



**LAPORAN AKHIR
PROGRAM MATCHING FUND
TAHUN ANGGARAN 2023**

**PRODUKSI DAN KOMERSIALISASI *TERPENELESS OIL*
TURUNAN MINYAK PALA SEBAGAI BAHAN BAKU
*FLAVORING AGENT***



Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli, MSc.Agr
NIDN : 0005056213

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

2023



HALAMAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN

- | | | |
|------------------------------------|---|---|
| 1. Nama Perguruan Tinggi | : | Institut Pertanian Bogor |
| 2. Nomor PKS Diktiristek | : | 167/E1/HK.02.02/2023 |
| 3. Nomor PKS Perguruan Tinggi | : | 18963/IT3.L1/HK.07.00/P/T/2023 |
| 4. Penanggung Jawab (Rektor/Ketua) | : | Lembaga Kawasan Sains dan Teknologi (LKST) |
| Nama | : | Prof. Dr. Erika B. Laconi, MS |
| Alamat | : | Gedung Manajemen STP, Kampus IPB Taman Kencana, Jl. Taman Kencana No 3, Bogor 16128 |
| Telepon Kantor | : | |
| Telepon Genggam (Whatsapp) | : | 08129623150 |
| e-mail | : | erika_laconi@apps.ipb.ac.id |
| 5. Nama Badan Penyelenggara PT | : | (Khusus PTS) |
| Ketua Badan Penyelenggara PT | : | - |
| Alamat | : | - |
| Telepon Kantor | : | - |
| Telepon Genggam (Whatsapp) | : | - |
| 6. Ketua Pelaksana | | |
| Nama | : | Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli, MSc.Agr |
| Alamat | : | Gedung Fateta Lt 2, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia |
| Telepon Kantor | : | +62 251 8621974 |
| Telepon Genggam (Whatsapp) | : | 0811976630 |
| e-mail | : | mrusli@apps.ipb.ac.id |
| 7. Mitra | : | PT. Alam Indonesia Raharja |

Ketua Pelaksana,

(Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli, MSc.Agr)
NIP. 19620505 198903 1 027

Menyetujui,

Kepala Lembaga Kawasan Sains dan Teknologi
Institut Pertanian Bogor



(Prof. Dr. Erika B. Laconi, MS)
NIP. 19610916 198703 2 002



DAFTAR ISI

HALAMAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN	1
DAFTAR ISI	2
RINGKASAN EKSEKUTIF	3
BAB I : LATAR BELAKANG	4
BAB II : CAPAIAN LUARAN DAN INDIKATOR KINERJA	6
BAB III : PELAKSANAAN PROGRAM DAN KEGIATAN	9
1. <i>SCALE UP</i> PRODUKSI MINYAK PALA <i>TERPENELESS</i> PADA SKALA KOMERSIAL	9
a. Jumlah pendanaan	9
b. Latar belakang	9
c. Pelaksanaan Kegiatan	9
d. Hasil Kegiatan	10
e. Kendala (jika ada)	17
2. PENGEMBANGAN SPESIFIKASI DAN SERTIFIKASI PRODUK	17
a. Jumlah pendanaan	17
b. Latar belakang	17
c. Pelaksanaan Kegiatan	18
d. Hasil Kegiatan	18
e. Kendala	26
3. PENYUSUNAN RENCANA BISNIS DAN STRATEGI PEMASARAN PRODUK <i>TERPENELESS OIL</i>	26
a. Jumlah pendanaan	26
b. Latar belakang	26
c. Pelaksanaan Kegiatan	26
d. Hasil Kegiatan	26
e. Kendala (jika ada)	45
4. PENDAFTARAN HKI DAN PUBLIKASI ILMIAH	45
a. Jumlah pendanaan	45
b. Latar belakang	45
c. Pelaksanaan Kegiatan	46
d. Hasil Kegiatan	46
e. Kendala (jika ada)	46
BAB IV : REKAPITULASI PENGGUNAAN KEUANGAN	47
Penggunaan Dana Matching Fund (DIKTI)	47
Penggunaan Dana In Cash Mitra	51
Penggunaan Dana Perguruan Tinggi	56
Barang Milik Negara/Aset	59
Rekap Akhir Keuangan Matching Fund (DIKTI)	59
LAMPIRAN	60

RINGKASAN EKSEKUTIF

Minyak pala *terpeneless* merupakan salah satu produk hilir turunan minyak pala yang sangat potensial dikembangkan sebagai *flavour ingredient*. Di dalam industri makanan dan minuman, minyak pala yang tidak mengandung terpen merupakan komponen utama pada *flavor* rasa kola, *seasoning* dalam produk *bakery* dan *flavor* alami buah-buahan. Teknologi menghilangkan kandungan terpen pada minyak pala yang paling cocok diterapkan di industri adalah melalui teknik deterpenasi menggunakan distilasi fraksinasi vakum. Hal ini juga sejalan dengan cita-cita PT Alam Indonesia Raharja (PT AIR) untuk menyelaraskan rantai pasok komoditas pala Indonesia di pasar dunia dengan menginisiasi program “Inisiatif Pala Indonesia” (IPI). Tujuan dari Matching Fund Kedai Reka ini adalah melakukan hilirisasi dan komersialisasi inovasi *terpeneless oil* dan juga meningkatkan IKU serta bermanfaat bagi program MBKM. Pelaksanaan program Matching Fund mencakup kegiatan 1) *scale up* produksi minyak pala *terpeneless* pada skala komersial, 2) pengembangan spesifikasi dan sertifikasi produk, 3) penyusunan rencana bisnis dan strategi pemasaran produk, 4) pendaftaran HKI dan publikasi.

Melalui program tersebut telah dilakukan 1) desain teknologi proses distilasi fraksinasi vakum melalui simulasi HYSYS dan validasi pada produksi 515 kg dan menghasilkan 2 spek/grade *terpeneless* minyak pala yaitu grade A (kemurnian 96-99%) dan grade B (kemurnian 90-95%), 2) spesifikasi produk dari spek/grade yang dihasilkan yang dilengkapi dengan desain kemasan, dokumen CoA, MSDS, dan TDS serta identifikasi persiapan sertifikasi produk, 3) rencana bisnis yang dilengkapi dengan analisis finansial, *business model canvas* (BMC) *terpeneless* minyak pala, analisis SWOT, perancangan alat distilasi fraksinasi kapasitas 100 kg/batch dan *lay out* pabrik, dan draft dokumen SPK lisensi, 4) HKI paten terdaftar dan publikasi pada seminar internasional. Pencapaian IKU dari program ini yaitu melibatkan langsung 7 mahasiswa Departemen Teknologi Industri Pertanian (TIN) IPB melalui *project capstone*, *project* investigasi, topik khusus (IKU 2), 4 dosen terlibat dalam kegiatan di luar kampus, 2 orang dari mitra memberikan *expose* dan kuliah umum dan membimbing pada *project capstone*, *project* investigasi (IKU 4), inovasi teknologi proses dan produk yang akan dimanfaatkan mitra (IKU 5), kerjasama dengan PT Alam Indonesia Raharja (IKU 6), terbentuk kelas yang kolaboratif dan partisipatif pada 3 mata kuliah yaitu *project capstone*, *project* investigasi, MK Teknologi Minyak Atsiri (IKU 7).

