktu pengadukan. Kedua variabel tersebut dapat dihitung optimasinya dengan menggunakan persamaan bilangan CAMP

Tabel 3. Hasil perhitungan bilangan CAMP pada berbagai variasi kec. Pengadukan (rpm) dan waktu ekstraksi (menit)

Waktu (menit)	CAMP (10^6)				
	300	350	400	450	500
50	30,7	40,9	49,1	56,5	67,4
70	44,6	55,2	68,7	82,0	97,9
90	57,4	71,0	83,8	10,0	12,3
110	68,9	88,4	11,0	12,6	14,3
130	78,6	10,0	13,0	15,2	17,5

Pada tabel 3. Diperoleh hasil bilangan CAMP tertinggi pada kec. pengaduk 500 rpm dengan waktu ekstraksi 110 menit sebesar $17,52 \times 10^6$ dengan perolehan yield 36,92%.



Gambar 4. Hubungan antara bilangan CAMP dengan yield (%)

Pada gambar 4. dapat diketahui bahwa semakin besar bilangan CAMP maka yield yang diperoleh naik namun semakin besar

bilangan CAMP nilai perolehan yield akan semakin konstan karena ekstraksi sudah mencapai kesetimbangan, sehingga didapat titik puncak (titik optimum) pada bilangan CAMP rentang sebesar $14,61 \times 10^6$ hingga $15,75 \times 10^6$ dengan perolehan yield sebesar 36,92 %.

Bilangan camp dapat dipergunakan untuk melakukan optimasi dengan melakukan perubahan kecepatan pengaduk dan waktu pengadukan. Menurut Teori Camp & Stein menyatakan bahwa faktor yang berpengaruh pada proses flokulasi yaitu nilai G.td (Gradien kecepatan x Waktu pengadukan), Sehingga untuk mendapatkan hasil flokulasi baik harus memenuhi harga G.td pada nilai tertentu (Reynold,1996).

3.3 Hasil dan Pembahasan Analisa Kualitas Minyak Biji Kelor

Tabel 4. Hasil analisa kualitas minyak biji kelor

Analisa	Hasil Analisa
Bilangan Penyabunan (mg KOH/gr)	184,86
Bilangan Iod (gr/100gr)	62,90
Kadar FFA (%)	7,63
Berat jenis (gr/ml)	0,908

Bilangan Penyabunan

Menurut Badan Standarisasi Nasional dalam SNI 01-3741-2013 bilangan penyabunan pada minyak yaitu 196-206 mg KOH/gram minyak. sedangkan bilangan penyabunan dari hasil optimasi didapatkan sebesar 184,66 mg KOH/gram minyak. Hal tersebut menunjukkan bahwa minyak hasil optimasi memiliki bilangan penyabunan lebih rendah sehingga dinyatakan bahwa berat molekul yang dimiliki lebih besar (Nurdiani, 2021)

Bilangan Iod

Menurut Badan Standarisasi Nasional dalam SNI 01-3741-2013, bilangan iod pada minyak 45-46 g iod/100g sampel. Namun, bilangan iod pada minyak kelor yang dihasilkan pada optimasi penelitian ini sebesar 62,90 g iod/100g sampel. Bilangan iod tinggi dalam minyak biji kelor dapat menunjukkan bahwa tingginya kandungan asam lemak tidak jenuh yang menyusunnya serta akan semakin rentan pada degradasi oksidatif (Wiltshire, 2022).

Kadar Free fatty acid (FFA)

Menurut Badan Standarisasi Nasional dalam SNI 01-3741-2013 Asam lemak bebas pada minyak yaitu maks 0,3%. sedangkan Asam lemak bebas dari hasil optimasi didapatkan sebesar 7,63 %. Besarnya angka pada Asam lemak bebas dikarenakan banyaknya asam lemak yang telah lepas dari gliserol dimana gliserol dapat membantu asam lemak dalam pembentukan trigliserida (Winarno, 2004).

