



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 1 Tahun 2024 Page 8688-8701

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Desain Industri Pala Papua (*Myristica Argentea* Warb.) Sebagai Bahan Sediaan Farmasi

Hermawan<sup>1✉</sup>, Nyayu Siti Aminah Lily Elfrida<sup>2</sup>

Universitas Pakuan Bogor

Email: [hermawan.taher@unpak.ac.id](mailto:hermawan.taher@unpak.ac.id)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Indonesia menguasai lebih dari 70% share perdagangan pala dunia, namun didominasi oleh biji kering, fuli, minyak pala, bubuk pala, dan sedikit daging buah, dengan species utama adalah pala banda (*Myristica fragrans* Houtt.). Di daerah Papua Barat, terdapat species *Myristica argentea* Warb. yang hanya memiliki minyak atsiri sekitar 4-5%, lebih rendah daripada *Myristica fragrans* Houtt., sehingga tidak diterima dalam pasar rempah dunia. *Myristica argentea* Warb. diketahui memiliki kandungan lemak Trimiristin yang sangat tinggi mencapai 79,5%. Trimiristin adalah lemak yang tersusun dari asam lemak miristat memiliki nilai ekonomi sangat tinggi karena penggunaannya yang sangat luas dalam industri farmasi dan kosmetika. Namun sampai saat ini belum ada upaya komersialisasi trimiristin pala dalam skala industri. Selain pengambilan lemak trimiristin dari *Myristica argentea* Warb. sebagai bahan sediaan farmasi, bagian lain buah tersebut dapat dimanfaatkan untuk produksi minyak pala. Pemanfaatan keseluruhan bagian buah pala *Myristica argentea* Warb. tersebut dirancang dalam suatu model industri terpadu. Model industri terpadu terdiri dari industri hulu pengeringan pala, industri antara yakni bubuk pala, dan industri hilirnya yakni produksi trimiristi dan minyak pala. Disain model industri terpadu pengolahan pala untuk bahan sediaan farmasi ini direncanakan dalam satu hamparan seluas 33 hektar, dilengkapi dengan fasilitas sumber energy, dermaga ekspor dan logistik, kawasan perkantoran, kawasan pergudangan, pengolahan limbah, pengolahan air bersih, fasilitas karyawan, hingga pemukiman. Seluruh fasilitas industri, umum, dan sosial dipersiapkan dalam satu kawasan karena industri dirancang mendekati kebun rakyat di Papua Barat. Biaya Modal pendirian industri terpadu tersebut Rp. 939,38 Milyar dan diperhitungkan akan kembali dalam waktu 65 bulan. Rata-rata laba per tahun dalam 6 tahun pertama dihitung mencapai 41,87%. Proyek ini pada layak dengan nilai NPV Rp. 131,6 Milyar, B/C ratio 1.14 dan IRR 12,10%.

Kata Kunci : *Desain Model Industri, Mysristica Argentea Warb, Sediaan Farmasi, Trimiristin*

## Abstract

Indonesia controls more than 70% of the world nutmeg trade share, but is dominated by dried seeds, mace, nutmeg oil, nutmeg powder, and a little fruit flesh, with the main species being banda nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.). In West Papua, there is a species of *Myristica argentea* Warb. which only has about 4-5% essential oil, lower than *Myristica fragrans* Houtt., so it is not accepted in the world spice market. *Myristica argentea* Warb. is known to have a very high fat content of Trimyristin reaching 79.5%. Trimyristin is a fat composed of myristic fatty acids has very high economic value due to its very wide use in the pharmaceutical and cosmetic industries. But until now there have been no efforts to commercialize nutmeg trimyristin on an industrial scale. In addition to taking trimyristin fat from *Myristica argentea* Warb. as a pharmaceutical preparation, other parts of the fruit can be used for the production of nutmeg oil. The utilization of all parts of the nutmeg *Myristica argentea* Warb. is designed in an integrated industrial model. The integrated industrial model consists of the upstream industry of nutmeg drying, the intermediate industry of nutmeg powder, and the downstream industry of trimyristin and nutmeg oil production. The design of the integrated industrial model of nutmeg processing for pharmaceutical preparations is planned in one stretch of 33 hectares, equipped with energy source facilities, export and logistics docks, office areas, warehousing areas, waste treatment, clean water treatment, employee facilities, to settlements. All industrial, public and social facilities are prepared in one area because the industry is designed close to people's gardens in West Papua. The capital cost of establishing the integrated industry is Rp. 939.38 billion and is calculated to be returned within 65 months. The average profit per year in the first 6 years was calculated to reach 41.87%. This project is feasible with an NPV value of Rp. 131.6 billion, B/C ratio of 1.14 and IRR of 12.10%.

Keywords : *Industrial Model Design, Myristica Argentea Warb, Pharmaceutical Preparations, Trimyristin*

## PENDAHULUAN

Indonesia pada Tahun 2020 telah menguasai lebih dari 70% share perdagangan pala dunia, dengan volume ekspor 16.007-ton setara 75.559 US\$ ribu (Kementerian Pertanian, 2020), namun didominasi oleh pala biji, fuli, minyak pala, dan bubuk pala, dan sedikit daging buah (Aulia dan Suseno, 2020). Menurut kajian ILO-UNDP (2013) di Indonesia ada lima jenis pala yang dijual secara komersial yakni *Myristica fragrans* Houtt atau pala Banda yang merupakan jenis utama dan mendominasi jenis lain dalam segi mutu maupun produktivitas, *M. argenta* Warb, lebih dikenal dengan nama pala Papua, mutunya di bawah pala Banda, *M. scheffert*, *M. speciosa*, dan *M. succeanea*.