Dalam pelaksanaan program ini terdapat kendala teknis pada saat proses validasi desain proses yaitu *heater* yang digunakan untuk memanaskan *reboiler* tidak berfungsi dengan baik, indikator suhu tidak dapat membaca data proses dengan tepat, dan sempat terjadi kebocoran selang sehingga validasi proses sempat tertunda. Solusi yang dilakukan adalah melakukan perbaikan *heater*, indikator suhu, kalibrasi dan perbaikan selang yang bocor.

Pengembangan inovasi ini telah selesai dan dalam tahap kerjasama komersialisasi dan selanjutnya PT Alam Indonesia Raharja akan melanjutkan proses untuk mendapatkan sertifikasi produk Natural/Halal.

BAB I : LATAR BELAKANG

Pala (*Myristica fragrance*) merupakan komoditi ekspor unggulan Indonesia. Sebagai produsen utama dunia untuk minyak pala, Indonesia memasok sekitar 80% kebutuhan minyak pala dunia. Ekspor minyak pala pada tahun 2021 tercatat senilai USD 27 juta (Trademap.org). Hilirisasi minyak pala menjadi produk turunannya tentu akan memberikan nilai tambah dan memperkuat posisi komoditi pala Indonesia di pasar dunia. Minyak pala *terpeneless* merupakan salah satu produk hilir turunan minyak pala yang sangat potensial untuk dikembangkan. Harga minyak pala untuk pasar ekspor adalah sekitar Rp900.000/kg sementara dalam negeri, harganya saat ini adalah Rp760.000/kg. Minyak pala *terpeneless* dengan spesifikasi sebagai *flavour and fragrance ingredient* atau produk aromaterapi dapat mencapai harga Rp15-20 juta/kg. Dengan demikian jika sebagian produksi minyak pala Indonesia diolah lebih dulu di dalam negeri dan diekspor dalam bentuk minyak pala *terpeneless*, akan dapat meningkatkan perolehan nilai ekspor minyak pala dan turunannya secara sangat signifikan.

Di dalam industri makanan dan minuman, minyak pala merupakan komponen utama pada *flavor* rasa kola, *seasoning* dalam produk *bakery* dan *flavor* alami buah-buahan. Meskipun Indonesia merupakan eksportir utama untuk komoditi pala namun di sisi lain Indonesia juga importir produk *flavoring*. Tercatat pada tahun 2022 jumlah impor Indonesia untuk *flavoring agent* (HS Code 330210) sebanyak 8,341 ton dengan nilai mencapai USD 152,66 (trademap.org). Trend jumlah impor *flavor* cenderung meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan semakin berkembangnya industri makanan dan minuman berperisa. Data tersebut menunjukkan bahwa pengembangan minyak pala menjadi *flavoring agent* memiliki potensi pasar dan manfaat yang besar.

Minyak pala yang digunakan sebagai *flavor* adalah minyak pala yang tidak mengandung terpen karena golongan monoterpen dalam minyak pala cenderung mengalami polimerisasi dan membentuk senyawa yang tidak diinginkan, sehingga merusak bau dan *flavor* yang khas dari minyak pala. Kelompok senyawa terpen dapat dipisahkan dari minyak pala melalui proses deterpenasi. Deterpenasi merupakan proses menghilangkan seluruh atau sebagian komponen terpen di dalam minyak pala dengan tujuan untuk meningkatkan stabilitas minyak, meningkatkan kualitas rasa dan bau khas minyak, meningkatkan kelarutan dalam alkohol serta memperbaiki daya simpan. Sayangnya sejauh ini ekspor minyak pala dari Indonesia seluruhnya masih dalam bentuk *crude oil*. Belum ada produk minyak pala bebas terpen yang teridentifikasi diperjualbelikan secara komersial. Hilirisasi melalui pengolahan lebih lanjut minyak pala dengan menghilangkan komponen terpen akan meningkatkan nilai tambahnya dan memenuhi



kebutuhan industri akan ketersediaan bahan baku untuk *flavor* makanan dan minuman.

Teknik deterpenasi minyak pala dapat dilakukan melalui metode pemisahan kromatografi kolom, distilasi vakum dan ekstraksi secara selektif menggunakan pelarut. Namun, metode yang paling paling cocok diterapkan dalam skala industri adalah distilasi vakum karena lebih cepat, tidak membutuhkan pelarut, sederhana dan dapat diadopsi pada skala industri (Sudrajat *et al.*, 2018). Meskipun demikian, diperlukan desain proses yang tepat agar komponen yang diinginkan dapat dipisahkan dengan baik dan meminimalkan *loss*.

Tim pengusul telah berhasil mengembangkan desain proses distilasi fraksinasi vakum untuk proses deterpenasi minyak pala pada skala lab hingga pilot, menghasilkan minyak pala bebas senyawa terpen, yang selanjutnya disebut sebagai *terpeneless oil*. Bersama dengan PT Alam Indonesia Raharja sebagai mitra DUDI sekaligus penerima manfaat dari pelaksanaan program, tim inovator mengusulkan program ini dengan tujuan yaitu; 1) *Scale up* produksi minyak pala *terpeneless* pada skala komersial, 2) Pengembangan spesifikasi dan sertifikasi produk, 3) Menyusun rencana bisnis dan strategi pemasaran produk *terpeneless oil* dan 4) Melaksanakan kegiatan MBKM bagi dosen, peneliti dan mahasiswa civitas IPB University.

