

TEKNOLOGI TEPAT GUNA

**EKSTRAKSI MINYAK BUAH MERAH
(*Pandanus conoideus* Lamk.)**



Oleh

**Zita Letviany Sarungallo
Budi Santoso
Wilson Palelingan Aman
Murtiningrum**

**Lembaga Pengabdian pada Masyarakat
Universitas Papua
Manokwari
2022**

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
DAFTAR ISI	i
KATA PENGANTAR	ii
I. PENDAHULUAN	1
II. BUAH MERAH (<i>Pandanus conoideus</i> Lamk)	4
III. MINYAK BUAH MERAH.....	10
IV. EKSTRAKSI MINYAK BUAH MERAH	18
V. BISNIS <i>PLAN</i> USAHA MINYAK BUAH MERAH.....	29
DAFTAR PUSTAKA	37

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya sehingga buku Teknologi Tepat Guna (TTG) dengan judul "Ekstraksi minyak buah merah (*Pandanus conoideus* Lamk.)" ini, dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini berisikan penjelasan terkait dengan penanganan pascapanen buah merah, kualitas buah dan minyak buah merah serta tahapan dalam ekstraksi minyak dari buah merah, khususnya dengan cara kering; sampai tahap pengemasan dan pelabelan. Buku ini juga berisi analisis *bisnis plan* minyak buah merah, untuk memberikan gambaran kepada produsen minyak buah merah dalam mengelola usaha produksi minyak buah merah dengan cara ekstraksi kering.

Metode ekstraksi minyak buah merah yang dikembangkan ini merupakan hasil dari serangkaian penelitian yang telah dilakukan oleh tim peneliti dari Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua (Fateta-Unipa).

Terima kasih disampaikan kepada mahasiswa, teknisi dan laboran di Lab. Teknologi Hasil Pertanian dan Teknik Pertanian dan Biosistem Fateta Unipa, serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung penelitian hingga tersusunnya buku ini. Khususnya kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Kementerian Riset

Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia, yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui program **Penelitian Strategis Nasional** Tahun 2013-2014.

Dalam penyusunan buku ini masih banyak kekurangan sehingga kritik dan saran membangun sangat dibutuhkan untuk perbaikan buku TTG ini di masa mendatang. Akhirnya semoga buku TTG ini bermanfaat. Terima kasih.

Manokwari, 16 Februari 2022

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

Minyak buah merah merupakan hasil ekstraksi buah merah (*Pandanus conoideus*), dan telah dikenal dan dimanfaatkan baik sebagai obat maupun suplemen yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Khasiat minyak buah merah tersebut dikontribusi oleh kandungan karotenoid (α -karoten, β -karoten, β -kriptosantin) dan tokoferol (α -tokoferol), serta asam lemak tidak jenuhnya (asam oleat, linoleat, dan palmitoleat), serta senyawa fenol (Sarungallo *et al.*, 2015a; Sarungallo *et al.*, 2015b). Minyak buah merah juga teruji menguntungkan kesehatan secara *in vivo* yaitu menghambat tumor dan membunuh sel kanker paru-paru, usus besar, dan payudara; antiinflamasi dan meningkatkan sel imun; berpengaruh positif terhadap histopatologik berbagai organ tikus (*Rattus norvegicus*) diabetik; dan meningkatkan fertilitas (Nishigaki & Waspodo, 2007).

Konsumsi makanan nabati dengan fungsi fisiologis merupakan satu-satunya metoda dalam menghindari penyakit serius, dari pada suplemen terlebih lagi yang sintetik (Nishigaki & Waspodo, 2007). Fenomena masyarakat sekarang ini terhadap konsumsi pangan fungsional, pangan suplemen ataupun obat-obatan cenderung kembali ke alam (*back to nature*). Hal ini merupakan peluang besar bagi Buah Merah, untuk dikembangkan sebagai sumber antioksidan alami.

Pengembangan produk berbasis minyak buah merah misalnya menjadi produk granula instan, minuman emulsi, dan mikrokapsul, memungkinkan pengembangan produk olahan buah merah sebagai pangan fungsional menjadi lebih luas. Dimana produk tersebut dapat dikonsumsi langsung atau sebagai *ingredient* (bahan tambahan pangan) baik sebagai pewarna atau fortifikasi zat gizi (karoten dan tokoferol). Walaupun demikian, sebagaimana bahan pangan sumber antioksidan alami lainnya, kandungan aktif minyak buah merah sangat resisten terhadap kerusakan baik oleh pemanasan maupun oksidasi oleh udara dan sinar atau cahaya yang dapat terjadi baik selama pengolahan/ekstraksi maupun dalam penyimpanannya. Kerusakan tersebut dapat menurunkan aktivitas antioksidannya, bahkan dapat menjadi karsinogenik apabila dalam proses ekstraksinya dilakukan pemanasan yang berulang.

Kualitas minyak yang dihasilkan tidak saja dipengaruhi oleh pengolahan atau ekstraksi minyaknya saja, tetapi juga oleh kultivar, kondisi lingkungan tumbuh atau cara budidaya, serta cara panen dan penanganan pascapanen. Penanganan yang tidak optimal sejak panen sampai transportasi dan penjualan menyebabkan buah yang sampai ke konsumen tidak sesegar aslinya, telah mengalami penurunan bobot dan nilai gizi, bahkan kadang sudah berjamur. Kendala ini selain disebabkan oleh fasilitas yang kurang memadai, juga karena pengetahuan pelaku tataniaga yang

beragam mengenai karakteristik dan penanganan buah merah yang tepat.

Hal inilah yang sering dilupakan produsen sehingga kualitas minyak yang dihasilkan beragam. Karena itu pengendalian kualitas/mutu minyak yang tepat perlu menjadi perhatian melalui proses standarisasi sejak tahap persiapan buah (pemanenan dan pasca panen), proses pengolahan atau ekstraksi, pengemasan sampai distribusi pemasarannya.

Pada buku ini dijabarkan secara rinci cara untuk ekstraksi minyak buah merah, pengemasan dan penyimpanannya. Selain itu dibahas pula analisis finansial industri rumah tangga produksi minyak buah merah untuk menilai kelayakan usaha.

BAB II

BUAH MERAH
(*Pandanus conoideus* Lamk.)

Secara taksonomi buah merah tergolong dalam famili *Padanus*, dengan species *Pandanus conoideus*. Di beberapa daerah di Indonesia, buah ini juga dikenal dengan nama nama lokal yang berbeda, yaitu pandan seran (Maluku), saun (Seram), sihu (Halmahera), dan masyarakat Papua New Guinea lebih mengenalnya dengan sebutan marita (Pidgin).



Gambar 1. Pohon Buah merah dari 9 kultivar yang tumbuh alami maupun yang dibudidaya (Sarungallo *et al.*, 2019)

Tanaman buah merah secara alami dapat tumbuh hampir di seluruh tanah Papua, baik di dataran rendah maupun dataran tinggi (5-2300 m.dpl). Penyebaran tanaman buah merah meliputi daerah Jayapura, pegunungan Jayawijaya, Mimika, Merauke, daerah kepala burung meliputi Sorong, Manokwari dan Nabire, serta kepulauan Biak dan Serui, dengan keragaman jenis/kultivar yang tinggi.

