

ORIGINAL ARTICLE

ANALISIS KANDUNGAN KAROTENOID MINYAK BUAH MERAH PADA BERBAGAI METODE PENGOLAHAN MINYAK

Analysis of Carotenoid Content of Red Fruit Oil in Various Oil Processing Method's

Dhanang Puspita*, Noviana Augustien Sanggenafa, Monang Sihombing

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga-Jawa Tengah, Indonesia

**Penulis Korespondensi*

Abstrak

Pendahuluan; Buah merah dimanfaatkan masyarakat lokal Papua dan Maluku untuk diambil minyaknya. Nilai tambah dari buah merah adalah adanya kandungan karotenoid yang tinggi. Karotenoid sangat rentan terhadap paparan panas, sehingga dalam proses pengolahan minyak perlu diperhatikan agar meminimalisir kerusakan pigmen alami tersebut, sebab selama ini proses pengambilan minyaknya dilakukan secara tradisional yakni dengan pemanasan dan penguapan dan banyak karoten yang rusak. Kandungan karotenoid pada buah merah yang masih terjaga akan memberikan keuntungan dari manfaat yang ditimbulkannya. **Tujuan;** dari penelitian ini adalah menganalisis kandungan karotenoid pada berbagai teknik pengolahan minyak pada Buah Merah. **Bahan dan Metode;** Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan tahapan ekstraksi buah merah menjadi santan lalu dilakukan pengolahan minyak dengan perbedaan polaritas, berat jenis, suhu, dan proses fermentasi, kemudian di analisis kandungan karotenoidnya. **Hasil;** analisis menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan kandungan karotenoid dari berbagai perlakuan pengolahan minyak. Hasil rata-rata kandungan karotenoid dari empat perlakuan ekstraksi sebesar 5,75 µg/mL. Parameter lain yang perlu diuji untuk memastikan kualitas ekstrak minyak buah merah adalah tingkat kemurnian dan masa simpannya. Adanya kandungan karotenoid pada minyak buah merah akan memberikan kontribusi bagi penyediaan sumber pro vitamin A dan antioksidan. **Kesimpulan;** Dapat disimpulkan pengolahan minyak dapat dilakukan dengan berbagai metode tanpa ada perbedaan kandungan karotenoid.

Kata Kunci: Buah Merah, Karotenoid, Likopen, Minyak.

Abstract

Background; The red fruit of the plant is native to Papua and Maluku and is used by the local people of Papua and Maluku to extract its oil. The added value of red fruit is the presence of high carotenoid content. Carotenoids are very susceptible to heat exposure, so care must be taken in the oil processing process in order to minimize the natural pigments damage. because so far the oil extraction process has been carried out traditionally, by heating and evaporating and a lot of carotene is damaged. The carotenoid content in red fruit that is still maintained will provide benefits from the benefits it causes. **Objectives;** The purpose of this study was to analyze the carotenoid content in various oil processing techniques in red fruit. **Material and Method;** The method used is an experiment with the stages of extracting red fruit into milk and then processing the oil with different polarity, specific gravity, temperature, and fermentation process, then analyzing the carotenoid content. **Results;** The results of the analysis showed that there was no significant difference in the carotenoid content of the various oil processing treatments. The average result of carotenoid content from four extraction treatments was 5.75 µg/mL. Other parameters that need to be tested to ensure the quality of red fruit oil extract are the level of purity and shelf life. The carotenoid content in red fruit oil will contribute to providing a source of pro vitamin A and antioxidants. **Conclusion;** It can be concluded that oil processing can using all various methods without any difference in carotenoid content.

Keywords: Red Fruit, Carotenoids, Lycopene, Oil.