BAB II : CAPAIAN LUARAN DAN INDIKATOR KINERJA

Indikator Kinerja Utama

No	Indikator	Target	Capaian	Persentase Capaian Terhadap Target
1	Jumlah mahasiswa mendapat pengalaman di luar kampus	7	7	100%
2	Jumlah Dosen berkegiatan di luar kampus (DUDI)	4	4	100%
3	Jumlah Praktisi mengajar di dalam kampus	1	1	100%
4	Jumlah Mitra Kerjasama	1	1	100%
5	Jumlah Mahasiswa Penerima Manfaat Langsung	120	120	100%
6	Jumlah Masyarakat Penerima Manfaat Langsung	-	-	-
7	Jumlah Produk/Inovasi	1	1	100%
8	Jumlah Publikasi Internasional (<i>Accepted/Published</i>)	-	-	-

Indikator Kinerja/Tambahan Sesuai Kegiatan

No	Indikator	Target	Capaian	Persentase Capaian Terhadap Target
1	Produk minyak pala <i>terpeneless</i>	TKT 9	TKT 9	100%
2	Dokumen spesifikasi dan sertifikasi produk minyak pala <i>terpeneless</i>	Kesesuaian produk dengan standar perdagangan internasional	Sesuai dengan standar perdagangan internasional	100%
3	Perjanjian Kerjasama komersialisasi dengan mitra DUDI	1 SPK	1 SPK	100%
4	HKI berupa paten desain proses distilasi fraksinasi vakum untuk produksi fraksi <i>terpeneless</i>	1 Paten terdaftar	1 paten terdaftar	100%
5	Publikasi ilmiah pada seminar internasional	1 speaker	1 <i>speaker</i>	100%
6	Dokumen rencana bisnis dan strategi pemasaran	1 Dokumen	1 dokumen	100%
7	Keterlibatan mahasiswa (S1/S2/S3) secara langsung dalam pelaksanaan program	7 Mahasiswa	4 mahasiswa S1 <i>project capstone</i> , 2 mahasiswa	100%

			S1 <i>project</i> investigasi, dan 1 mahasiswa S2 Topik Khusus	
8	Mata kuliah di program sarjana PS Teknik Industri Pertanian, Fateta IPB yang menggunakan pendekatan pemecahan kasus	3 MK S1 meliputi: Proyek Investigasi, <i>Project Capstone</i> , Teknologi Minyak Atsiri (120 mahasiswa yang mendapat <i>expose</i> desain agroindustri)	4 MK S1 meliputi: Proyek Investigasi, <i>Project Capstone</i> , Teknologi Minyak Atsiri, dan Perancangan Proyek Industri	100%
9	Info material program dan produk	2 video terkait program kegiatan dan produk	2 video	100%

Catatan: diisi sesuai dengan yang ada pada sistem

Laporan Capaian MBKM

IKU	Uraian	Capaian
1	Jumlah lulusan program sarjana yang berhasil mendapatkan pekerjaan	
	Jumlah lulusan program sarjana yang menjadi wiraswasta dengan pendapatan cukup menjadi wiraswasta dengan pendapatan cukup	
	Jumlah lulusan program sarjana yang studi lanjut	
	Jumlah lulusan yang bekerja di DUDI setelah magang	
	Jumlah lulusan yang melanjutkan studi dengan beasiswa	
2	Jumlah mahasiswa berprestasi di tingkat internasional	
	Jumlah mahasiswa berprestasi di tingkat nasional	
	Jumlah mahasiswa dari luar kampus yang mengambil matakuliah MBKM	
	Jumlah mahasiswa magang	
	Jumlah mahasiswa melakukan proyek di desa	
	Jumlah mahasiswa mengajar di sekolah	
	Jumlah mahasiswa mengikuti pertukaran pelajar di kampus lain	
	Jumlah mahasiswa yang melakukan kegiatan wirausaha	
	Jumlah mahasiswa yang melakukan proyek independent	
	Jumlah mahasiswa yang melakukan proyek kemanusiaan	
	Jumlah mahasiswa yang mengikuti penelitian	7

3	Jumlah dosen meneliti di kampus luar negeri	
	Jumlah dosen mengajar di kampus luar negeri	
	Jumlah dosen yang membina mahasiswa berprestasi tingkat internasional	
	Jumlah dosen yang membina mahasiswa berprestasi tingkat nasional	
	Jumlah dosen yang memiliki sertifikasi kompetensi/profesi yang diakui industri dan dunia kerja	
	Jumlah dosen yang meneliti di kampus lain dalam negeri	
	Jumlah dosen yang mengajar di kampus lain dalam negeri	
4	Jumlah dosen dari praktisi internasional yang mengajar	
	Jumlah dosen dari praktisi nasional yang mengajar	
	Jumlah matakuliah yang diajar oleh praktisi	1
5	Jumlah dosen berprestasi di tingkat nasional dan/atau internasional	
	Jumlah karya dosen yang diadopsi masyarakat (Perusahaan, UMKM, Pemda dan lain sebagainya)	1
	Jumlah publikasi dosen di jurnal bereputasi internasional	
	Jumlah publikasi dosen di jurnal nasional terindeks SINTA	
6	Jumlah dana (Rp) dari mitra	Rp579.922.500
	Jumlah kerjasama pendidikan dengan mitra	
	Jumlah kerjasama penelitian dengan mitra	1
	Jumlah kerjasama pengabdian kepada masyarakat	
7	Jumlah sks pada kurikulum yang dapat ditempuh melalui MBKM	
8	Jumlah dosen dan/atau peneliti asing	
	Jumlah mahasiswa asing	

Catatan : kosongkan capaian jika tidak ada capaian

BAB III : PELAKSANAAN PROGRAM DAN KEGIATAN

1. SCALE UP PRODUKSI MINYAK PALA TERPENELESS PADA SKALA KOMERSIAL

a. Jumlah pendanaan

Pendanaan dari Matching Fund (DIKTI) : Rp354.106.300,-

Pendanaan dari Mitra : Rp397.512.500,-

b. Latar belakang

Pala (*Myristica fragrance*) merupakan komoditi ekspor unggulan Indonesia. Sebagai produsen utama dunia untuk minyak pala, Indonesia memasok sekitar 80% kebutuhan minyak pala dunia. Minyak pala *terpeneless* merupakan salah satu produk hilir turunan minyak pala yang sangat potensial untuk di dalam industri makanan dan minuman, minyak pala merupakan komponen utama pada *flavor* rasa kola, *seasoning* dalam produk *bakery* dan *flavor* alami buah-buahan. Meskipun Indonesia merupakan eksportir utama untuk komoditi pala namun di sisi lain Indonesia juga importir produk *flavoring*. Minyak pala yang digunakan sebagai *flavor* adalah minyak pala yang tidak mengandung terpen karena golongan monoterpen dalam minyak pala cenderung mengalami polimerisasi dan membentuk senyawa yang tidak diinginkan, sehingga merusak bau dan *flavor* yang khas dari minyak pala. Kelompok senyawa terpen dapat dipisahkan dari minyak pala melalui proses deterpenasi. Deterpenasi merupakan proses menghilangkan seluruh atau sebagian komponen terpen di dalam minyak pala dengan tujuan untuk meningkatkan stabilitas minyak, meningkatkan kualitas rasa dan bau khas minyak, meningkatkan kelarutan dalam alkohol serta memperbaiki daya simpan. Sayangnya sejauh ini ekspor minyak pala dari Indonesia seluruhnya masih dalam bentuk *crude oil*. Belum ada produk minyak pala bebas terpen yang teridentifikasi diperjualbelikan secara komersial.