Merujuk pada persyaratan rempah pala yang dikeluarkan *Codex* (2017), pala Papua tidak dapat memenuhi standar karena kandungan minyak atsirinya di bawah 5%. Akibatnya, harga biji pala Papua menjadi lebih murah 30% di bawah pala banda. Pala Papua dipergunakan sebagai pencampur pada produk rempah pala bubuk untuk menurunkan

biaya produksi.

Pala Papua memiliki keunggulan lain dibandingkan pala banda, yakni kandungan lemak trimiristin yang lebih tinggi dapat mencapai 79,5% (Ma'mun, 2013), sementara pala banda kurang dari 70%. Menurut laporan FAO (2011) salah satu produk turunan pala yang sangat potensial adalah trimiristin. *Trimyristin* menyumbang lebih dari tiga perempat dari minyak-lemak pala. Lemak trimiristin merupakan sumber asam lemak miristat, sebagai bahan produksi Isopropil Miristat. *Isopropyl myristate* adalah ester dari isopropil alkohol dengan asam miristat. Isopropil miristat adalah emolien polar dan digunakan dalam kosmetik dan sediaan farmasi topikal yang menginginkan penyerapan pada kulit (Kumari *et al.*, 2021). Sama seperti asam lemak nabati lainnya, asam miristat juga merupakan sumber zat aktif yang bersifat *emollient* atau melembabkan (Vitarisma *et al.*, 2022). Oleh karena itu, selain banyak digunakan dalam pembuatan sabun dan detergen (Du *et al.*, 2014), asam miristat juga banyak diaplikasikan untuk bahan kosmetika seperti shampoo, lipstik, losion, dan lain-lain. Pemerintah Indonesia memasukkan Isopropil Miristat sebagai produk prioritas di dalam Peraturan Presiden Nomor 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035

Selama ini lemak trimiristin hanya dihasilkan dari minyak kelapa, minyak inti sawit, dan minyak babassu. Namun, persentase kandungan trimiristin dari minyak-minyak tersebut jauh lebih rendah dibanding dengan fixed oil biji pala (Idrus *et al.*, 2014)

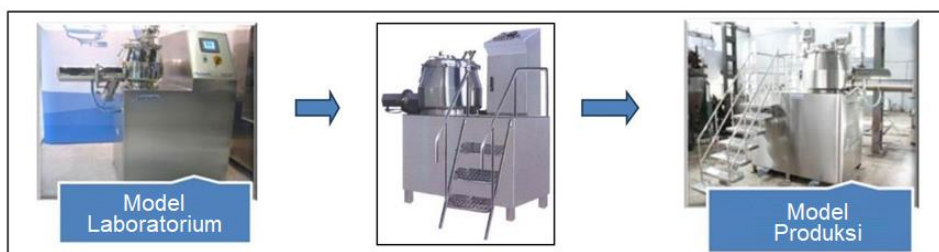
Ekstraksi trimiristin dari pala banda (*Myristica fragrans*) yang memiliki kandungan lemak 20-40%, dapat menghasilkan 25% asam miristat. Metoda ekstraksi yang dilakukan menggunakan pelarut heksana dari biji dari biji pada dan limbah industri olahannya (Hartanto dan Silitonga, 2018). Rata-rata perolehan rendemen trimiristin dari minyak biji buah pala menurut Viratisma *et al.* (2022) adalah antara 8 – 80% bergantung pada metode yang digunakan dan jumlah sampel biji buah pala yang diekstraksi. Penelitian yang dilakukan oleh Kapelle dan Laratmase (2014) memperoleh hasil sebanyak 11% dengan metode maserasi menggunakan destilasi uap-air selama 8 jam. Sementara itu, metode maserasi dengan metode kloroform yang digunakan pada penelitian Teresa, *et al.* (2016) hanya memperoleh 8,23%.

Biji pala Papua Barat mengandung trimiristin, dengan kandungan rata-rata 79,50% (dari total lemak pala) dan tingkat kemurnian rata-rata 99,20%. Dengan demikian, biji pala Papua Barat dapat berperan sebagai sumber trimiristin yang mempunyai nilai ekonomi tinggi (Ma'mun, 2013). Sekalipun demikian, hingga saat ini belum ada ekstraksi trimiristin pala yang dilakukan oleh perusahaan besar untuk dikomersialisasikan. Saat ini trimiristin dari pala baru dimanfaatkan masyarakat sebagai lemak pembuatan sabun dalam skala usaha

kecil (Torry, 2014; Vitarisma *et al.*, 2022). Perancangan model industri pengolahan *Myristica argentea* sebagai bahan baku sediaan farmasi (Ha *et al.*, 2020) ditujukan untuk memberikan nilai tambah lebih maksimum bagi pala Papua Barat.

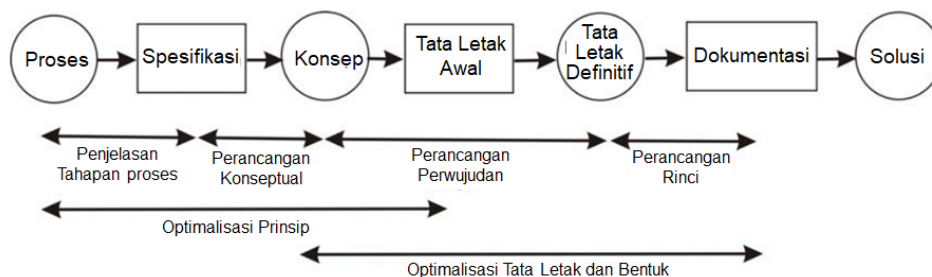
## METODE PENELITIAN

Desain penelitian ini memasukkan model-model perhitungan disain proses, analisa nilai tambah ekonomi, dan perancangan model industri dari alternatif produk buah pala *Myristica argentea* untuk bahan baku farmasi. Tahap komersialisasi disain proses produk dilakukan menggunakan pendekatan penggandaan skala, sebagaimana dilakukan oleh Dumpala *et al.* (2020). Secara diagramatik proses penggandaan skala disajikan pada Gambar 1.