PENDAHULUAN

Buah Merah adalah salah sumber pangan yang khas wilayah timur Indonesia khususnya di Maluku dan Papua. Buah merah (*Pandanus conoideus*) merupakan buah yang berwarna merah dan

bentuk tabung panjang, serta memiliki kandungan nutrisi yang sangat bermanfaat dan menguntungkan bagi kesehatan. Buah merah termasuk dalam tanaman famili *pandanaceae*, yang tumbuh menyebar luas di daerah dataran tinggi dan juga rendah di Papua dan Papua Barat. Buah merah dimanfaatkan oleh masyarakat tradisional sebagai minyak makan yang diolah apa adanya, menjadi penyesap makan, dan dijadikan sebagai obat tradisional untuk kesehatan (1).

Buah Merah memiliki kandungan senyawa bioaktif yang meningkatkan nilai gizi pada kesehatan tubuh, yakni mineral (Fe, Ca, dan Zn), serta vitamin, serat, asam lemak tidak jenuh dan antioksidan yang baik yang berasal dari senyawa karotenoid dan tokoferol. Warna merah atau merah muda pada buah merah dikarenakan adanya kandungan karotenoid. Karotenoid merupakan pigmen yang berwarna kuning hingga kemerahan. Menurut (2) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kandungan nutrisi dalam buah merah yang memiliki pigmen berwarna merah yang termasuk kandungan karotenoid yang mengandung kapsorbin dan kapsantin yang lebih banyak dibanding tumbuhan pangan lainnya yang memiliki pigmen merah atau karotenoid. Dan kadarnya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sumber karotenoid lainnya (3).

Pengolahan buah merah secara tradisional oleh masyarakat lokal masih sangat sederhana. Buah merah yang sudah matang biasanya dipotong menjadi dua bagian dan dibuang daging (empulur), lalu dicuci dan dipotong-potong. Setelah itu, dikukus atau rebus dan memakai teknik peras atau disaring. kemudian sari Buah Merah dapat langsung dikonsumsi atau diolah lagi sebagai minyak ataupun di campur dengan olahan makanan umbi-umbian ataupun sayuran (1). Pengolahan buah merah dengan melibatkan panas berpotensi mendegradasi kandungan karotenoidnya, karena masyarakat tradisional memasak buah merah selama 4 – 5 jam, baru kemudian dipisahkan minyaknya (4).

Dengan demikian perlu upaya pengolahan buah merah agar meminimalisir dampak kerusakan kandungan karotenoid. Ada beberapa teknik pengolahan minyak tanpa melibatkan panas, antara lain dengan pemisahan berdasarkan polaritas, berat jenis, perbedaan suhu, dan fermentasi. Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan karotenoid pada berbagai teknik pengolahan minyak pada Buah Merah.

METODE

Penelitian ini bersifat eksperimen laboratoris yang dijabarkan secara deskriptif berdasarkan data kuantitatif. Penelitian dilakukan selama bulan Agustus – November 2021 di laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana. Bahan yang digunakan, yaitu; Buah Merah (pasar Hamadi-Jayapura), Aquades, Aseton (merck) dan Ragi roti/yeast (Fermipan). Alat yang digunakan, yaitu; blender, gelas beker, kain saring, sentrifuge, spektrofotometer, labu pemisah, buret, pemanas, *chiller* dan pemas. Adapun tahapannya adalah preparasi sampel, perlakuan ekstraksi minyak dengan perbedaan polaritas, berat jenis, suhu, dan proses fermentasi, kemudian dianalisis kandungan karotenoidnya. Preparasi sampel dilakukan dengan pembersihan buah merah dari pengotor dengan cara disikat bagian permukaannya, lalu dilakukan proses ekstraksi dengan cara diblender dengan penambahan 20% aquades, setelah itu dilakukan pemerasan dengan mesin *press* dan dilakukan penyaringan 60 mesh.

Ekstraksi Buah Merah dilakukan dengan dicampurkan buah merah dengan aquades dengan perbandingan 1:1, kemudian diblender dengan kecepatan tinggi hingga halus. Setelah itu disaring dengan menggunakan kain saring berlapis guna didapatkan filtrat (santan). Kemudian santan digunakan untuk bahan pengolahan menjadi minyak.