Tim pengusul telah berhasil mengembangkan desain proses distilasi fraksinasi vakum untuk proses deterpenasi minyak pala pada skala lab hingga pilot, menghasilkan minyak pala bebas senyawa terpen, yang selanjutnya disebut sebagai *terpeneless oil*. Melalui program ini tim pengusul akan melakukan validasi desain proses yang telah dikembangkan untuk uji coba produksi minyak pala *terpeneless* pada skala komersial.

c. Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan yang dilakukan yaitu; 1) pengadaan bahan baku, 2) desain proses deterpenasi minyak pala menggunakan *software Aspen HYSYS*, 3) validasi proses deterpenasi menggunakan distilasi fraksinasi vakum, 4) analisis fraksi hasil proses. Pada kegiatan ini, PT Alam Indonesia Raharja menyediakan bahan baku minyak pala 2/3 dari total bahan baku atau sebanyak 350 kg dan tim insan dikti mengadakan sebanyak 165 kg. Minyak pala tersebut digunakan untuk validasi proses deterpenasi oleh tim insan dikti. Program ini melibatkan 3 mahasiswa S1 dan 1 mahasiswa S2 yaitu Marsha Gabriella Nauli (F34190138) melalui *project Capstone*, Vera Windriyani (F3401201078) dan Yulinda (F3401201135) melalui *project* investigasi, dan Zata Yumni (F3501222006) melalui Topik Khusus sebagai bentuk pelaksanaan MBKM. *Project capstone* merupakan program dari Mata Kuliah Perancangan Proyek Industri di Departemen Teknologi Industri Pertanian, FATETA IPB University untuk mendesain suatu agroindustri turunan minyak pala. Melalui

project Capstone, mahasiswa melakukan pembelajaran dalam program Matching Fund Kedai Reka ini dengan waktu 5 hari dalam seminggu selama 1 semester dengan nilai 6 SKS. Adapun *project* investigasi yaitu program dari Departemen Teknologi Industri Pertanian, FATETA IPB University untuk mencari solusi dari permasalahan di PT Alam Indonesia Raharja. Mahasiswa *project* investigasi melakukan pembelajaran pada program ini dengan waktu satu hari dalam seminggu selama 1 semester dengan nilai 3 SKS. Adapun Topik Khusus merupakan mata kuliah bagi mahasiswa S2 untuk melakukan penelitian tugas akhir Tesis. Keterlibatan mahasiswa dalam program ini bersama dengan insan dikti dan mitra melakukan desain proses deterpenasi minyak pala menggunakan *software Aspen HYSYS*, memvalidasi proses deterpenasi menggunakan distilasi fraksinasi vakum, dan melakukan analisis fraksi hasil proses.

d. Hasil Kegiatan

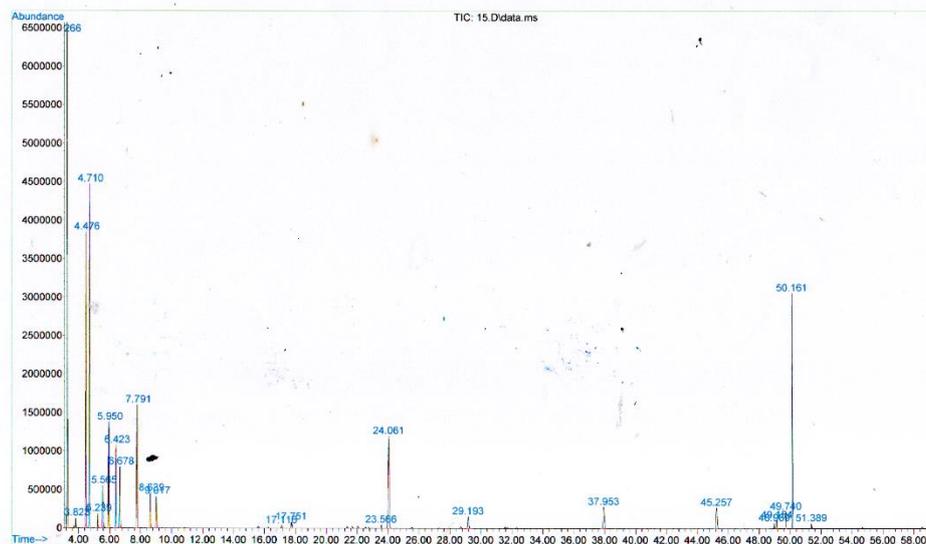
Analisis Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk validasi proses deterpenasi minyak pala ini diperoleh dari PT Alam Indonesia Raharja sebagai mitra pada program ini. Minyak pala tersebut kemudian dianalisis sifat fisiko-kimianya yang kemudian dibandingkan dengan standar SNI 06-2388-2006 tentang minyak pala. Hasil karakterisasi bahan baku minyak pala tersebut menunjukkan bahwa bahan baku yang digunakan telah sesuai dengan standar SNI, kecuali untuk kadar miristisin. Hasil analisis sifat fisiko-kimia minyak pala disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik minyak pala dan standar mutu SNI 06-2833-2006

Komponen mutu	SNI	Bahan
Warna	Jernih-kuning muda	Kuning jernih
Bau	Khas minyak pala	Khas minyak pala
Densitas	0,880 – 0,910	0,884; 0,0888
Indeks Bias	1,470 – 1,497	1,495
Putaran Optik	(+)80 – (+)250	(+)14
Kelarutan dalam alkohol	1:3	1:1
Miristisin (%)	Minimum 10	9,12

Minyak pala yang digunakan juga dilakukan analisis GCMS untuk melihat komponen senyawa yang terkandung. Minyak pala mengandung senyawa terpen (*monoterpene hydrocarbon/C₁₀H₁₆*) dan terpen-o (*monoterpene oxygenated/C₁₀H₁₆O*) (Lumbantoruan 2020). Kromatogram hasil analisis GCMS minyak pala disajikan pada Gambar 1 dan kandungan senyawa pada minyak pala disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil analisis GCMS, minyak pala mengandung sekitar 30 senyawa dengan golongan terpen terdiri *α-pinene*, *sabinene*, *β-pinene*, *D-limonen*, dan *g-terpinene* sedangkan senyawa *terpen-o* terdiri dari *terpinen-4-ol*, *safrole*, *methyleugenol* dan miristisin.