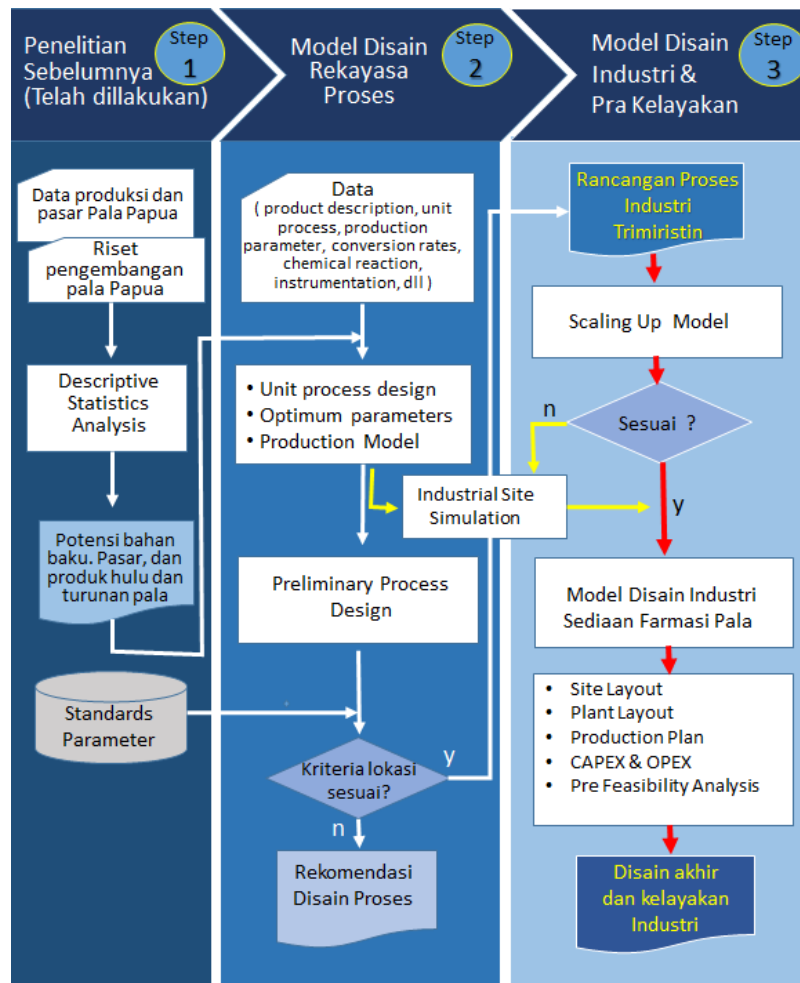
Gambar 1. Model Penggandaan Skala (Dumpala *et al.*, 2020)

Rancang Bangun Industri Pala untuk menjadi bahan baku obat dilakukan setelah proses penggandaan skala dilakukan. Tahapan rancang bangun industri mengikuti Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir yang menggambarkan metode desain dasar industri Pahl dan Beitz (Reinders, 2016)

Analisis pra kelayakan dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan pendirian industri Triebs *et al.* (2016), pala sebagai bahan baku farmasi baik secara finansial maupun ekonomis. Metode analisis keuangan standar seperti *Net Present Value* (NPV), *Payback Periods* dan *Internal Rate of Return* (IRR). Tahapan kegiatan secara keseluruhan dilakukan sebagaimana disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan penelitian perancangan model industri pengolahan pala untuk sediaan farmasi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Desain Proses

Berdasarkan data produksi biji pala kering 1,698 Ton/tahun dan untuk species *Myristica argentea* Warb. di Papua Barat, adalah sekitar 1,834 Ton/tahun. Buah pala itu sendiri di Papua Barat dapat dikatakan tersedia sepanjang tahun. Hasil produksi ditambah produktifitas tanaman baru diperkirakan juga tidak jauh berbeda yakni 1,975 Ton. Dengan demikian, potensi bahan baku Pala untuk industri dengan disain di Papua Barat, disajikan pada Tabel 1.