Pengolahan Minyak dengan teknik polaritas, didasarkan pada perbedaan berat jenis dengan menggunakan labu pemisah yang diisi dengan 100 mL santan dan didiamkan selama 6 jam. Setelah terbentuk 2 fase antara air di bagian bawah dan minyak di bagian atas. Kemudian dipisahkan air dengan labu pemisah dan selanjutnya minyak dilakukan analisis kandungan karotenoid. Pengolahan dengan teknik panas dingin (perbedaan suhu), dilakukan dengan menggunakan gelas beker yang diisi dengan 100 mL santan buah merah kemudian dimasukkan dalam lemari pendingin dengan suhu 10°C selama 2 jam. Setelah itu, diambil bagian yang membeku kemudian dicairkan pada suhu ruang kemudian didinginkan kembali. Proses tersebut dilakukan 3 kali hingga mendapatkan minyak yang murni. Minyak selanjutnya dilakukan analisis kandungan karotenoid. Pengolahan minyak dengan teknik penguapan dilakukan dengan memanaskan 100 mL santan buah merah dalam pemanas yang diletakkan di atas pemanas (api kecil). Pemanasan ini dilakukan untuk menguapkan air yang memiliki titik didih lebih rendah dibanding dengan minyak. Minyak yang diperoleh kemudian disaring dan dilakukan analisis kandungan karotenoid. Pengolahan minyak dengan teknik fermentasi, dilakukan dengan ditambahkan ragi roti sebanyak 1 gr pada 100 mL santan minyak di dalam gelas beker lalu ditutup rapat

selama 48 jam. Setelah itu, dilakukan pengolahan dengan fraksi berat jenis untuk mendapatkan minyak, lalu minyak analisis kandungan karotenoid.

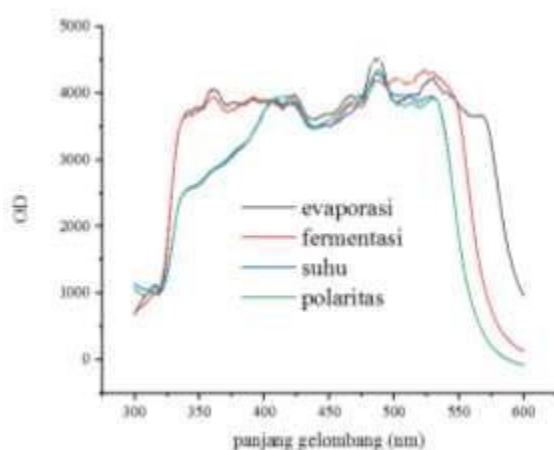
Minyak yang didapatkan dari empat teknik ini di uji karotenoid. Sebanyak 10 mL minyak disentrifuge dengan kecepatan 4000 RPM selama 15 menit. Supernatan sebanyak 1 mL dilarutkan dalam aseton 4 mL. Lalu dilakukan pemindian dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 300 – 600 nm. Perhitungan total karotenoid dengan metode spektrofotometri (Rodriguez, 2001) dengan rumus (5):

$$\text{Total karotenoid } (\mu\text{g}) = \frac{A_{450} \times 4 \text{ mL} \times \text{Pengenceran}}{2.592 \times \text{vol}}$$

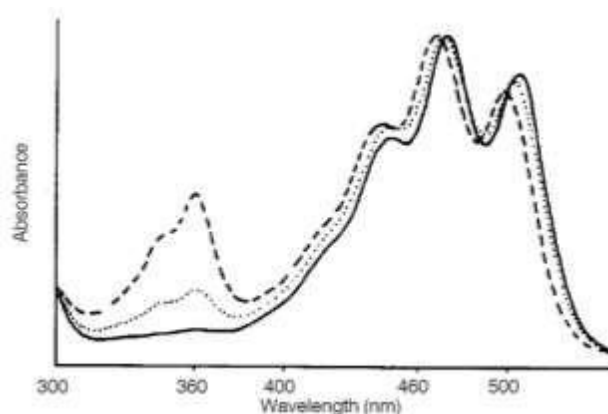
Pengaruh proses pengolahan minyak terhadap kandungan karotenoid dilakukan uji anova satu arah dengan signifikansi 5% atau alfa 0,05 pada hasil total karotenoid.