Tanaman buah merah ini dapat dikelompokkan menjadi 4 kultivar berdasarkan warna, ukuran, dan bentuk buah, yaitu buah merah panjang, buah merah pendek, buah merah kecoklatan, dan buah kuning (Sadsoeitoeboen, 1999). Namun ada pula yang mengelompokkannya dalam 6 kultivar yaitu buah merah panjang, buah merah coklat, buah merah pendek, buah merah sedang, buah merah kuning panjang, dan buah merah kuning pendek (Limbongan & Uhi, 2005).

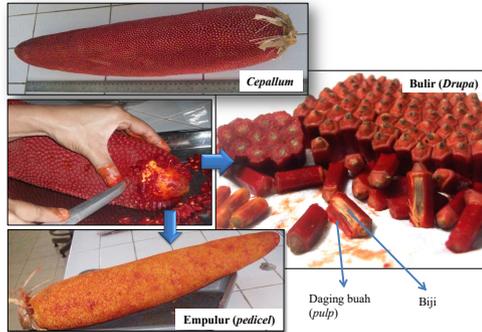
Jenis buah merah yang umum dibudidayakan masyarakat berbeda di setiap daerah, namun umumnya kultivar merah panjang, terutama karena lebih mudah dibudidaya, tahan penyakit, produktivitas tinggi, kadar minyak tinggi, serta berkhasiat. Seperti di Provinsi Papua ada 6 kultivar yaitu Maler, Mbarugum, Ibagaya, Kuanggo, Kenen, dan Muni (Limbongan & Uhi 2005). Di Distrik Minyambou Provinsi Papua Barat yaitu Hibcau, Hibbnggok, Hityom, dan Himbiak, sedangkan di Distrik Prafi Manokwari yaitu jenis Menja, Monsor, Monsrus, dan Memeri.

Buah merah tergolong tanaman musiman, namun dapat tersedia selama 6 bulan setelah mulai berbuah. Disamping itu setiap pohon buah merah akan menghasilkan buah dengan tingkat kematangan yang bertahap (tidak serempak) sehingga selama setahun dapat dilakukan pemanenan sebanyak 2 kali. Misalnya di daerah Manokwari panen dimulai bulan Maret-Agustus (panen pertama) dan Oktober-Desember (panen kedua). Sedangkan di Jayawijaya dan Sorong Selatan mengalami musim panen sekitar bulan Juni-Agustus (panen pertama) dan November-Januari (panen kedua). Oleh karena itu dapat tersedia sepanjang tahun.

Umumnya tanaman buah merah mulai berbuah pada umur 3-5 tahun, dan umur buah sampai panen 3-4 bulan, dengan jumlah buah per pohon berkisar antara 2-11 buah/pohon tergantung jumlah cabangnya. Buah merah keluar dari ketiak daun pada setiap cabang pohon dengan panjang tangkai perbuahan 38-44 cm, diameter $\pm 5,4$ cm dan keliling ± 17 cm (Sarungallo *et al.*, 2019).

Buah merah terdiri dari *chepallum* berbentuk tabung (silinder) berbentuk segitiga, berwarna kuning cerah hingga merah tua dengan ukuran panjang 20-80 cm, dan diameter 9,6-11 cm (keliling 30-34,5 cm); *pedicel* yaitu bagian tengah *chepallum* berwarna putih; serta tersusun oleh banyak buah tunggal (*drupa*). *Drupa* atau pipilan buah ini berbentuk segitiga memiliki perikarp (lapisan antara buah tunggal) yang berlemak

(daging buah/pulp) dengan warna kuning atau merah dengan panjang 1,1-2,0 cm yang melapisi biji (Sarungallo *et al.*, 2019). Bagian inilah yang akan diekstrak menghasilkan minyak buah merah (Gambar 2c).



Gambar 2. Buah utuh (*chepallum*), bagian tengah (empelur atau *pedicel*), bulir/pipilan (*drupa*)

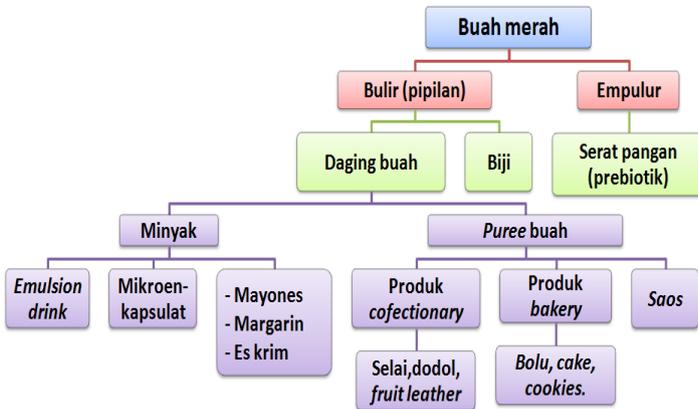
Keragaman kultivar buah merah yang tinggi dari berbagai daerah penyebaran juga mempengaruhi keragaman komposisi gizi buah merah. Kandungan air buah merah segar berkisar 40,8-52,7% (Murtiningrum dkk., 2012), sehingga apabila tidak disimpan pada kondisi dingin, dapat memicu terjadinya kerusakan oleh serangan jamur dan kerusakan kimia seperti hidrolisis dan oksidasi kandungan lemaknya (Roreng dkk., 2016). Murtingrum *et al.* (2012) melaporkan bahwa dari 16 jenis buah merah asal lima daerah penyebaran memiliki kisaran rata-rata per berat kering bahan, yaitu abu 2,03-3,50%, protein 3,12-6,48%, lemak 11,21-30,72%,

karbohidrat 43,86-79,66%, vitamin C 3,78- 21,88 mg/100g, vitamin B1 0,97-3,14 mg/100g, kalsium (Ca) 0,53-1,11%, besi (Fe) 8,32-123,03%, fosfor (P) 0,01-0,33%, total karoten 333-3.309 ppm, dan total tokoferol 964-11.918 ppm. Dijelaskan pula bahwa kadar lemak setiap kultivar buah merah juga bervariasi, sehingga mempengaruhi rendemen minyak dihasilkan.

Lemak merupakan komponen utama daging buah merah, sedangkan komponen aktifnya didominasi karotenoid yang merupakan pro-Vitamin A dan tokoferol sebagai pro-Vitamin E. Disamping itu, ekstrak buah merah juga memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi yang ditandai dengan tingginya kadar komponen fenol dan flavanoid, karotenoid dan tokoferol (Rohman *et al.*, 2010). Dengan demikian, buah merah berpotensi untuk diolah menjadi berbagai produk pangan fungsional. Pangan fungsional merupakan pangan yang secara alamiah maupun yang telah melalui proses pengolahan mengandung satu atau lebih komponen yang berdasarkan kajian-kajian ilmiah dianggap mempunyai fungsi fisiologis tertentu yang bermanfaat bagi kesehatan; disajikan dan dikonsumsi sebagaimana layaknya makanan atau minuman dan memiliki karakteristik sensori seperti penampakan, warna, tekstur atau konsistensi dan citarasa yang dapat diterima konsumen (BPOM, 2005).