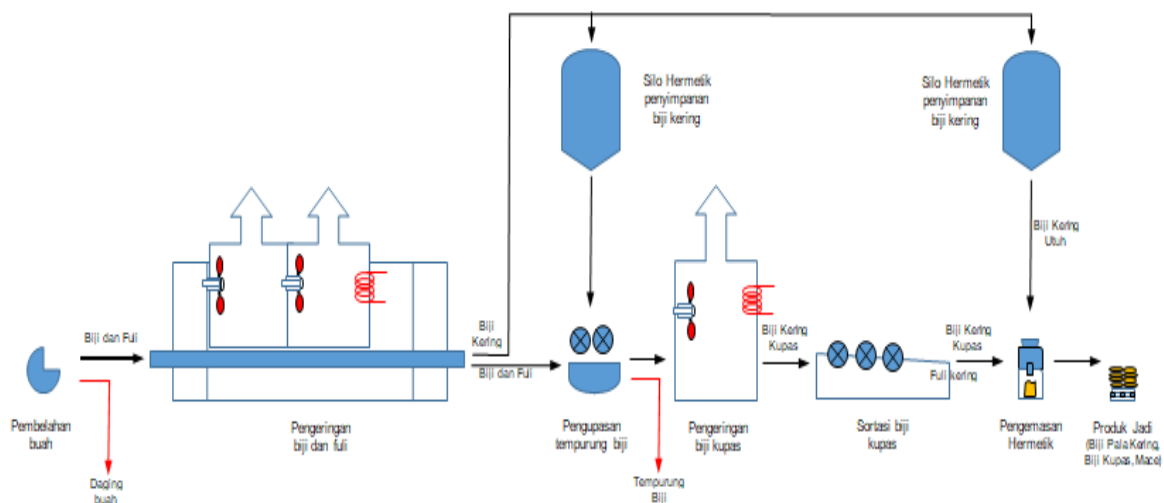
Tabel 1. Perkiraan potensi bahan baku pala di Papua Barat per tahun

No	Sumber Bahan Baku	Biji kering (Ton)	Biji Basah (Ton)	Daging Buah (Ton)	Fuli Basah (Ton)	Tempurung Biji (Ton)	Total Buah Pala (Ton)
1	Kebun Rakyat	1,698 <sup>a)</sup>	1,910	16,680	645	789	20,024
2	Kebun Baru <sup>b)</sup>	1,975	2,222	19.401	750	918	23,290
	Total Jumlah	3,673	4,132	36.080	1,395	1,707	43,314

- Dinas Perkebunan Papua Barat Barat (2020)
- Setelah tahun ke-6
- Lainnya adalah angka proyeksi

Hasil proyeksi tersebut akan dipergunakan untuk perencanaan industri pengolahan pala terintegrasi di Papua Barat.

Salah satu industri andalan yang akan dikembangkan di Indonesia hingga Tahun 2035 adalah industri hulu agro (Peraturan Pemerintah, 2015). Industri hulu agro adalah industri agro yang mempersiapkan bahan baku untuk industri lanjutan. Industri hulu agro pala yang perlu dikembangkan di Papua Barat Barat, adalah pengolahan biji pala menjadi pala kering ataupun pala kering ketok yang memenuhi persyaratan pasar (Badan Standar Nasional, 2006). Disain proses industri hulu pala disajikan pada Gambar 4.



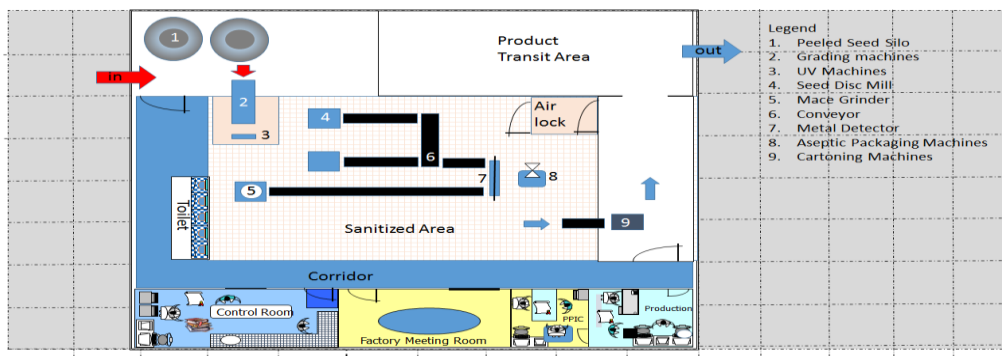
Gambar 4. Industri Hulu Agro Pala, menghasilkan pala kering dan ketok

Pabrik hulu agro dirancang pada luas lahan 5,930 m<sup>2</sup> dengan luas bangunan 2.873 m<sup>2</sup>. Pabrik hulu agro dirancang dengan konsep mezanin, di mana ruang kantor produksi berada pada lantai kedua. Pabrik hulu agro tersebut memiliki 10 jenis mesin utama. Secara umum, produk dari industri hulu agro pala yang mungkin dapat dijual langsung, berdasarkan data produksi buah pala saat ini, disajikan pada Tabel 2. Daging buah pala sebagian dapat diolah lanjut oleh industri penyulingan minyak atsiri, tetapi sebagian sebaiknya diserahkan kepada industri kecil menengah milik masyarakat untuk produksi makanan dan minuman (Musa'ad, *et al.*, 2017).