HASIL

Hasil analisa dengan menggunakan spektrofotometer ditunjukkan pada gambar 1a, dan sebagai rujukan gambar 1b untuk menggambarkan pola spektra kandungan karotenoid. Pada gambar 1a ditunjukkan pola spektra yang mirip dengan gambar 1b, meskipun dengan puncak gelombang yang berbeda. Karotenoid memiliki puncak serapan pada rentang λ maksimal pada 444, 470, and 502 nm (5).



1a. Pola spektra pada 4 perlakuan



1b. Pola spektra karotenoid (5).

Gambar 1. Pola spektra kandungan karotenoid dengan berbagai perlakuan ekstraksi minyak dan gambar rujukan spektra karotenoid.

Konsentrasi kandungan karotenoid dari minyak yang diekstraksi dengan berbagai metode. Jika melihat besaran angka kandungan karotenoid, maka ekstraksi yang dengan metode perbedaan polaritas adalah yang tertinggi yakni sebesar 5,92 $\mu\text{g/mL}$, kemudian dengan perbedaan suhu (beku) 5,73 $\mu\text{g/mL}$, evaporasi 5,70 $\mu\text{g/mL}$, dan yang paling rendah adalah dengan fermentasi 5,63 $\mu\text{g/mL}$ lihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kandungan karotenoid pada minyak buah merah dengan berbagai metode ekstraksi

Perlakuan	λ 450 nm			Total karotenoid ($\mu\text{g/mL}$)			Rerata Total karotenoid ($\mu\text{g/mL}$)
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	
Evaporasi	3714	3689	3689	5,73	5,69	5,69	5,70
Polaritas	3636	4144	3742	5,61	6,39	5,77	5,92
Fermentasi	3515	3561	3864	5,43	5,49	5,96	5,63
Suhu	3505	3642	3991	5,41	5,62	6,16	5,73

Hasil uji perbedaan kandungan karotenoid dari berbagai perlakuan diperoleh nilai F hitung lebih kecil dari F kritis atau nilai P lebih besar dari nilai alfa (0,05) pada tabel 2. Maka, tidak ada perbedaan

yang signifikan antar metode ekstraksi minyak terhadap besaran konsentrasi pigmen karotenoid.

Tabel 2. Perbedaan konsentrasi pigmen karotenoid pada beberapa perlakuan

Perlakuan	Sampel	Total	Varian	Rata-Rata $\pm$ SD	F	F crit	P-value
Evaporasi	3	17,11	0,0005	5,69 $\pm$ 0,02	0,472	4,066	0,709*
Polaritas	3	17,77	0,1697	5,77 $\pm$ 0,41			
Fermentasi	3	16,88	0,0842	5,49 $\pm$ 0,29			
Suhu	3	17,19	0,1497	5,62 $\pm$ 0,38			

*Uji Analisis of Variances

PEMBAHASAN

Buah merah dalam 100 gram mengandung α -karoten 130 μ g, β -karotene 1.980 μ g, lipid 94,2 g (6), yang diambil dari rendemen buah merah berupa empulur (51 – 61%) dan bulir (39 – 49%) (7). Minyak atau lipid memiliki porsi yang besar yakni sekitar 94,2% dalam buah merah, selain itu adanya kandungan karotenoid yang tinggi merupakan nilai tambah bagi buah merah. Adanya kandungan karotenoid pada buah merah dapat memberikan tampilan warna merah muda atau merah juga memberikan proteksi pada minyak terhadap oksidasi yang dapat menyebabkan ketengikan. Karotenoid bisa menjadi antioksidan yang mampu menangkalkan radikal bebas dan sebagai provitamin A.