Buah merah dengan kadar lemak tinggi baik untuk diekstrak minyaknya, sedangkan yang berkadar lemak rendah, umumnya lebih manis serta mengandung pasta

yang tinggi sehingga berpotensi untuk diolah menjadi berbagai produk pangan lain seperti selai, saos, dan dodol buah merah (Gambar 3).



Gambar 3. Bagian buah merah yang dimanfaatkan menjadi berbagai produk pangan

BAB III

MINYAK BUAH MERAH

Minyak buah merah diekstrak dari daging buahnya. Proses ekstraksi minyak buah merah di sentra buah merah umumnya dilakukan secara tradisional, dimana tahapan dalam prosesnya bervariasi antara satu daerah dengan daerah yang lainnya.

Di daerah Distrik Merdey Kabupaten Teluk Bintuni, Papua Barat, ekstraksi minyak buah merah dilakukan dengan merebus biji dengan perbandingan air dan buah 1:3 selama 30-40 menit, kemudian dilumatkan dan dimasukkan ke dalam karung plastik yang selanjutnya digantung sambil dipres, minyak yang dihasilkan ditampung, diendapkan, disaring dan dikemas. Sementara di daerah Wamena dilakukan dengan beberapa cara antara lain, 1). Perebusan biji buah merah dengan perbandingan air dan buah 2:1 selama 3-4 jam atau sampai minyak terekstrak sempurna, kemudian minyak yang dihasilkan dipanaskan kembali sehingga minyak dapat dipisahkan dari ampasnya; 2). Perebusan atau pengukusan biji buah merah kemudian dilakukan pemisahan biji dengan pasta, selanjutnya pasta dimasak 4-5 jam sampai minyak terekstrak sempurna. Minyak yang dihasilkan kemudian didiamkan dan dipanaskan kembali selama 2-3 menit.

Ekstraksi minyak buah merah secara tradisional tersebut umumnya merupakan cara basah (*wet*

rendering) yang memerlukan waktu proses cukup lama yaitu sekitar 5-30 jam sehingga sangat tidak efisien. Selain itu selama proses pemanasan dengan suhu tinggi dan waktu yang lama dapat memungkinkan terjadinya reaksi hidrolisis, oksidasi, dan polimerisasi lemak sehingga dapat merusak kualitas minyak buah merah yang dihasilkan.

Perbaikan metode ekstraksi basah cara tradisional telah dilakukan oleh Murtiningrum *et al.* (2005). Minyak buah merah diekstrak dengan yaitu bulir buah merah ditambahkan air dengan perbandingan buah dan air 1:2, dan direbus selama 20 menit. Selanjutnya dilakukan pemisahan biji dan daging buah dengan diaduk dan disaring, sehingga dihasilkan pasta daging buah. Pasta daging buah tersebut dimasak selama ± 1 jam sampai minyak terekstrak sempurna. Minyak yang dihasilkan, disentrifugasi (1000 rpm, 10 menit), disaring, dan dikemas dalam botol gelap (Sarungallo *et al.*, 2014).

Selain itu, telah pula dilakukan perbaikan ekstraksi minyak buah merah cara tradisional dengan cara pengukusan dalam waktu yang lebih singkat (± 15 -20 menit), kemudian dilanjutkan dengan proses pengempaan (di-pres). Metode ekstraksi minyak dengan cara ini tergolong ekstraksi kering. Metode ini diawali dengan pemanasan pipilan buah merah menggunakan autoklaf (alat kukus bertekanan) pada suhu 120°C selama 20 menit, kemudian dikempa secara hidrolik (tekanan ± 4000 psi), minyak yang

dihasilkan selanjutnya disentrifus. Metode ini dapat meningkatkan kadar karoten dan tokoferol, serta menurunkan kadar asam lemak bebas (ALB) minyak (Sarungallo *et al.*, 2014).

Pengaruh proses ekstraksi terhadap kualitas minyak buah merah

Cara ekstraksi minyak sangat mempengaruhi kualitas minyak buah merah yang dihasilkan, selain dipengaruhi oleh tingkat kematangan dan kesegaran buahnya. Seperti buah kelapa sawit, dimana jika pada buah merah terdapat luka, retak atau terjadi kerontokan bulir akan memicu terjadinya hidrolisis minyak atau lemak oleh enzim lipase menghasilkan ALB. Disamping itu tingginya kadar asam lemak tidak jenuh buah merah memicu terjadinya reaksi oksidasi, yang dapat mendegradasi komponen aktifnya. Kerusakan buah ini akan meningkatkan kadar ALB dan menurunkan kualitas minyak buah merah yang akan dihasilkan sehingga mempengaruhi cita rasa dari produk yang dihasilkan. Dengan demikian, buah merah setelah panen harus mendapatkan penanganan pascapanen yang tepat sebelum diekstrak minyaknya untuk menghasilkan produk berkualitas (Sarungallo *et al.*, 2013).

Ekstraksi minyak buah merah cara basah, yang diawali dengan pemasakan pipilan buah merah dan dilanjutkan pemisahan biji dan daging buah, kemudian pemasakan pasta buah merah dengan kondisi tersedianya air pada suhu tinggi dengan waktu yang

tidak terkontrol dapat memicu terjadinya hidrolisis minyak, dimana asam lemak akan terurai menjadi ALB dan gliserol. Disamping itu selama proses pemasakan tersebut dilakukan pada kondisi terbuka sehingga terpapar dengan udara dan memungkinkan terjadinya oksidasi lemak, yang pada akhirnya akan meningkatkan bilangan peroksida, serta degradasi komponen aktif (karoten dan tokoferol) minyak buah merah (Sarungallo *et al.*, 2014). Oleh karena itu, ekstraksi minyak buah merah sangat disarankan menggunakan cara kering,

Karotenoid sebagai komponen aktif utama dalam minyak buah merah bersifat sangat sensitif terhadap oksigen, cahaya, suhu dan keasaman karena memiliki struktur dengan sistem ikatan rangkap terkonyugasi sehingga mengandung banyak elektron reaktif dan mudah teroksidasi. Reaksi oksidasi dipercepat oleh radikal dan peroksida yang terjadi dalam produk pangan sebagai hasil oksidasi lemak, khususnya jika terdapat katalis logam seperti tembaga, besi, dan magnesium (Winarno, 2008). Disamping itu, komponen karoten dan tokoferol alami minyak buah merah dapat bereaksi dengan asam lemak bebas yang terbentuk pada reaksi hidrolisis sehingga kadarnya menurun selama proses ekstraksi (Sarungallo *et al.*, 2014). Karoten dan tokoferol berperan pula sebagai antioksidan bagi asam lemak tidak jenuh dalam minyak buah merah, sehingga akan teroksidasi lebih dahulu. Dengan demikian baik reaksi hidrolisis dan oksidasi dapat menurunkan aktivitas antioksidan minyak buah merah.

Oleh karena perbaikan teknik pengolahan melalui dengan aplikasi suhu dan waktu pemasakan buah merah yang tepat sangat diperlukan untuk meminimalisasi kerusakan minyak. Pengawasan proses pengolahan terutama terhadap suhu dan waktu ekstraksi sangat penting dalam menjaga kualitas minyak buah merah, dimana selama ini kedua faktor tersebut belum menjadi perhatian bagi produsen atau pengusaha minyak buah merah yang ada di Papua.