Tabel 2. Produk Industri Hulu Agro Pala Per Tahun

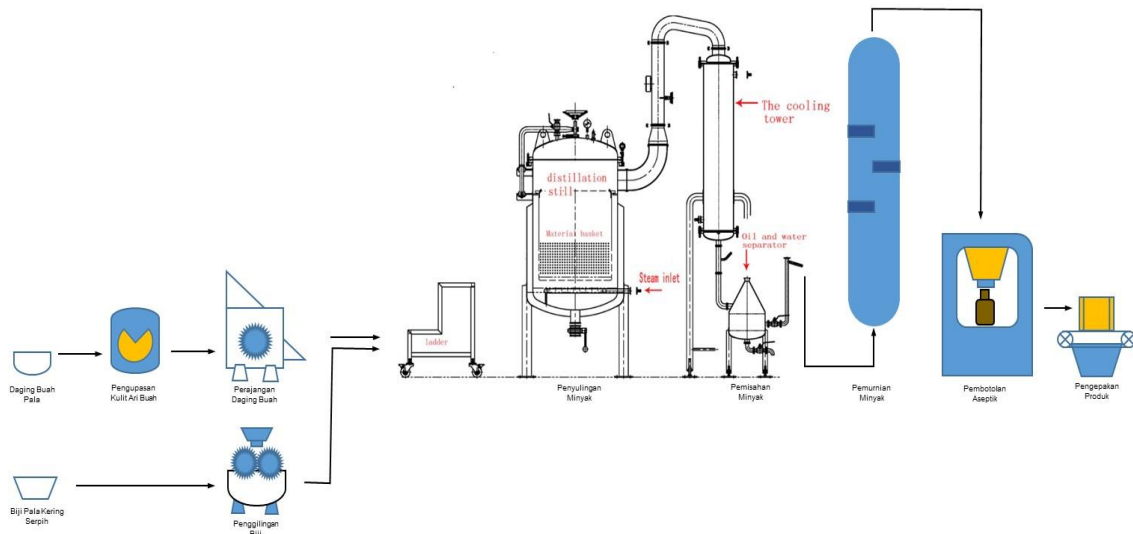
Produk		Volume (Ton)	Keterangan
Produk Utama	Biji pala kering utuh	1,418	
	Biji pala ketok utuh	642	
	Biji pala kering tak utuh	280	
	Fuli kering utuh	146	
	Fuli kering tidak utuh	40	
Produk Samping	Daging Buah Pala	16,179	Diolah lanjut
Limbah	Cangkang Biji Pala	789	

Produk biji pala utuh maupun produk biji kupas, diolah lebih lanjut menjadi produk pala bubuk. Demikian pula fuli utuh maupun fuli serpih kering, digiling lebih lanjut menjadi fuli bubuk. Secara teknologi, proses pengolahan rempah bubuk termasuk sederhana, hanya menambahkan mesin giling. Pabrik pala bubuk menggunakan bahan baku dari pabrik hulu agro, berupa biji pala kering dan fuli kering. Pabrik pala bubuk yang dirancang akan menempati lahan seluas 2780 m<sup>2</sup> dengan luas bangunan 2010 m<sup>2</sup>. Rancangan tata letak mesin dan fasilitas pada pabrik pala bubuk disajikan pada Gambar 5.



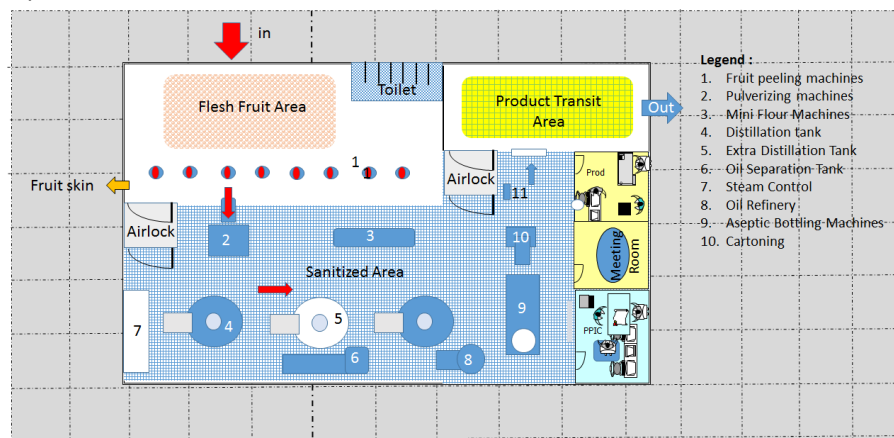
Gambar 5. Rancangan tata letak pabrik bubuk pala di Papua Barat

Bahan baku minyak atsiri pada perancangan industri terpadu di Papua Barat, sebagian besar akan memanfaatkan daging buah pala, sekalipun Hidayati *et al.* (2015) hanya mencatat minyak pala dari daun, biji, dan fuli pala saja. Dari daging buah pala akan diperoleh minyak atsiri tak lebih dari 0.3 persen (Sari *et al.*, 2018), dari biji 3.11 persen, sementara dari fuli dapat dihasilkan setidaknya 7 persen. Pabrik minyak atsiri khusus dirancang menggunakan bahan baku daging buah, dengan memanfaatkan hasil pengupasan. Produk akhir Industri minyak atsiri adalah minyak Pala dengan volume diperhitungkan mencapai 47 Ton per tahun. Secara diagramatis rancangan Industri minyak atsiri terintegrasi di Papua Barat diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rancangan tahapan Industri pengolahan minyak atsiri di Papua Barat

Pabrik dibangun pada tanah seluas 1365 m<sup>2</sup> dengan luas bangunan 1510 m<sup>2</sup>. Pada area penyulingan, dibuat lantai 2 untuk pengawasan produksi, sehingga luas bangunan lebih besar daripada luas tanah yang tersedia. Rancangan tata letak pabrik minyak atsiri pala disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rancangan tata letak mesin dan fasilitas pabrik minyak atsiri pala di Papua Barat

Sebagaimana diketahui, kandungan lemak biji pala dapat mencapai 34.4 persen dengan asam lemak utama adalah trimiristin lebih dari 70 persen, bahkan pala Papua Barat memiliki kandungan trimiristin hingga lebih dari 79,5 persen. Pala dapat menghasilkan Trimiristin hampir 4 kali lipat daripada kernel sawit.