Berat Jenis

Menurut Badan Standarisasi Nasional dalam SNI 01-3741-2013 berat jenis pada minyak yaitu sebesar 0,900 gr/ml, sedangkan berat jenis dari hasil optimasi didapatkan sebesar 0,908 gr/ml. Sehingga jumlah tersebut kurang sesuai dengan teori disebabkan beberapa faktor. Menurut Dising pada tahun 2021, Berat jenis minyak dapat dipengaruhi oleh berat molekul serta komponen dalam minyak dan ketidakjemuhan komponen asam lemak minyak. Semakin banyak komponen yang terkandung dalam minyak juga akan semakin besar berat molekul minyak atau lemak, sehingga berat jenisnya akan semakin tinggi.

KESIMPULAN

Minyak biji kelor pada ekstraksi dengan tangki berpengaduk menggunakan pelarut n-heksana sebesar didapatkan yield tertinggi 36,92% pada waktu ekstraksi 110 menit dengan kecepatan 500 rpm. Titik optimum bilangan CAMP berkisar antara $14,61 \times 10^6$ hingga $15,75 \times 10^6$ dengan perolehan yield sebesar 36,92 %. Semakin lama waktu ekstraksi akan semakin besar yield minyak biji kelor yang akan didapatkan. Semakin besar kecepatan pengadukan maka akan semakin besar juga perolehan yield minyak biji kelor yang akan didapatkan. Namun semakin lama waktu ekstraksi dan semakin besar kecepatan ekstraksi perolehan yield yang dihasilkan akan mencapai konstan dikarenakan tercapainya titik kesetimbangan antara bahan dan pelarut pada ekstraksi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan artikel ini. Kami menyampaikan terima kasih kepada Universitas Pembangunan Nasional

“Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan fasilitas untuk mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dising, J 2021 ,’Karakteristik Fisiokimia Minyak Biji Kelor (*Moringa Oleivera L*)’, *Jurnal Pertanian*, Vol. 1, No. 1, hh. 1491-1499
- Fajri, M & Daru, Y 2022,’Pengaruh Rasio Volume Pelarut dan Waktu Ekstraksi terhadap Perolehan Minyak Biji Kelor’, *Jurnal Agritech*, Vol. 42, No.2, hh.123-130
- Gisila, T 2018, *Extraction kinetics study and characterizatio of Moringa stenopetala seed oil*, Addis Ababa University
- Hidayat, Saleh 2006, *Pemberdayaan Masyarakat Bantaran Sungai Lematang dalam Menurunkan Kekeruhan Air dengan Biji Kelor (*Moringa oleifera Lam.*) sebagai Upaya Pengembangan Proses Penjernihan Air*, Universitas Negeri Malang, Malang
- Nurdiani, I 2021,’ Pengaruh Ukuran Partikel dan Waktu Perendaman Ampas Tebu pada Peningkatan Kualitas Minyak Jelantah’, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 6. No.1, hh. 31
- Reynold, T. D., & Richards, P. A. (1996). Unit operations and processes in environmental engineering (Vol. 20): PWS Publishing Company Boston, MA
- Wijaya, D, Paramitha, M, & Putri, N 2019,’Ekstraksi Oleoresin Jahe Gajah (*Zingiber officinale* var. *Officinarum*) dengan Metode Sokhletasi’, *Jurnal Konversi UMM*, Vol. 8, No. 1
- Willysaa, R, Fombang, E, & Ndjantou, E 2019, ‘Treatments and uses of *Moringa oleifera* seeds in human nutrition : A review’, *journal of food science & nutrition*, Vol. 1, No. 1, hh. 1-9
- Wiltshire, F, Santos, A, dkk 2022,’ Influence of seasonality on the physicochemical properties of *Moringa oleifera* Lam. Seed oil and their oleochemical potential’, *Journal Food Chemistry : Molecular Sciences*, Vol.4, No.1, hh. 1-6
- Winarno, F 2004, *Kimia Pangan dan Gizi*, Jakarta, Gramedia Pustaka Utama
- Zhang, Qing, Lin, Li, & Ye, Wen 2018,’ Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review’, *journal of chinese medicine*, Vol. 13, No. 20, hh. 1-26