Pengaruh pengemasan dan penyimpanan terhadap kualitas minyak buah merah

Kualitas minyak buah merah setelah proses ekstraksi akan terus mengalami perubahan seiring dengan waktu penyimpanan, karena kadar asam lemak tidak jenuhnya yang tinggi akan sangat mudah teroksidasi jika kontak dengan udara. Reaksi ini dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan aroma (tengik) dan penurunan nilai gizi minyak buah merah. Proses oksidasi minyak ini dapat dipercepat oleh adanya cahaya, panas, peroksida lemak, logam berat dan enzim lipoksidase (. Oleh karena itu minyak buah merah harus segera dikemas setelah proses ekstraksi dan disimpan pada suhu penyimpanan yang tepat.

Pengemasan minyak dan lemak bertujuan untuk memelihara *acceptability* bahan pangan (warna, rasa, tekstur, aroma) serta menghambat terjadinya kerusakan nilai gizi yang terjadi selama proses transportasi, distribusi dan penyimpanan. Penggunaan kemasan dan suhu penyimpanan merupakan salah satu

titik kritis yang mempengaruhi kualitas minyak dalam pasca pengolahan minyak buah merah.

Mengingat komponen aktif minyak buah merah sangat peka terhadap oksidasi maka penentuan jenis kemasan merupakan hal yang penting. Bahan kemasan yang umum digunakan untuk mengemas lemak atau minyak adalah botol. Botol yang digunakan sebagai kemasan sebaiknya botol berwarna gelap atau hijau yang mempunyai sifat menyerap sinar. Sinar yang menembus bahan pembungkus adalah sinar dengan gelombang panjang yang mengandung energi lebih rendah, sehingga peran cahaya sebagai katalis pada proses oksidasi lemak semakin berkurang.

Minyak buah merah komersil yang dikemas dengan botol plastik bening memiliki kandungan ALB paling tinggi sebesar 23.6% (Sarungallo *et al.*, 2009). Botol plastik bening memiliki permeabilitas oksigen yang cukup baik, namun masih memungkinkan terjadinya oksidasi minyak oleh oksigen dan cahaya. Disamping itu diduga suhu penyimpanan minyak buah merah komersil tersebut tidak terkontrol (berfluktuasi) selama distribusi dan penjualan sehingga memungkinkan reaksi oksidasi lemak meningkat menghasilkan senyawa peroksida dan selanjutnya akan terurai menghasilkan ALB.

Baik produsen (industri rumah tangga) atau petani yang menjual hasil ekstraksi minyak buah merah secara langsung di tempat produksi atau di pasar tradisional, umumnya minyak buah merah dikemas dalam bentuk kemasan jerigen ukuran 5 liter, botol plastik ukuran 600 ml dan 1,5 liter, serta botol gelas

ukuran 130-150 ml. Salah satu kelemahan produksi minyak buah merah tersebut adalah penggunaan kemasan jerigen bekas minyak goreng, sedangkan untuk botol gelas ukuran 120 ml menggunakan bekas minuman penyegar sehingga dapat mempengaruhi kualitas dan masa simpan produk. Produk ekstrak buah merah komersil juga dapat diperoleh di apotik dalam kemasan botol gelas dan plastik, baik berwarna maupun bening (Gambar 4).



Gambar 4. Kemasan minyak buah merah di pasaran berupa botol: (a) plastik bening; (b) gelas/kaca coklat/gelap; dan (c) plastik buram

Kualitas minyak buah merah

Penentuan kualitas minyak nabati dapat didasarkan pada pengujian sifat fisikokimianya, selain untuk mengidentifikasi jenis dan kemurniannya. Sifat fisikokimia minyak dalam menentukan kualitas minyak makan antara lain meliputi bau, rasa dan warna, kadar air, asam lemak bebas (ALB), ketengikan (bilangan peroksida), derajat kejenuhan (bilangan iod) dan bilangan penyabunan (Tabel 1).

Standar kualitas minyak buah merah yang dikeluarkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) belum ada, namun dapat menggunakan beberapa

parameter penting seperti sifat fisikokimianya, kadar karoten dan tokoferol untuk penentuan kualitas/mutu minyak buah merah. Kajian mengenai standar kualitas minyak buah merah telah dilaporkan Aprianita *et al.* (2008) seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas minyak buah merah* dan standar kualitas minyak goreng**

Parameter Kualitas	Minyak Buah Merah*	Minyak Goreng**
Bau dan Rasa	-	Normal
Warna	-	Muda jernih
Kadar Air	0.22-0.74%	Max 0.3%
Asam Lemak Bebas (ALB)	0.17-0.29%	Max 0.3%
Bilangan Peroksida	0-1.94 meq/kg	Max 2 meq/Kg
Bilangan Penyabunan	221-230	196-206
Bilangan Iod	74.9-78.3 g Iod/100 g	45-46
Asam Lemak : asam oleat	40.9-75.3%	-
asam linoleat	5.20-10.3%	-
asam palmitoleat	0.78-1.58%	-
asam palmitat	15.9-20.15%	-
asam lemak jenuh trans	Tidak boleh ada	-
Komponen aktif:		
Total karotenoid	9963-12374 mg/kg	-
β-karoten	20-62 mg/kg	-
α-tokoferol	16-254 mg/kg	-

Keterangan (-) : tidak ada data

*Aprianita *et al.* (2008)

** SNI (1995)

BAB IV

EKSTRAKSI MINYAK BUAH MERAH

Kualitas buah merah menjadi sangat penting karena berkaitan dengan kuantitas dan kualitas senyawa aktif yang terkandung di dalam buah. Parameter kualitas buah merah yang penting antara lain kesegaran dan tingkat kematangan buah. Kedua parameter ini akan mempengaruhi kadar lemak dan kadar asam lemak bebas; serta kandungan karotenoid dan tokoferol.

Buah merah yang digunakan adalah buah segar yang dipanen pada tingkat kematangan optimal yang ditandai dengan bulir buah telah berisi penuh (bernas), berwarna merah tua, daun seludang terbuka dan 50% telah mengering seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5 (Santoso *et al.*, 2011). Menurut Sarungallo *et al.* (2016), kadar komponen aktif makin tinggi dengan semakin matangnya buah yang ditandai dengan warna buah yang semakin merah tua atau gelap, namun jika buah dipanen pada fase lewat matang maka kadar ALB meningkat sehingga kualitas minyak menurun. Tingginya kadar ALB hasil hidrolisis dapat mempersingkat umur simpan minyak karena memicu reaksi oksidasi minyak.

Buah merah dapat diperam pada suhu kamar paling lama 2 hari sebelum diekstrak. Pemeraman ini ditujukan untuk melunakkan jaringan daging buah sehingga proses pelunakan daging buah selama

pengukusan berlangsung efektif. Pemeraman lebih dari 2 hari dapat meningkatkan kadar ALB minyak yang dihasilkan, dan buah diserang jamur sehingga menurunkan kualitas minyak (Murtiningrum *et al.*, 2013).