Trimiristin adalah bahan utama di dalam minyak lemak (fixed oil) buah pala. Minyak lemak dapat diperoleh dengan dengan cara pengepresan dan pemanasan. Biji pala digiling kemudian dimasukkan ke dalam piringan pres pemanas. Pompa pres ditekan terus sampai piringan tidak dapat naik lagi dan seluruh cairan lemak keluar. Pemanas dinyalakan selama pengepresan pada temperatur 70-80°C. Lemak yang diperoleh diekstrak dengan etanol untuk memisahkan trimiristin. Rendemen lemak untuk biji tua mencapai 22,02 persen, sementara pada biji pala muda diperoleh rendemen lemak 14,95 persen.

### Site Plan Industri

Sebagai kawasan terintegrasi, harus dilengkapi dengan kebutuhan utilities seperti sumber listrik, air bersih, aksesibilitas, dermaga, hingga keperluan tenaga kerja yang akan ditempatkan di lokasi industri. Pada kawasan industri tersebut, dibangun 4 jenis industri dengan bangunan yang terpisah yakni industri hulu agro pala, industri bubuk pala, industri minyak atsiri, dan industri lemak pala/trimiristin. Pasokan energy dapat dihasilkan dengan pembangkit listrik menggunakan bahan bakar Batubara. Bahkan di tahun 2030 mendatang harus sudah menggunakan bahan bakar *Liquified Natural Gas* (LNG), sehingga diperlukan dermaga *converter* LNG ke *Liquified Petroleum Gas* (LPG).

Kawasan industri menjadi kota terpadu yang direkomendasikan agar dibangun di pesisir untuk mempermudah aksesibilitas bahan baku, ekspor produk, pasokan bahan bakar, logistik, hingga aksesibilitas tenaga kerja. Diperhitungkan kawasan industri pengolahan pala terpadu tersebut membutuhkan lahan seluas minimal 33 hektar. Site Plan kawasan industri pengolahan pala terintegrasi di Papua Barat disajikan pada Gambar 8.

### Analisis Pra Studi Kelayakan

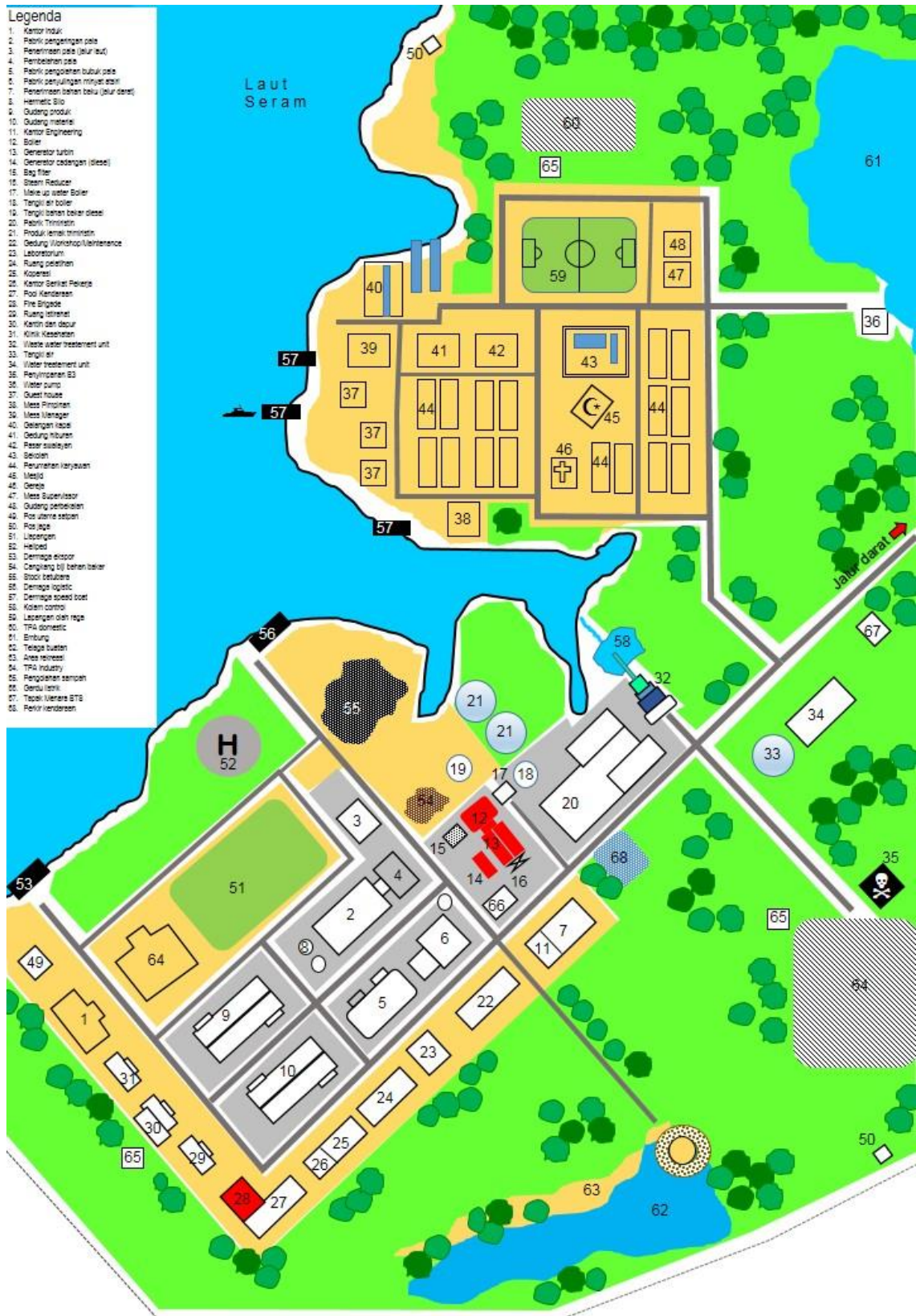
Besaran *Capital Expenditure* (Capex) untuk pembangunan industri pengolahan pala terpadu di Papua Barat terdiri dari biaya Mesin, pekerjaan sipil dan bangunan, pembebasan lahan, peralatan tambahan, dan investasi lainnya. Proporsi terbesar adalah bangunan dan pekerjaan sipil. Diperkirakan besar Capex adalah Rp. 939,383,819,000. - atau mendekati 1 Triliyun rupiah. Biaya operasional (Opex) secara keseluruhan untuk keempat jenis industri yang dibuat secara terpadu terdiri dari biaya operasional manufaktur dan biaya operasional administrasi.