Gambar 1. Kromatogram minyak pala

Tabel 2. Hasil GCMS bahan baku

RT	Nama Komponen	Luas Area (%)
3.268	.alpha.-Pinene	19,79
4.477	.beta.-Pinene	12,49
4.711	Sabinene	14,46
5.567	.beta.-Myrcene	2,84
5.951	(+)-4-Carene	4,96
6.423	D-Limonene	4,09
6.677	.beta.-Phellandrene	3,17
7.793	.gamma-Terpinene	6,99
8.639	o-Cymene	2,09
9.017	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	1,94
24.059	Terpinen-4-ol	8,94
29.191	.alpha.-Terpineol	1,21
37.954	Safrole	1,20
45.255	Methyleugenol	2,05
50.163	Myristicine	9,51

Desain Proses Deterpenasi Menggunakan Software Aspen HYSYS

Simulasi desain proses dilakukan dengan menggunakan *software Aspen HYSYS*. Simulasi dilakukan dengan memperhatikan komposisi minyak pala dan mengelompokkan berdasarkan titik didih masing-masing komponen di dalam bahan. Spesifikasi komponen minyak pala tidak terdapat dalam *Aspen HYSYS* sehingga data spesifikasi diperoleh dari <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> dan <https://webbook.nist.gov/> yang kemudian dimasukkan ke dalam *Aspen HYSYS*. Spesifikasi yang diinputkan yaitu *molecular weight*, *normal boiling point* (°C), *density*, *critical temperature*, *critical pressure* (mbar), dan *critical volume* (m³/kgmole). Data spesifikasi golongan senyawa terpen dan terpen-o pada Tabel 3 dan Tabel 4.

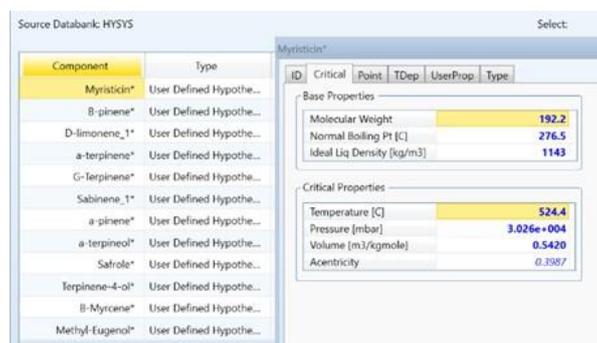
Tabel 3. Spesifikasi golongan senyawa terpen

No	Nama Senyawa	Molecular Weight	Normal Boiling Point (°C)	Ideal Liquid Density (kg/m ³)	Critical Temperature (°C)	Critical Pressure (mbar)	Critical Volume (m ³ /kg mole)
1	α- pinene	136,2	156,7	860	381,7	2.891e+004	0,484
2	β- pinene	136,2	167,5	860	375,1	2.884e+004	0,482
3	β- myrcene	136,2	167,0	789	336,4	2.422e+004	0,540
4	sabinene	136,2	163,7	840	372,1	2.935e+004	0,485
5	D- limonene	136,2	177,2	840	384,0	2.756e+004	0,496
6	α- terpinene	136,2	173,0	833	395,8	2,799e+004	0,496
7	γ- terpinene	136,2	183,0	841	395,8	2.799e+004	0,496

Tabel 4. Spesifikasi golongan senyawa terpen-o

No	Nama Senyawa	Molecular Weight	Normal Boiling Point (°C)	Ideal Liquid Density (kg/m ³)	Critical Temperature (°C)	Critical Pressure (mbar)	Critical Volume (m ³ /kg mole)
1	α- terpineol	154,3	218,0	930	467,8	2.950e+004	0,520
2	safrole	162,2	234,5	1100	479,9	3.501e+004	0,469
3	terpinene-4-ol	154,3	209,0	931	470,9	3.063e+004	0,525
4	methyl eugenol	178,0	254,8	1031	461,3	2.590e+004	0,560
5	myristicin	192,2	276,5	1143	524,4	3.026e+004	0,542

Seluruh spesifikasi pada Tabel 3 dan Tabel 4 dimasukkan ke dalam simulasi *Aspen HYSYS* seperti pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. List komponen simulasi *Aspen HYSYS*

Tahap selanjutnya adalah memilih model termodinamika yaitu UNIQAC karena dinilai paling cocok untuk digunakan pada kesetimbangan uap-cair dan cair-cair dengan tekanan dibawah 10 bar. Langkah selanjutnya adalah memilih alat fraksinasi dengan memilih fitur *stream input*, *stream output*, *heater*, dan *distillation column* sesuai kebutuhan. Kemudian memasukkan kondisi proses pada kolom distilasi tersebut.

Melalui simulasi tersebut, dihasilkan dua desain proses deterpenasi minyak pala. Desain pertama menghasilkan minyak *terpeneless Grade B* dengan kondisi proses disajikan pada Gambar 3. Kondisi proses yang diatur pada simulasi ialah tekanan, rasio refluks, dan suhu. Tekanan yang dipilih adalah 20 mbar atau setara

dengan 15 mmHg (-74 cmHg). Suhu yang digunakan ialah 100°C dengan tujuan memperoleh kemurnian minyak pala *terpeneless* yang diinginkan. Adapun rasio refluks yang digunakan ialah 10/5 atau sama dengan 2.