Gambar 5. Posisi Buah di Pohon pada Berbagai Fase Perkembangan Buah Merah (Santoso *et al.*, 2011).

Peralatan yang digunakan dalam ekstraksi minyak buah merah antara lain panci pengukus bertekanan atau otoklaf atau panci presto (yang memiliki kukusan), kompor, sendok kayu, alat pengempa (kempa hidrolis), alat sentrifugasi, tabung sentrifugasi, timbangan dan botol kemasan berwarna gelap.

Tahapan cara ekstraksi kering minyak buah merah secara umum disajikan pada Gambar 11.

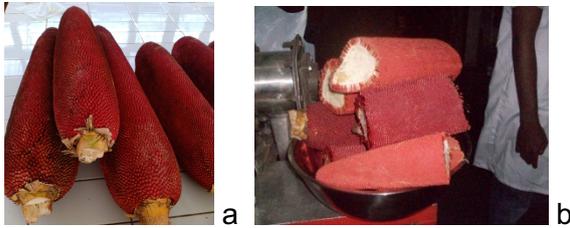
1. Sortasi, Pembersihan dan Pencucian Buah

Tahap awal proses ekstraksi buah adalah sortasi. Sortasi dilakukan untuk memilih buah yang sesuai dengan kriteria yang ditetapkan, yaitu buah matang optimal sesuai kriteria tingkat kematangan, tidak busuk dan tidak terserang hama (Santoso *et al.*, 2011). Jika ada buah yang terserang hama atau berjamur sebaiknya diekstrak terpisah, agar tidak mengkontaminasi buah yang baik.

Setelah proses sortasi, buah merah dicuci menggunakan air bersih. Pencucian menggunakan air mengalir lebih baik dan tidak mengandung kaporit. Kotoran berupa pasir, ranting atau daun kering yang menempel pada buah utuh dibersihkan menggunakan sikat halus. Tidak disarankan menggunakan sikat yang kasar karena dapat merusak daging buahnya. Selanjutnya buah dikering anginkan sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya.

2. Pengecilan ukuran buah merah.

Ukuran buah merah utuh (*chepallum*) bervariasi tergantung jenis, umumnya berkisar 20-80 cm. Setelah proses pencucian buah merah dilakukan pengecilan ukuran sehingga buah dapat masuk dalam alat kukusan (Gambar 6b). Pengecilan ukuran ini juga bertujuan agar proses penetrasi panas selama pengukusan dapat maksimal ke seluruh bagian buah merah.



Gambar 6. Buah segar dan proses pengecilan ukuran

3. Pengukusan buah merah

Pengukusan dilakukan menggunakan suhu tinggi bertekanan dimaksudkan selain untuk inaktivasi enzim (lipase), juga untuk pelunakan jaringan dan denaturasi protein sehingga merusak dinding sel dan minyak dapat keluar dari sel melalui proses pengempaan pada tekanan tertentu (Sarungallo *et al.*, 2020). Penggunaan suhu tinggi bertekanan perlu menggunakan alat kukus bertekanan, agar suhu dan lama waktu prosesnya terkendali, sehingga menjamin kualitas minyak yang dihasilkan.

Potongan buah merah dikukus menggunakan alat kukus tekanan uap (otoklaf) sampai mencapai suhu 120 °C (tekanan 14.9 Psi), dan kemudian dipertahankan selama 20 menit (Gambar 7). Pemanasan dihentikan dengan membuka katup otoklaf dan mematikan sumber panasnya, dan kemudian buah merah dikeluarkan dari otoklaf, didinginkan dan pemisahan bulir dan empulur (pempipilan).

Apabila alat otoklaf tidak tersedia, dapat menggunakan panci kukus yang umum digunakan untuk mengukus. Proses pengukusan dihentikan jika

daging buah sudah cukup lunak untuk dikempa, atau lebih kurang 30-60 menit, tergantung ukuran buah.



Gambar 7. Potongan buah merah dikukus, didinginkan lalu dilakukan pemisahan bulir dari empulur

4. Pengempaan pipilan buah merah

Pengempaan pipilan buah merah dimaksud untuk mengekstrak minyak dalam daging buah pada bulir menggunakan alat kempa hidrolis (*hydraulic press*).

Pipilan buah merah yang telah dikukus kemudian dimasukkan dalam wadah kempa yang berlubang yang telah dilapisi dengan kain saring (kain blacu). Selanjutnya wadah tersebut dipasang pada alat kempa hidrolis (*hydraulic press*), dan dilakukan pengempaan dengan cara mendorong tuas dongkrak alat kempa ke bawah. Proses ini dilakukan selama lebih kurang 5-10 menit, dan minyak buah merah kasar yang terekstrak akan keluar dari sela-sela saringan wadah dan selanjutnya ditampung (Gambar 8).

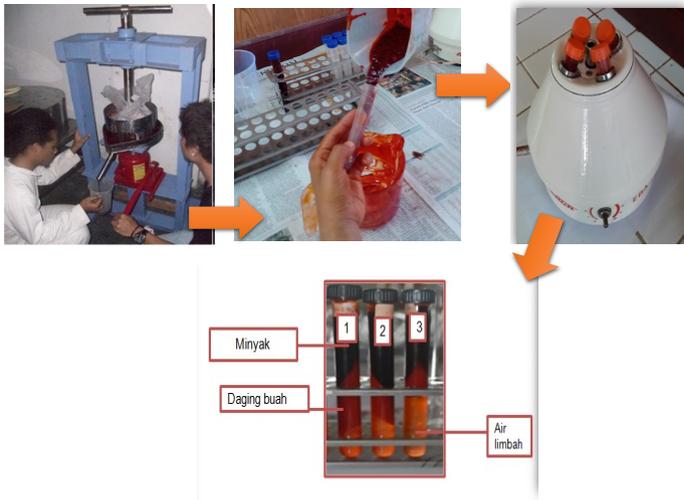


Gambar 8. Proses pengempaan minyak buah merah menggunakan alat kempa hidrolik (*hydraulic press*)

5. Sentrifugasi

Minyak yang terekstrak merupakan ekstrak kasar, yaitu campuran minyak, air (limbah cair) dan ampas daging buah (limbah padat). Pemisahan minyak buah merah dari komponen air dan ampas dilakukan menggunakan alat sentrifugasi untuk mempercepat proses. Proses sentrifugasi dilakukan pada kecepatan putar 1000-3000 rpm selama 5-10 menit.

Setelah proses sentrifugasi, minyak akan terpisah di bagian atas, sedangkan ampas dan limbah cair berada di bagian bawah. Selanjutnya minyak yang berada di bagian atas tersebut dapat dituang pada wadah penampungan secara perlahan agar tidak tercampur dengan komponen lainnya (Gambar 9).



Gambar 9. Pemisahan minyak, air dan ampas padat menggunakan alat sentrifugasi

6. Pengemasan minyak

Pengemasan bertujuan untuk memudahkan, melindungi dan memperpanjang umur simpan produk yang dikemas karena dapat menghambat kerusakan nilai gizi produk selama proses penyimpanan dan distribusi. Selain itu, dengan pengemasan dapat memberikan informasi tentang produk tersebut, serta meningkatkan penampilan dan daya tarik.