Untuk memanen minyak ada dua cara yakni basah dan kering (8), namun ada juga yang menggunakan metode fermentasi, pressing, rendering, ekstraksi dengan bahan pelarut, penggaraman, pancingan, enzimatik, dan pengasaman (9). Pada penelitian ini digunakan metode basah, karena proses awalnya dengan membuat santan dari buah merah.

Masyarakat tradisional di Papua untuk mendapatkan minyak buah merah ada dua cara yakni dengan cara memeras langsung dari buahnya menjadi santan langsung dikonsumsi, dan yang kedua dengan cara memanaskan santan agar airnya menguap guna mendapatkan minyaknya. Pemanasan yang tidak terkontrol akan dapat merusak struktur minyak dan memudahkan warna minyak buah merah dan membuat mudah tengik. Perlu upaya pengolahan minyak dengan tidak melibatkan panas, agar kualitas minyak dapat terus dijaga.

Minyak adalah senyawa nonpolar atau tidak dapat berikatan dengan air. Perbedaan polaritas pada santan buah merah sebenarnya adalah cara yang mudah untuk memisahkan air dan minyak. Pada masyarakat tradisional cara ini sedikit menyulitkan karena tidak ada bejana tembus pandang dan ada saluran pembuangan bagian bawahnya untuk mengalirkan air. Metode pemisahan dengan perbedaan berat jenis, maka akan tidak ada pelibatan panas sehingga kandungan karotenoid tidak banyak mengalami degradasi dan dari penelitian ini adalah yang tertinggi. Meskipun demikian minyak yang dihasilkan masih keruh karena bercampur dengan pulp dan perlu pemurnian lagi, dan inilah yang menjadi kelemahan metode ini.

Minyak memiliki titik beku yang lebih tinggi dibanding dengan air. Pada suhu 10 – 20°C, minyak sudah membeku dan air masih dalam bentuk cairan. Adanya perbedaan tingkat kepadatan ini, maka minyak dapat dengan mudah dipisahkan. Untuk mendapatkan minyak murni perlu dilakukan penapisan berulang kali, sehingga kadar air dapat diminimalkan. Melalui metode perbedaan suhu ini, kandungan karotenoid masih tinggi, karena tidak ada paparan panas pada saat pengolahan minyak.

Pada penelitian ini juga dilakukan perlakuan dengan pemanasan, sebagai kontrol negatif yakni dengan proses penguapan air pada santan buah merah. Teknik pemanenan minyak dengan metode kering ini dengan cara menguapkan air dengan paparan suhu tinggi untuk mencapai titik didih air (100°C). Pada suhu 100 – 110°C, protein, lemak, dan antioksidan akan terdenaturasi dan menggumpal (10). Pada proses ini, minyak yang dihasilkan akan jernih, karena santan akan mengalami 3 fraksi yakni uap air, minyak, dan *blendo* (*tahi minyak*-Maluku) atau padatan. Pada tahap akhir, minyak dilakukan penyaringan dan akan diperoleh minyak yang murni. Total karotenoid pada perlakuan dengan penguapan, kandungan karotenoid masih tinggi yakni 5,70 μ g/mL. Kandungan karotenoid yang masih tinggi ini diduga karena adanya kandungan likopen pada buah merah yang memiliki termostabilitas yang baik. Dari gambar 1a, terlihat beberapa puncak dikisaran λ 350 – 400 nm, dimana likopen memiliki puncak serapan maksimal di λ 378, 400, and 425 nm (5).