Penjualan produk dibagi menjadi 3 kelompok yakni penjualan ekspor, penjualan dalam negeri, dan penjualan lokal sekitar Papua Barat. Konsep pembangunan industri pala terpadu adalah hilirisasi komoditas, sehingga ekspor produk turunannya seperti pala bubuk dan minyak atsiri diorientasikan untuk ekspor dengan proporsi 90%. Khusus untuk Trimiristin, penjualan ekspor dialokasikan 60%, sementara 40%nya untuk memasok bahan baku industri farmasi dalam negeri. Pertumbuhan laba tersebut disajikan pada Gambar 9.

Beberapa asumsi dasar dipergunakan dalam analisis pra studi kelayakan di antaranya adalah tingkat suku bunga sebesar 7.8% pa, pajak ppH badan 25%, dan penggunaan modal kerja untuk operasional 12 bulan atau sebesar Rp. 575,508,155,190. - Dengan asumsi tersebut perhitungan pra studi kelayakan menampakkan bahwa semua indikator dinyatakan layak. Nilai NPV terlihat positif Rp. 131,602,224,600. -, nilai B/C ratio 1.14, dan IRR 12,10%. Masa pengembalian investasi hanya 65.01 bulan. Secara ringkas profil kelayakan proyek diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan hasil analisis pra kelayakan proyek pembangunan industri pala terpadu di Papua Barat.

Indikator Kelayakan	Hasil	Keterangan
Interest Rates	7.8%	
Tahun Analisis	6 Tahun	
Pajak PPh Badan	25%	
Tingkat Laba Rata-rata	41.87%	
Net Present Value	Rp. 131,602,224,600.-	Layak
Net B/C Ratio	1.14	Layak
IRR	12.10%	Layak
Payback Period	65,01 bulan	



Gambar 8. Rancangan kawasan industri dan fasilitas pendukung untuk industri pengolahan pala terpadu di Papua Barat



Gambar 9. Proyeksi pertumbuhan laba bersih industri pengolahan pala terpadu

### SIMPULAN

Di daerah Papua Barat, terdapat species *Myristica argentea* yang hanya memiliki minyak atsiri sekitar 4-5% sehingga tidak diterima dalam pasar rempah dunia. Harga jual *Myristica argentea* Warb. menjadi lebih murah daripada *Myristica fragrans* Houtt. *Myristica argentea* diketahui memiliki kandungan lemak Trimiristin yang sangat tinggi mencapai 79,5%. *Trimiristin* adalah lemak yang tersusun dari asam lemak miristat memiliki nilai ekonomi sangat tinggi karena penggunaannya yang sangat luas dalam industri farmasi dan kosmetika.

Selain pengambilan lemak trimiristin sebagai bahan baku obat, bagian lain buah pala dapat dimanfaatkan untuk produksi bahan aktif farmakologis lainnya yakni minyak pala. Pemanfaatan keseluruhan bagian buah pala *Myristica argentea* tersebut dirancang dalam suatu model industri terpadu. Model industri terpadu terdiri dari industri hulu pengeringan pala, industri antara yakni bubuk pala, dan industri hilirnya yakni produksi trimiristi dan minyak pala.

Perencanaan industri terpadu pengolahan pala untuk bahan baku obat ini direncanakan dalam satu hamparan seluas 33 ha, dilengkapi dengan fasilitas sumber energy, dermaga ekspor dan logistik, kawasan perkantoran, kawasan pergudangan, pengolahan limbah, pengolahan air bersih, fasilitas karyawan, hingga pemukiman. Seluruh fasilitas industri, umum, dan sosial dipersiapkan dalam satu kawasan karena industri dirancang mendekati kebun rakyat di Papua Barat.