Komponen aktif minyak buah merah sangat peka terhadap oksidasi sehingga harus segera dikemas setelah proses ekstraksi. Kemasan sebaiknya menggunakan botol kaca atau plastik buram, atau kemasan yang berwarna gelap (coklat/hijau) karena bersifat menyerap sinar, sehingga sinar yang

menembus kemasan adalah sinar dengan gelombang panjang yang mengandung energi lebih rendah. Hal ini dapat mencegah peran cahaya sebagai katalis pada proses oksidasi lemak dan akhirnya kualitas minyak akan tetap baik.



Gambar 10. Pembotolan minyak buah merah kemasan botol dan plastik buram ukuran 125 ml

Pengemasan menggunakan botol gelas dilakukan dengan cara memasukkan minyak ke dalam botol yang telah disterilkan (dengan cara direbus selama ± 15 menit dan dikeringkan). Selanjutnya botol ditutup rapat, dan disimpan pada suhu ruang di bawah 30°C (Gambar 10). Ukuran botol disesuaikan dengan tujuan penjualan, namun umumnya berkisar 130-500 ml per botol.

Proses terakhir adalah menempelkan label pada bagian luar kemasan. Pelabelan ini bertujuan untuk:

- Memberikan kemudahan dalam mengidentifikasi produk yang dikemas, seperti jenis dan kuantitasnya (berat)
- Memberikan informasi tentang merek dagang dan kualitasnya

- Menarik perhatian pembeli
- Memberikan keterangan pada pembeli tentang cara menggunakan produk yang dikemas

Pada “Label Produk” tersebut harus mencantumkan:

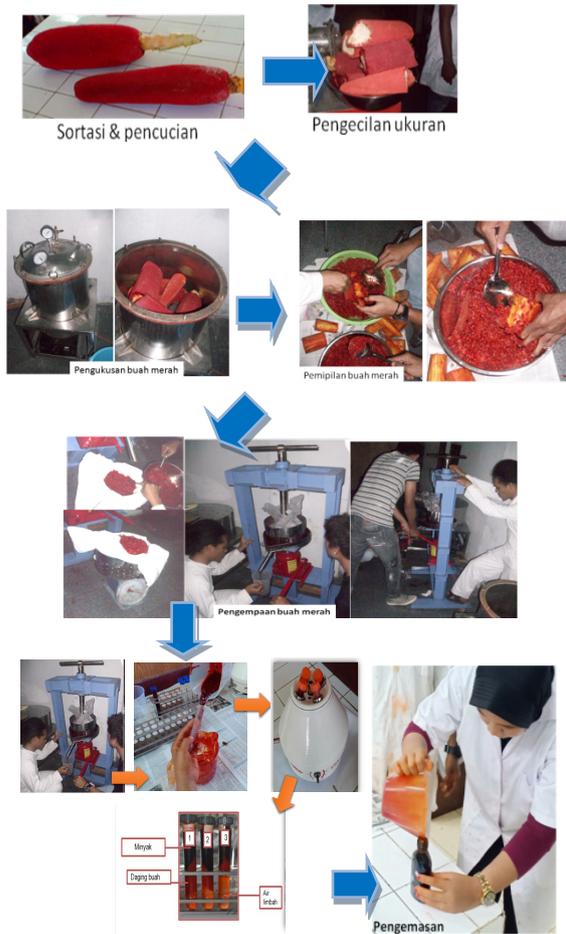
- Nama produk
- Identifikasi asal produk (Nama dan alamat produsen)
- Kuantitas isi
- Kandungan isi (bahan penyusun)
- Informasi/Komposisi zat gizi produk
- Ijin depkes atau instansi terkait
- Waktu kadaluarsa
- Sertifikasi “halal”
- Cara membuka dan menggunakan/mengolah isinya
- Tanda-tanda kualitas lainnya, seperti: tanpa zat perwarna, tanpa zat pengawet, tidak mengandung kolesterol, terbuat dari bahan organik, efek kesehatan/fungsional, dsb.

Penyimpanan Minyak Buah Merah

Kondisi penyimpanan minyak sangat ditentukan oleh jenis dan karakteristik fisikokimia minyak tersebut. Setiap jenis minyak memiliki derajat ketidakjenuhan yang berbeda dan tingkat kandungan antioksidan alami tertentu. Makin tinggi derajat ketidakjenuhan minyak maka makin peka terhadap kerusakan oksidatif. Adanya komponen antioksidan pada Minyak Buah Merah seperti karotenoid dan tokoferol, dapat memperpanjang masa simpan minyaknya.

Beberapa cara untuk mempertahankan mutu minyak buah merah selama penyimpanan dan transportasi antara lain (1) meminimalkan kontak dengan udara, (2) menghindari kadar air yang berlebihan (tidak lembab), (3) menghindari kontak dengan pro-oksidan dan meminimalkan kadar pro-oksidan di dalam minyak, (4) menyimpan minyak dalam kondisi gelap atau terhindar dari paparan sinar matahari, (5) mengupayakan penyimpanan minyak dalam waktu dan suhu seminimal mungkin, dan (6) menghindari pengadukan yang tidak perlu. Karakteristik minyak yang lain yaitu sangat mudah menyerap bau, sehingga dalam penyimpanannya tidak dapat digabung dengan bahan makanan lain yang berbau tajam, seperti terasi, kopi dan ikan asin.

Ekstraksi Minyak Buah Merah



Gambar 11. Tahapan ekstraksi minyak Buah Merah

BAB V

**BISNIS PLAN USAHA
MINYAK BUAH MERAH**

Perencanaan bisnis perlu disusun secara sistematis dan terpadu melalui rangkaian proses kegiatan agar tujuan usaha dapat tercapai. Perencanaan bisnis (*bisnis plan*) merupakan alat bantu dalam kebijakan perusahaan; yang bertujuan agar kegiatan bisnis yang akan dilaksanakan maupun sedang berjalan tetap berada di jalur yang benar sesuai dengan yang direncanakan (Rangkuti, 2005). Dengan demikian dapat mengurangi resiko kegagalan dalam menjalankan suatu rencana bisnis.

Usaha ekstraksi minyak buah merah sudah lama dikembangkan dan banyak diusahakan di masyarakat namun masih pada skala rumah tangga. Metode ekstraksi yang dipakai adalah metode basah melalui proses perebusan dengan suhu tinggi dalam waktu yang cukup lama, sehingga kandungan asam lemak bebas dan angka peroksidanya tergolong tinggi (melebihi standar minyak goreng). Untuk mengatasi masalah tersebut, saat ini telah dikembangkan metode produksi minyak buah merah dengan cara ekstraksi kering (Sarungallo *et al.*, 2014). Cara ini dapat menurunkan asam lemak bebas dan peroksida karena proses pengukusan buah merahnya dilakukan dalam keadaan tertutup dan dalam waktunya singkat (± 15 menit).