Berdasarkan simulasi pada kondisi proses tersebut, diperoleh produk minyak pala *terpeneless* Grade B dengan kemurnian 93% karena masih memiliki sisa komponen terpen sebanyak 6% lebih di dalamnya. Produk minyak pala *terpeneless* grade B ditetapkan/dirancang memiliki kemurnian dari fraksi terpenya sebesar 90-95% yang menandakan persentase terpen tersisa di dalamnya sebesar 5-10%. Adapun desain kedua yaitu untuk menghasilkan produk *terpeneless* grade A yang memiliki kemurnian yang lebih tinggi yaitu 96-99% dengan sisa terpen sebanyak 1-5%. Untuk desain kedua, suhu pada kondisi proses dinaikkan untuk menguapkan sisa komponen terpen yang masih tertinggal. Dengan penambahan waktu proses dan peningkatan suhu kembali, kemurnian *terpeneless* yang didapat akan semakin meningkat. Desain proses hasil simulasi untuk produk minyak pala *terpeneless* grade A disajikan pada Gambar 5. Pada produk grade B, sisa komponen γ -terpinene yang tersisa adalah 6%. Dengan menggunakan desain proses kedua, sisa komponen dari γ -terpinene adalah 2% sehingga menaikkan jumlah komponen terpen-o pada minyak pala *terpeneless*. *Terpinene-4-ol* sebanyak 18%, α -terpineol sebanyak 3%, *safrole* sebanyak 10%, *methyl eugenol* sebanyak 7% dan *myristicin* sebanyak 57% dari komponen grade A ini. Adapun rangkuman perbedaan antara kedua grade produk tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Name	1	2	TERPEN	TERPENLESS
Vapour Fraction	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Temperature [C]	25.00	50.00	49.68	100.0
Pressure [mbar]	1013	1013	25.00	25.00
Molar Flow [kgmole/h]	1.443e-002	1.443e-002	1.130e-002	3.123e-003
Mass Flow [kg/d]	50.00	50.00	36.96	13.04
Liquid Volume Flow [L/d]	55.99	55.99	43.62	12.37
Heat Flow [kJ/h]	-4444	-4365	-3220	-1113

Gambar 3. Kondisi proses simulasi untuk minyak *terpeneless* Grade B

Flow Rate (kg/d)	50.0000	TERPEN	TERPENLESS
A-pinene*	0.2450	0.3314	0.0000
Sabinene*	0.2030	0.2746	0.0000
B-Pinene*	0.1423	0.1925	0.0000
B-Myrcene*	0.0363	0.0489	0.0005
A-Terpinene*	0.0278	0.0376	0.0000
D-Limonene*	0.0547	0.0726	0.0040
G-Terpinene*	0.0480	0.0424	0.0638
Terpinene-4-ol*	0.0470	0.0000	0.1801
A-Terpineol*	0.0092	0.0000	0.0352
Safrole*	0.0257	0.0000	0.0984
MethylEugenol*	0.0178	0.0000	0.0682
Myristicin*	0.1434	0.0000	0.5499

Gambar 4. Komponen tiap senyawa pada masing-masing fraksi Grade B

Name	1-2	2-2	TERPEN-2	TERPENLESS-2
Vapour Fraction	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Temperature [C]	25.00	50.00	49.87	105.0
Pressure [mbar]	1013	1013	25.00	25.00
Molar Flow [kgmole/h]	1.443e-002	1.443e-002	1.148e-002	2.943e-003
Mass Flow [kg/d]	50.00	50.00	37.55	12.45
Liquid Volume Flow [L/d]	55.99	55.99	44.32	11.67
Heat Flow [kJ/h]	-4444	-4365	-3271	-1060

Gambar 5. Kondisi proses simulasi untuk minyak *terpeneless* Grade A

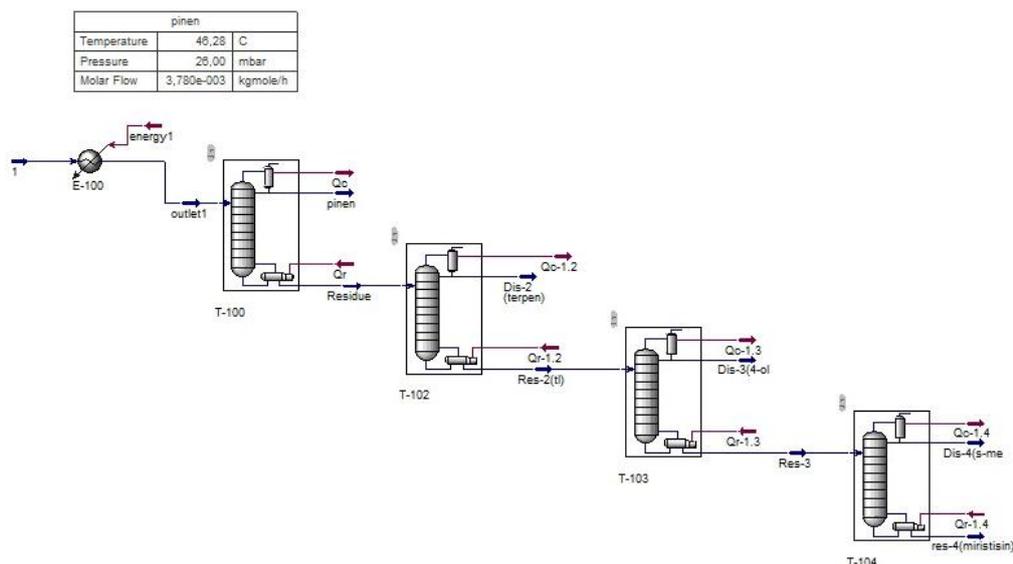
	2		TERPEN	TERPENLESS
Flow Rate (kg/d)	50.0000	Flow Rate (kg/d)	37.5483	12.4517
A-pinene*	0.2450	A-pinene*	0.3262	0.0000
Sabinene*	0.2030	Sabinene*	0.2703	0.0000
B-Pinene*	0.1423	B-Pinene*	0.1895	0.0000
B-Myrcene*	0.0363	B-Myrcene*	0.0482	0.0001
A-Terpinene*	0.0278	A-Terpinene*	0.0370	0.0000
D-Limonene*	0.0547	D-Limonene*	0.0726	0.0010
G-Terpinene*	0.0480	G-Terpinene*	0.0562	0.0232
Terpinene-4-ol*	0.0470	Terpinene-4-ol*	0.0000	0.1886
A-Terpineol*	0.0092	A-Terpineol*	0.0000	0.0369
Safrole*	0.0257	Safrole*	0.0000	0.1030
MethylEugenol*	0.0178	MethylEugenol*	0.0000	0.0714
Myristicin*	0.1434	Myristicin*	0.0000	0.5758

Gambar 6. Komponen tiap senyawa pada masing-masing fraksi Grade A

Tabel 5. Perbedaan Minyak Pala *Terpeneless* Grade A dan Grade B

Kriteria	Grade A	Grade B
Kemurnian (%)	96-99	90-95
Persentase Terpen Tersisa (%)	1-4	5-9
Persentase Terpen Terpisah (%)	75	73
Rendemen (%)	24	26
Tekanan (mbar)	20-25	20-25
Rasio Refluks	10/5	10/5
Suhu maksimum (°C)	105	100

Desain proses selanjutnya dioptimasi pada suhu bahan 103 °C, suhu uap 59,41 °C, rasio refluks 4, tekanan -74 cmHg. Pada desain ini, fraksi terpen dipisahkan terlebih dahulu kemudian proses fraksinasi dilanjutkan secara bertahap memisahkan fraksi *Terpinen-4-ol*, fraksi *safrole* dan *methyl eugenol*, dan fraksi miristisin. Hasil simulasi desain proses fraksinasi minyak pala dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rancangan simulasi desain proses fraksinasi minyak pala

Berdasarkan hasil simulasi tersebut, dihasilkan terpen sebesar 69,32% dan rendemen fraksi *terpeneless* sebesar 30,68%.