Biaya Modal atau CAPEX pendirian industri terpadu tersebut Rp. 939,38 M dan diperhitungkan akan kembali (Payback) dalam waktu 65 bulan. Rata-rata laba per tahun dalam 6 tahun pertama mencapai 41,87%. Proyek ini pada layak dengan nilai NPV Rp. 131,6 Milyar, B/C ratio 1.14 dan IRR 12,10%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, S. dan S.H. Suseno. 2020. Diversifikasi Produk Olahan Buah Pala (*Myristica fragrans*) di Desa Sukadamai. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat* Vol 2 (6): 966–972
- Badan Standardisasi Nasional. 2006. SNI 06-2388-2006 Minyak Pala. Badan Standardisasi Nasional.
- Codex. 2017. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission. *Report of the 3<sup>rd</sup> session of the Codex Committee on Spices and Culinary Herbs Chennai, India 6 – 10 February 2017*
- Dumpala, R., J. Bhavsar, and C. Patil. 2020. Scale up Factors with An Industrial Perspective. *International Journal of Universal Pharmacy and Bio Sciences* 9(5), 1-13
- Du S.-S., Yang K., Wang C.-F., You C.-X., Geng Z.-F., Guo S.-S., Deng Z.-W., Liu Z.-L., 2014. Chemical Constituents and Activities of the Essential Oil from *Myristica fragrans* against Cigarette Beetle *Lasioderma serricorne*. *Chemistry & Biodiversity*, 11 (9): 1449-1456,
- Ha, M.T., Vu, N.K., Tran, T.H. 2020. Phytochemical and pharmacological properties of *Myristica fragrans* Houtt. *Pharm. Res.* 43, 1067–1092
- Hartanto, E.S. dan R. F. Silitonga. 2018. Ekstraksi Asam Miristat asal Biji Pala (*Myristica Fragrans* Houtt) dan Limbah Industri Olahannya. *IHP*, 35(1),38-45
- Hidayati, N., H, Ilmawati, dan E. Sara. 2015. Penyulingan Minyak Biji Pala: Pengaruh Ukuran Bahan, Waktu Dan Tekanan Penyulingan Terhadap Kualitas Dan Rendemen Minyak. *Simposium Nasional RAPI XIV - 2015 FT UMS K-220-K226*.
- Ibrahim, M.A., C.L. Cantrell, E.A. Jeliaskova, T. Astatkie and V.D. Zheljzakov. 2020. Utilization of Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) Seed Hydrodistillation Time to Produce Essential Oil Fractions with Varied Compositions and Pharmacological Effects. *Molecules* 2020, 25 (565) 1-10
- Idrus, S., M. Kaimudin, R.F. Torry, dan R. Biantoro. 2014. Isolasi Trimiristin Minyak Pala Banda Serta Pemanfaatannya Sebagai Bahan Aktif Sabun. *Jurnal Riset Industri (Journal of Industrial Research)*, Vol. 8 No. 1, April 2014, Hal. 23 – 31
- ILO-UNDP. 2013. Kajian Pala dengan Pendekatan Rantai Nilai dan Iklim Usaha di Kabupaten Fak-fak. "Program Pembangunan berbasis Masyarakat Fase II: Implementasi Institusionalisasi Pembangunan Mata Pencaharian yang Lestari untuk Masyarakat Papua" ILO – PCdP2 UNDP.
- IPB Consulting. 2021. Studi Investasi Industri Pengolahan pala terintegrasi perkebunan di Papua Barat Barat. *Laporan Proyek* Kementerian Investasi dan BKPM RI.
- Kapelle, I. B. D., & Laratmase, M. S. 2014. Trimiristin Isolation from Nutmeg and Synthesis of Methylster Using Heterogen Catalyst. *Ind. J. Chem. Res*, 2, 160–165.

- Kementerian Pertanian, 2020, *Outlook Pala*, diakses pada 22 Juli 2021.
- Kumari, I., H. Kaurav and G. Chaudhary. 2021. *Myristica fragrans* (Jaiphal): A Significant Medicinal Herbal Plant. *International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*. 8 (2) 213-224
- Liunokas, A.B. dan F. F. Karwur. 2020. Isolasi dan Identifikasi Komponen Kimia Minyak Asiri Daging Buah dan Fuli Berdasarkan Umur Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt). *Jurnal Biologi Tropis*, 20 (1): 69 – 77
- Ma; mun. 2013. Karakteristik Minyak Dan Isolasi Trimiristin Biji Pala Papua (*Myristica argentea*). *Jurnal Littri* 19(2) 72 – 77
- Musaad, I., H.W. Tubur, K. Wibowo, dan B. Santoso. 2017. Pala Fakfak Potensi, Agrobiofisik, Nilai Ekonomi, dan Pengembangannya. Penerbit Alfabeta, Bandung
- Peraturan Pemerintah No. 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035
- Reinders, VH. 2016. Industrial Design Methods for Product Integrated Fuel Cells. *NHA Annual Hydrogen Conference 2016*, March 12-16
- Sari, L., D. Lesmana, dan Taharuddin. 2018. Estraksi Minyak Atsiri Dari Daging Buah Pala (Tinjauan Pengaruh Metode Destilasi Dan Kadar Air Bahan). Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2018 3 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, 17 Oktober 2018 1-6
- Teresa, Y., Hidayati, N., & Nugrahani, R. A. 2016. Pengaruh Rasio Pelarut Kloroform (V/V) pada Ekstraksi Trimiristin Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt). *Teknik Kimia*, 2 (1) 3–6.
- Torry, F.R. 2014. Pemanfaatan Trimiristin Sebagai Lemak Pala Dalam Sabun Mandi. *Majalah BIAM* Vol. 10, No. 1 Juli 2014, Hal. 37-42
- Triebes, T.P., Saal, D.S., Arocena, P. *et al.* Estimating economies of scale and scope with flexible technology. *J Prod Anal* 45, 173–186
- Vitarisma, I.Y., Atikah, Y. Utomo, dan E.H. Sanjaya. 2022. Potensi Biji Pala Fakfak (*Myristica argentea* Warb) Dan Kulit Buah Naga Merah Sebagai Bahan Aditif Sabun Dalam Penerapan Kimia Hijau: Review Analisis. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 16 (1) 87-99
- Warsito, M.F. 2021. A Review on Chemical Composition, Bioactivity, and Toxicity of *Myristica fragrans* Houtt. Essential Oil. *Indonesian J Pharm* 32(3), 2021, 304-313