Oleh karena itu metode ini merupakan cara yang baru maka perlu disusun bisnis plan usahanya sebagai acuan bagi produsen yang akan mengembangkan usaha produksi minyak buah merah dengan metode ekstraksi kering ini. Diharapkan dengan analisis *bisnis plan* ini, mendorong produsen minyak buah merah untuk mengelola usaha ekstraksi minyak buah merah dengan cara ekstraksi kering secara baik dan dapat menjadi alternatif sumber penghasilan keluarga.

Tahapan dalam penyusunan *bisnis plan* proses ekstraksi minyak buah merah ini meliputi analisis SWOT (kekuatan/pejuang usaha produk; dan ancaman usaha (pesaing usaha); pemasaran; dan analisis finansial.

1. Analisis SWOT usaha

a. Kekuatan/pejuang usaha minyak buah merah

- Kekuatan dari usaha ekstraksi kering minyak buah merah ini adalah produk inovasi berbasis buah merah (*P. conoideus.*), yang merupakan komoditi lokal (endemik) Papua yang bahan bakunya hanya terdapat di Papua dan Papua Barat.
- Metode ekstraksi kering ini dapat menghasilkan kualitas minyak buah merah yang lebih baik.
- Sasaran pengembangan produk minyak buah merah ini adalah menghasilkan minyak buah merah yang berkualitas dan kaya antoksidan, yang berdaya saing tinggi.

- Beragam produk turunan yang dihasilkan dari minyak dan pasta buah merah.
- Banyaknya permintaan minyak buah merah baik di pasar domestik dan pasar di luar negeri (ekspor).

b. Ancaman usaha minyak buah merah

Ancaman usaha minyak buah merah ini adalah keberlanjutan ketersediaan bahan baku buah merah. Hal ini disebabkan karena bahan baku buah ini memiliki musim berbuah yang tidak pasti sepanjang tahun. Sementara itu, lokasi budidaya atau sentra buah merah berlokasi di luar kota Manokwari. Hal ini akan berimbas pada kontinuitas produksi.

c. Analisa pesaing usaha minyak buah merah

Minyak buah merah sudah lama dikenal masyarakat dan telah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Keadaan ini mendorong berkembangnya produsen minyak buah yang tersebar di seluruh sentra produksi buah merah di Papua. Skala usaha yang dikembangkan mulai dari skala rumah tangga hingga skala menengah. Hal ini merupakan pesaing dalam memasarkan minyak buah merah. Namun dengan asumsi kualitas bahan baku dan cara ekstraksi yang digunakan berbeda dengan produk minyak buah merah yang sudah ada di pasaran, maka produk minyak BM yang

diproduksi dapat diterima oleh pembeli dan dapat memasuki pasar.

2. Pemasaran Minyak Buah Merah

Strategi pemasaran produk minyak buah:

- Dijual secara langsung di tempat usaha dan industri bidang pangan dan kosmetik.
- Penjajagan pasar di luar negeri.
- *E-Commerce* meliputi marketplace (seperti Tokopedia dan Bukalapak), dan media sosial (Facebook, Instagram, WhatsApp, dan Line).
- Pameran dan promosi di setiap kesempatan yang diadakan baik dari perusahaan, tingkat universitas maupun yang diselenggarakan oleh pemerintah. Pameran dan promosi dilakukan agar masyarakat lebih mengetahui produk minyak buah merah dan untuk menjalin kerjasama antara produsen dan konsumen.
- Bekerjasama dengan dinas koperasi dan industri, dan bergabung dengan pusat layanan usaha terpadu (PLUT) Provinsi Papua Barat, untuk mendapat pendampingan dan informasi terkait mutu dan perluasan akses pasar.

3. Analisa Finansial

Biaya yang dikeluarkan selama proses produksi dan pemasaran dihitung untuk menentukan harga jual produk dengan lebih baik. Berikut contoh perhitungan biaya ekstraksi minyak buah merah selama proses produksi.

Biaya Variabel (BV)

Nama Barang	Total (Rp)
Buah merah 40 bh (3kg/bh) @ Rp.25.000,-	1.000.000
Plastik wrapping	50.000
Botol kemasan minyak buah merah 50 @Rp.5000,-	225.000
Minyak tanah 10 liter @Rp. 20.000	200.000
Biaya ekstraksi cara kering minyak buah merah @Rp. 300.000/paket, 4 paket	1.200.000
Total BV	2.475.000

*Asumsi 1 buah menghasilkan 250g MBM (40 buah: 120 kg)

Biaya Tetap (BT)

Nama Barang	Total (Rp)
Alat press 1	2.000.000
Autoclave (panic presto)	850.000
Kompom besar 2 bh@Rp.250.000	500.000
Panci besar 2@Rp.300.000	600.000
Sentrifuse 2@Rp.2.000.000	3.000.000
Mixer 2@Rp.450.000	900.000
Gelas ukur 5@Rp.10.000	50.000
Tabung plastik sentrifuse 1 pak	150.000
Timbangan digital crisbrow 1	500.000
Pengaduk (sutil 1@Rp.17.000; sudip 2@Rp.35.000	87.000
Baskom plastik 3@Rp.32.000	96.000
Pisau 2@Rp.15.000	30.000
Mug elektrik pemanas air	500.000
Total BT	9.263.000

Biaya Pembantu (untuk 1 botol minyak BM)

Nama Barang	Jumlah	Harga/Satuan (Rp)	Total (Rp)
Botol Plastik	1 buah	5.000,00	5.000,00
Stiker kemasan	1 buah	1.000,00	1.000,00
Total Biaya BP			6.000,00

Biaya Overhead Produksi (OHP)

Biaya OHP (listrik, tenaga kerja, dan iklan) ditetapkan 10% dari total biaya produksi (BV + BT).

Semua komponen biaya tetap diasumsikan mempunyai umur ekonomis selama 5 tahun. Dengan demikian, besaran biaya tetap satu kali produksi adalah:

- 5 tahun = 60 bulan
- 1 bulan 4 kali produksi.

Maka besarnya Biaya Tetap (BT) dalam sebulan:
= Rp. 9.263.000 : 60
= Rp. 154.383,-

Jika diasumsikan sebulan berproduksi 4 kali, maka besarnya Biaya Tetap (BT) untuk satu kali proses produksi adalah:

= Rp. 154.383 : 4
= Rp. 38.596,-

Total Biaya Produksi (BP) untuk satu kali produksi:

BP = BV + BT
= Rp. 2.475.000 + Rp. 38.596
= Rp. 2.513.596

Biaya Overhead Produksi (OHP) = 10% x BP

$$\begin{aligned}\text{Biaya OHP} &= 10\% \times \text{Rp. } 2.513.586,- \\ &= \text{Rp. } 251.358\end{aligned}$$

Total biaya (TB) untuk satu kali produksi:

$$\begin{aligned}\text{TB} &= \text{BP} + \text{Biaya OHP} \\ &= \text{Rp } 2. 513.596+ \text{Rp } 251.358 \\ &= \text{Rp } 2.764.954\end{aligned}$$

Satu kali proses produksi (per minggu 10 buah) menghasilkan 3 kg minyak Buah Merah, dengan berat perkemasannya sebanyak 150 g/botol. Jadi minyak yang dihasilkan dalam satu kali proses produksi sebanyak 20 botol (per minggu). Dengan demikian, biaya produksi untuk 1 botol adalah:

$$\begin{aligned}\text{BP 1 botol minyak buah merah} &= \text{TB} : 20 \\ &= \text{Rp. } 2.764.954 : 20 \\ &= \text{Rp. } 138.248\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga jual} &= \text{Rp. } 138.248 + (100\% \times \text{Rp. } 138.248) \\ &= \text{Rp. } 276.495,-\end{aligned}$$

Sehingga harga jual 1 botol minyak buah merah adalah Rp. 276.495,-

$$\begin{aligned}\text{Keuntungan tiap kemasan} &= \text{Rp. } 276.954 - \text{Rp. } 138.248 \\ &= \text{Rp. } 138.248\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keuntungan perbulan (4 kali produksi)} &= 20 \times \text{Rp. } 138. 248 \times 4 \\ &= \text{Rp } 11.059.840\end{aligned}$$

Catatan:

Dalam satu kali proses produksi (per minggu) menghasilkan 3 kg minyak Buah merah dan dikemas dalam 20 kemasan botol, dan tiap kemasan berisi 150 gram.