Validasi Proses Deterpenasi Menggunakan Alat Distilasi Fraksinasi Vakum

Desain proses deterpenasi minyak pala divalidasi kondisi prosesnya pada skala 565 kg dengan menggunakan alat fraksinasi vakum tipe *packed colune*. Proses berlangsung dengan kondisi tekanan -74 cmHg dan rasio refluks 10:5, dan suhu 105 °C, dan proses berlangsung selama 90 menit. Hasil yang diperoleh melalui kondisi ini yaitu dapat memisahkan fraksi terpen 81,6% dan terpeneless 17,4%, loss sebanyak 1% dengan kemurnian 92,5% dan *recovery* 58,39%. Hasil analisis GCMS fraksi terpen dan *terpeneless* dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Hasil analisis GCMS fraksi terpen

Sampel	Senyawa	Kandungan (%)
Minyak Pala fraksi terpen	<i>Alpha-pinene</i>	27,08
	<i>Beta-pinene</i>	14,75
	<i>Beta-phellandrene</i>	21,00
	<i>(+)-3-Carene</i>	3,29
	<i>Terpinolene</i>	3,54
	<i>D-limonene</i>	4,91
	<i>Beta-phellandrene</i>	3,15
	<i>Gamma-Terpinene</i>	4,93
	<i>p-Cymene</i>	2,10
	<i>Terpinolene</i>	1,92
	<i>Terpinen-4-ol</i>	3,48
	<i>Myristicine</i>	4,65

Tabel 7. Hasil analisis GCMS fraksi *terpeneless*

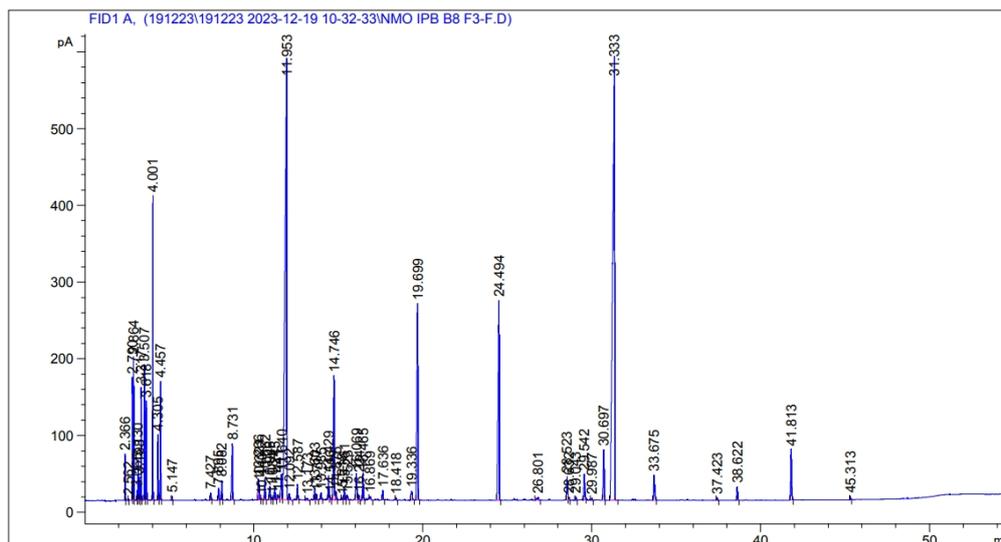
Sampel	Senyawa	Kandungan (%)
Minyak Pala fraksi <i>Terpeneless</i>	<i>Gamma-terpinene</i>	1,03
	<i>Copaene</i>	1,66
	<i>Terpinen-4-ol</i>	9,48
	<i>Alpha-Terpineol</i>	1,98
	<i>Delta-Amorphene</i>	1,06
	<i>Safrole</i>	7,11
	<i>Methyl eugenol</i>	5,53
	<i>Eugenol</i>	1,71
	<i>Methyl isoeugenol</i>	1,95
	<i>Elemicin</i>	4,15
	<i>Myristicine</i>	51,29
	<i>Trans-Isoeugenol</i>	3,75
	<i>Methoxyeugenol</i>	2,83

Hasil analisis GCMS pada fraksi *terpeneless* masih mengandung 1% kandungan monoterpen yaitu *Gamma-terpinene*, namun proses pemisahan yang dihasilkan sudah baik. Fraksi *terpeneless* mengandung *terpinene-4-ol* yang didapatkan adalah 9,48%, *safrole* sebanyak 7,11%, *methyl eugenol* sebanyak 5,53%, *elemicin* sebanyak 4,15% dan *Myristicin* dari bahan baku awal 17,82% menjadi 51,29%.

Validasi proses juga dilakukan dengan menaikkan suhu bahan baku untuk mengkonfirmasi rendemen, kemurnian dan *recovery terpeneless*. Proses fraksinasi berlangsung pada suhu pemanas 79 – 165 °C, suhu bahan 64 – 107 °C, suhu uap 52 – 68 °C, rasio refluks 12/2 dan tekanan -74 cmHg. Adapun desain kondisi proses secara detail disajikan pada Tabel 8. Dari proses tersebut menghasilkan rendemen *terpeneless* 26,29%, kemurnian 84,04% dan *recovery* 86,66%. Fraksi *terpeneless* minyak pala mengandung *terpinene-4-ol* 24,95%, *safrole* 6,13%, *methyl eugenol* 6,62%, dan *myristicin* yang awalnya 9,51% menjadi 26,76%.

Tabel 8. Desain proses deterpenasi minyak pala

Tekanan (mBar)	Komponen	Suhu (°C)			Refluks	Massa Realisasi (kg)
		Heater	Bahan	Uap		
-74 cmHg	Fraksi 1 (Terpen)	79-108	64-82	52-68	12/2	30,28
	Fraksi 2 (Fraksi antara 1&3)	115-165	82-107	56-68	12/2	1,265
	Fraksi 3 (<i>Terpeneless</i>)					11,04



Gambar 8. Kromatogram fraksi minyak pala *terpeneless*

e. Kendala (jika ada)

Kendala yang dihadapi pada saat pelaksanaan adalah *heater* yang digunakan untuk memanaskan *reboiler* tidak berfungsi dengan baik, indikator suhu tidak dapat membaca data proses dengan tepat, dan sempat terjadi kebocoran selang sehingga validasi proses sempat tertunda. Solusi yang dilakukan adalah melakukan perbaikan *heater*, indikator suhu, kalibrasi dan perbaikan selang yang bocor.