Pada perlakuan yang keempat yakni pengolahan minyak dengan fermentasi memiliki kandungan karotenoid yang paling rendah dari 3 metode sebelumnya. Hasil metabolit sekunder dari fermentasi adalah asam asetat yang dapat menurunkan pH dan membuat karotenoid kehilangan kestabilannya, Fermentasi pada pengolahan minyak bertujuan untuk memisahkan minyak dengan karbohidrat dan

protein. Dalam penelitian ini digunakan *yeast*, dimana mikroba ini memiliki sifat fisiologis yang stabil dan mampu memecah gula menjadi alkohol dan CO₂. *Yeast* juga mampu menghasilkan enzim yang digunakan untuk memecah karbohidrat menjadi asam yang kemudian asam akan mengkoagulasi protein pada emulsi santan. Selain itu, *yeast* juga menghasilkan enzim proteolitik yang dapat menghidrolisis protein yang menyelubungi globula lemak pada emulsi santan, yang kemudian minyak akan terpisah (8).

Tidak adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan terhadap konsentrasi karotenoid minyak buah merah, maka dalam praktik pengolahan minyak pada semua metode bisa dilakukan. Namun demikian, perlu mendapat perhatian berkaitan dengan tingkat kemurnian dari masing-masing metode terdapat perbedaan dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Perlu juga dikaji tentang masa simpan dan tingkat stabilitas terhadap faktor lingkungan seperti panas, paparan cahaya, dan oksidasi.

Karotenoid Minyak Buah Merah

Karotenoid mudah mengalami kerusakan, yang disebabkan paparan cahaya, panas, dan oksigen yang akan menurunkan kualitas kandungan karotenoid. Oleh karena itu upaya untuk menjaga kualitas dilakukan beberapa tahap pengolahan ekstraksi yang efektif dan efisien agar kandungan karotenoid tidak rusak ataupun hilang pada saat pengolahan atau pemanfaatan (2). Dari hasil analisa statistik kandungan karotenoid pada tabel 2, tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari berbagai metode pengolahan minyak terhadap kandungan karotenoidnya. Penelitian sebelumnya, jenis karotenoid yang paling banyak pada buah merah adalah likopen (11). Likopen sendiri memiliki tingkat kestabilan terhadap paparan panas yang baik dibanding dengan karotenoid jenis lain, bahkan paparan panas dapat meningkatkan isomerisasi thermal yang berdampak pada meningkatnya kandungan karotenoid. Pengolahan dengan *wet rendering* salah satu pengolahan terbaik yaitu perebusan buah segar dan kandungan β -karoten 123 ppm (12).

Adanya potensi kandungan karotenoid pada minyak buah merah akan menjadi sumber pangan fungsional untuk menunjang kesehatan tubuh manusia. Pemanfaatan minyak buah merah sebagai pakan dapat meningkatkan kandungan karotenoid pada ikan (13), sehingga akan sangat baik jika dikonsumsi manusia. Likopen sebagai salah satu jenis karotenoid memiliki manfaat untuk; untuk menurunkan tekanan darah, mengurangi stress oksidatif (penangkal yang kuat untuk oksigen reaktif) (12), menurunkan kolesterol, menghambat proliferasi sel, meningkatkan apoptosis pada sel kanker (2). Selain itu kandungan karotenoid juga juga bermanfaat sebagai provitamin A yang dapat mencegah gangguan pada mata. Manfaat lain dari minyak buah merah dapat mencegah terjadinya kerusakan sel hati dengan ditunjukkan menurunnya aktivitas SGOT dan SGPT dan gambaran histopatologi hepatosit yang lebih baik menurunkan LDL (14),(15). Dalam aplikasi bidang pangan, pigmen buah merah dapat dijadikan sebagai pigmen alami yang tidak mengandung logam berat dan mikroorganisme berbahaya (16), dan mampu memperbaiki cita rasa makanan (17). Karotenoid dalam buah merah juga dapat digunakan sebagai pengawet alami, karena saus atau santan buah merah dapat bertahan 25 bulan pada suhu penyimpanan 27°C (6).