Dalam satu kali proses produksi, modal awal sebesar Rp. 2.475.000, sudah dapat kembali modal dan menerima keuntungan bersih sebesar Rp. 11.059.840 – Rp. 9.263.000 = Rp. 1.795.840,-

BAB V

DAFTAR PUSTAKA

- Apranita N, Pohan HG, Wijaya H, Rohima. 2009. Kajian Teknis Standar Minyak Buah Merah. www.bbia.go.id/bbia/php/?Page=.../cp/ae/f/ditail-al.phpdanid=11. [6 Februari 2009].
- BPOM RI (Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia). 2005. Peraturan Kepala Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK 00.05.52.0685 tentang Ketentuan Pokok Pengawasan Pangan Fungsional. BPOM RI. Jakarta:
- Limbongan J, Malik A. 2009. Peluang Pengembangan Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk) di Provinsi Papua. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(4):134-141.
- Murtiningrum, M.K. Roreng, Z.L. Sarungallo, A. Jading, M. Watofa. 2013. Pengaruh perbedaan jenis kemasan plastik pada beberapa suhu penyimpanan terhadap umur simpan *drupa* buah merah (*Pandanus conoideus* L) dan kualitas minyaknya. Prosiding Seminar Nasional Perhimpinan Ahli Pangan Indonesia (PATPI), Jember, 26-29 Agustus 2013. Bidang Rekayasa dan Bioteknologi Pangan bagian 1, h. 287-295.
- Murtiningrum, S. Ketaren, Suprihatin dan Kaseno. 2005. Ekstraksi Minyak dengan Metode Wet Rendering dari Buah Merah (*Pandanus conoideus* L). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15 (1) : 28-33.
- Murtiningrum, Sarungallo ZL, Mawikere NL. 2012. The exploration and diversity of red fruit (*Pandanus conoideus* L.) from Papua based on its physical characteristics and chemical composition. *Biodiversitas*, 12(3):124-129.
- Nishigaki T, Waspodo I. 2007. Khasiat Buah Merah Sebuah Kajian di Jepang, Rahasia Senyawa Anti Kanker β -Cryptoxanthin. CV. Cindy Printing. Jakarta.
- Rangkuti, F. 2015. Business Plan: Teknik Membuat Perencanaan Bisnis dan Analisis Kasus. Gramedia Pustaka utama. Jakarta.

- Rohman A, Riyanto S, Yuniarti N, Saputra WR, Utami R, Mulatsih W. 2010. Antioxidant activity, total phenolic, total flavanoid of extracts and fractions of red fruit (*Pandanus conoideus* Lam). International Food Research Journal 17: 97-106.
- Roreng Roreng, M.K, Sarungallo, Z.L, Murtiningrum, Santoso, B & Latumahina, R.M.M. (2016). Mutu Mikrobiologis *Drupa* Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk.) Pada Berbagai Jenis Kemasan Selama Penyimpanan. Jurnal Agrotek, 10 (2),92-98.
- Sadsoeiteboen MJ. 1999. *Pandanaceae*: Aspek Botani dan Etnobotani dalam Kehidupan Suku Arfak di Irian Jaya. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Santoso B, Murtiningrum, dan Sarungallo ZL. 2011. Morfologi Buah Selama Tahap Perkembangan Buah Merah (*Pandanus conoideus*). Agrotek 2(6):23-29.
- Sarungallo ZL, Murtiningrum, Paiki SNP. 2009. Sifat Fisikokimia Minyak Kasar dan Hasil *Degumming* dari Buah Merah (*Pandanus conoideus* L.) yang diekstrak secara Tradisional Merdey. *Jurnal Agrotek* 1(6): 9-15.
- Sarungallo, Z. L., P. Hariyadi, N. Andarwulan, dan E. H. Purnomo. 2014. Pengaruh metode ekstraksi terhadap mutu kimia dan komposisi asam lemak minyak buah merah (*Pandanus conoideus*). *Teknologi Industri Pertanian* 24(3): 209-217
- Sarungallo, Z. L., Murtiningrum, Santoso. B., Roreng, M. K., & Latumahina, R. M. M. 2016. Nutrien content of three clones of red fruid (*Pandanus conoideus*) during the maturity development. *Internasional Food Research Journal* 23(3): 1217-1225.
- Sarungallo, Z.L., Hariyadi, P., Andarwulan, N. and Purnomo, E. H. 2015a. Analysis of α -cryptoxanthin, β -cryptoxanthin, α – carotene, and β -carotene of *Pandanus conoideus* oil by high-performance liquid chromatography (HPLC). *Procedia Food Science* 3: 231-243.
- Sarungallo, Z.L., Hariyadi, P., Andarwulan, N. and Purnomo, E. H. 2015b. Characterization of chemical properties, lipid profile, total phenol and tocopherol content of oils extracted from nine clones of red fruit (*Pandanus conoideus*). *Kasetsart Journal (Nature Science)* 49: 237-250.

- Sarungallo, Z.L., Hariyadi, P., Andarwulan, N., & Purnomo, E. H. 2019. Keragaman Karakteristik Fisik Buah, Tanaman dan Rendemen Minyak dari 9 klon Buah Merah (*Pandanus conoideus*). Jurnal Agribisnis Perikanan 12 (1): 70-82.
- Sarungallo, Z.L., Hariyadi, P., Andarwulan, N., & Purnomo, E. H. 2020. Effect of heat treatment prior to extraction on the yield and quality of red fruit (*Pandanus conoideus*) oil. Food Research, 4 (3): 659-665. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(3\).281](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(3).281)
- Sarungallo, ZL., Murtiningrum, B. Santoso & M. K. Roreng . 2013. Pengaruh Penanganan Pascapanen Terhadap Kualitas Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus*). Prosiding Seminar Nasional Perhimpinan Ahli Pangan Indonesia (PATPI), Jember, 26-29 Agustus 2013. Bidang Rekayasa dan Bioteknologi Pangan bagian 2, h. 150-160.
- SNI 01-2901-1992. 1992. Minyak Kelapa Sawit. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Winarno, F.G. (2008). Kimia Pangan dan Gizi. Mbrio Press. Bogor.