Di Papua sedikitnya terdapat 23 kultivar buah merah yang tersebar dari dataran rendah hingga sampai di pegunungan (18). Potensi yang sangat besar untuk menjadi komoditi pertanian, terlebih jika dilihat dari potensi ekonomi dan manfaatnya. Di habitat aslinya, buah merah bukan tanaman budidaya, tetapi di beberapa daerah di Papua sudah dikembangkan menjadi tanaman pertanian. Intervensi sudah dilakukan untuk mengoptimalkan pertumbuhannya guna menghasilkan buah yang banyak. Pemberian pupuk cair selama ini menjadi yang paling bagus pertumbuhannya dibandingkan pemupukan dengan kompos (19). Selama ini proses pengolahan buah merah di Papua belum banyak yang melakukan ekstraksi minyaknya. Proses pengolahan yang dilakukan adalah dengan membuat menjadi bubur, yang kemudian di botolkan dan dilakukan pemanasan. Bubur buah merah yang dibotolkan dan dipasteurisasi mampu bertahan selama 60 hari dan setelah itu karotenoidnya mengalami degradasi (20). Buah merah yang sudah dibotolkan sudah terdistribusi luas di pasar. Masyarakat yang membeli memiliki keyakinan akan khasiat buah merah untuk penyakit tertentu. Meskipun belumlah ada produk yang berani mengklaim khasiat buah merah, setidaknya sudah ada penelitian yang membuktikan manfaat buah merah. Tikus yang diberi asupan bubur buah merah memiliki kadar gula darah yang rendah dan stabil. Kandungan senyawa bioaktif di dalam bubur buah merah memiliki efek antihiperlikemik yang menstabilkan gula darah (21).

KESIMPULAN

Tidak ada perbedaan yang signifikan dari empat metode ekstraksi minyak dari buah merah. Perlu

penelitian lebih lanjut untuk peningkatan kualitas minyak dari buah merah yakni tingkat kemurniannya dan kemampuan masa simpannya

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Richardo Sanggenafa yang menyediakan buah merah dari Papua dan mengirimkan ke lokasi penelitian. Diucapkan terimakasih juga kepada laboran di Pusat Studi Carotenoid dan Antioksidan Universitas Kristen Satya Wacana-Salatiga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ayomi AMF. Buah Merah (*Pandanus conoideus*) terhadap Penyerapan Zat Besi (Fe) dalam Duodenum. *J Agromed Unila*. 2015;2(2):90–3.
2. Maleta HS, Indrawati R, Limantara L, Brotosudarmo THP. Ragam Metode Ekstraksi Karotenoid dari Sumber Tumbuhan dalam Dekade Terakhir (Telaah Literatur). *J Rekayasa Kim Lingkung*. 2018;13(1):40–50.
3. Fitria E, Wulandari N, Hariyadi P, Wijaya H. Identifikasi dan Fraksinasi Karotenoid pada Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus*). *War Ind Has Pertan*. 2020;37(1):7.
4. Limbongan J, Malik A. Peluang Pengembangan Buah Merah (*Pandanus Conoideus Lamk.*) Di Provinsi Papua. *J Li [Internet]*. 2009;2(5):255. Available from: ???
5. Rodriguez D. A Guide to Carotenoid Analysis in Foods. *Life Sciences*. 2001. 64 p.
6. Sangkala SA, Juara MiR, Tangkas IM. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Merah (*Pandanus Baccari L*) Di Daerah Poso Sulawesi Tengah. *J Akad Kim [Internet]*. 2014;3(4):198–205. Available from: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/JAK/article/view/7835>
7. Sarungallo ZL, Hariyadi P, Andarwulan N, Purnomo EH. Keragaman Karakteristik Fisik Buah, tanaman dan Rendemen Minyak dari 9 Klon Buah Merah (*Pandanus conoideus*). *Agrikan J Agribisnis Perikan*. 2019;12(1):70.
8. Andaka G. Fermentasi Menggunakan Ragi Roti Making Coconut Oil By the Fermentation Method. *Tek Kim*. 2016;10(2):65–70.
9. Nasruddin. Studi Kualitas Minyak Goreng Kelapa Melalui Proses Sterilisasi dan Pengepresan. *J Din Penelit Ind*. 2011;22(1):9–18.
10. Widiandani T, Purwanto, Hardjono S, Tri BP, Susilowati R, Diyah NW. Upaya Peningkatan Kualitas Minyak Kelapa Yang Dibuat dari *Cocos nucifera L* dengan Berbagai Metode Kimiawi dan Fisik. *Berk Ilm Kim Farm*. 2012;1(1):1–6.
11. Labola YA, Puspita D. Peran Antioksidan Karotenoid Penangkal Radikal Bebas Penyebab Berbagai Penyakit. *Farmasetika.com (Online)*. 2018;2(5):12.
12. Murtiningrum, Semangat Ketaren, Suprihatin dan K. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB 2 Peneliti Badan Pengkajian Bioteknologi, BPPT Serpong. *J Teknol Ind Pertan*. 2005;15(1):28–33.
13. Aslianti T, Imanto PT, Suastika M. Dampak Minyak Buah Merah, *Pandanus conoideus Lam* Pada Performansi Yuwana Kerapu Sunu, *Plectropomus leopardus*. *J Perikan Univ Gajah Mada*. 2009;11(1):1–8.
14. Maulita AS. Uji Aktivitas Ekstrak Buah Merah (*Pandanus Conoideus*) Sebagai Hepatoprotektor Pada Hati Mencit Galur Swiss Yang Diinduksi Dengan Ccl4. *Farmasains J Farm dan Ilmu Kesehat*. 2010;1(1).
15. Agnesa OS, Waluyo J, Prihatin J, Lestari SR. Potensi Buah Merah Dalam Menurunkan Kadar LDL Darah Tikus Putih. *Bioeksperimen*. 2017;3(1):48–57.
16. Ramdany R, Supu L, Pulkadang FN. Acceptability of ice cream products of red fruit (*Pandanus conoideus lamk*) with sago flour substitution (*Metroxylon sagu rottb*). *Al-sihah Public Heal Sci J*. 2020;12(2):193.
17. Sabloit SI, Kale PR, Sabtu DB. Kualitas Kimia Dan Organoleptik Se'i Sapi Yang Ditambahkan Perasan Sari Buah Merah (*Pandanus conoideus Lam*). *J Nukl Peternak*. 2019;6(2):47–54.
18. Husein Wawo A, Lestari P, Setyowati N. Buah Merah (*Pandanus conoideus Lamk*) Bioresources Pegunungan Tengah Papua: Keanekaragaman dan Upaya Konservasinya. *J Biol Indones*. 2019;15(1):107–21.
19. Rahanra RM, Samber L. Upaya Peningkatan Tanaman Buah Merah Papua (*Pandanus conoideus*) Dengan Berbagai Perlakuan Pupuk Organik Cair dan Pupuk Kompos di Kampung Mariadei. *BIO-EDU J Pendidik Biol*. 2022;7(1):9–24.
20. Ponglabba DV, Sarungallo ZL, Santoso B. Komposisi Kimia Dan Stabilitas Puree Buah Merah

- (Pandanus Conoideus Lamk.) Selama Penyimpanan. J Agroteknologi. 2022;16(01):15.
21. Hermawan LV, Fabanyo SH, Khoiruzaman MS, Nurwahida W, Fadilah WN, Irwandi I. Pengaruh Buah Merah (Pandanus Conoideus Lam) Asal Sorong Papua Barat Terhadap Antihiperglikemia Pada Mencit (Mus Musculus). Biolearning J. 2023;10(2):41–4.