2. PENGEMBANGAN SPESIFIKASI DAN SERTIFIKASI PRODUK

a. Jumlah pendanaan

Pendanaan dari Matching Fund (DIKTI) : Rp43.620.000,-
 Pendanaan dari Mitra : Rp60.200.000,-

b. Latar belakang

Pada kegiatan sebelumnya telah dilakukan *scale up* produksi minyak pala *terpeneless* pada skala komersial. Validasi desain proses produksi pada skala komersial telah dilakukan, sehingga data spesifikasi fraksi yang dihasilkan juga telah diketahui. Minyak pala *terpeneless* agar memenuhi spesifikasi sebagai *flavoring agent* perlu dilakukan pengujian lanjutan yang kemudian di dukung dengan dokumen spesifikasi produk seperti Certificate of Analysis (CoA), material safety data sheet (MSDS), serta dokumen sertifikasi produk. Spesifikasi dan sertifikasi produk menjadi upaya penting untuk menjaga kualitas produk dan agar dapat di terima oleh pasar. Bagi pelaku bisnis sangat penting melakukan standarisasi dan sertifikasi produk agar bisa memasuki pasar domestik maupun global. Produk yang tidak memenuhi standar akan kalah bersaing dengan kompetitor lain. Dengan melakukan standarisasi dan sertifikasi produk juga akan memberikan kemudahan dalam pengembangan usaha ke depannya.

c. Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan yaitu 1) analisis produk *terpeneless oil*, 2) analisis sensori, analisis toksisitas dan cemaran mikroba, 3) pembuatan dokumen spesifikasi produk (CoA dan MSDS), 4) penyusunan dokumen sertifikasi produk seperti Natural/Organik/Food Grade/Halal. Pada kegiatan ini, insan dikti melakukan analisis produk *terpeneless* dan penyiapan dokumen spesifikasi produk dan mitra menyiapkan dokumen untuk sertifikasi produk. Kegiatan ini melibatkan 2 mahasiswa S1 yaitu Siti Nurhasaroh (F34190060) melalui *project capstone* dan Vera Windriyani (F3401201078) melalui *project* investigasi sebagai bentuk pelaksanaan MBKM. *Project capstone* merupakan program dari Mata Kuliah Perancangan Proyek Industri di Departemen Teknologi Industri Pertanian, FATETA IPB University untuk mendesain suatu agroindustri turunan minyak pala. Melalui *project capstone*, mahasiswa melakukan pembelajaran dalam program Matching Fund Kedai Reka ini dengan waktu 5 hari dalam seminggu selama 1 semester dengan nilai 6 SKS. Adapun *project* investigasi yaitu program dari Departemen Teknologi Industri Pertanian, FATETA IPB University untuk mencari solusi dari permasalahan spesifikasi produk di PT Alam Indonesia Raharja. Mahasiswa *project* investigasi melakukan pembelajaran pada program ini dengan waktu satu hari dalam seminggu selama 1 semester dengan nilai 3 SKS. Keterlibatan mahasiswa dalam program ini bersama dengan insan dikti dan mitra melakukan analisis produk *terpeneless oil*, penyiapan dokumen CoA dan MSDS, serta penyiapan dokumen sertifikasi produk.

d. Hasil Kegiatan

Analisis Produk *Terpeneless Oil*

Minyak pala dan minyak bunga pala termasuk dalam daftar bahan yang aman untuk dikonsumsi (GRAS) oleh FEMA (Flavor and Extract Manufacturers Association) dengan nomor 2793 dan 2653. Namun, minyak pala dan minyak bunga pala juga harus memenuhi standar keamanan yang ditetapkan oleh lembaga lain, seperti Dewan Eropa, FDA (Food and Drug Administration), dan Codex Alimentarius. Standar keamanan ini mengatur batas maksimum kadar *safrole* dalam produk makanan dan minuman yang mengandung minyak pala atau minyak bunga pala. Batas maksimum ini bervariasi tergantung pada jenis produknya, mulai dari kurang dari 1 ppm hingga 15 ppm (Ashurst 1995).

Produk *terpeneless oil* hasil validasi desain proses deterpenasi minyak pala menggunakan distilasi fraksinasi *packed column* dikarakterisasi mutu produk, sensori, cemaran mikroba dan toksisitas. Sifat fisik *terpeneless oil* disajikan pada Tabel 9 dan Tabel 10 menunjukkan hasil analisis cemaran mikroba. *Terpeneless oil* memiliki aroma yang lebih halus dan stabil daripada minyak pala biasa. *Terpeneless oil* memiliki kandungan utama terpinene-4-ol 24,95% dan *myristicin* 26,76% yang mengandung antioksidan tinggi. Kandungan *safrole* dan *methyl eugenol* juga masih tinggi dari minyak pala biasa yaitu 6,13% dan 6,62%. *Methyl eugenol* dan *safrole* adalah senyawa fenolik yang memiliki banyak aktivitas biologis, seperti anti-inflamasi, anti-oksidan, analgesik, anti-bakteri, anti-jamur, anti-parasit, anti-kanker, anti-diabetes, neuroprotektif, dan psikologi. *Terpeneless oil* memiliki sifat aktivitas biologis yang baik maka produknya aman dari cemaran mikroba.

Tabel 9. Karakterisasi produk dan sensori

Komponen Mutu	Hasil Uji	
	Fraksi kaya <i>terpinene-4-ol</i>	Fraksi kaya miristisin
Warna	Jernih	Kuning Oranye
Bau	Khas minyak pala	Khas minyak pala
Aroma	<i>Warm, spicy</i>	<i>Warm, spicy</i>
Densitas	0,887 - 0,913	1,04 – 1,051
Indeks Bias	1,4 - 1,475	1,5 - 1,518
Putaran optik	(+)18 - (+)19	(+)4 - (+)5
Kelarutan dalam etanol	1 : 1	1:1

Tabel 10. Hasil analisis cemaran mikroba

Parameter	Hasil	Regulatory Limit	Unit
ALT/TPC/APC	< 10	< 10 ³	Koloni/g
<i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	Negative	Negative	/ 0,1 g
<i>Staphylococcus Aureus</i>	Negative	Negative	/ 0,1 g
<i>Candida Albicans</i>	Negative	Negative	/ 0,1 g

Analisis toksisitas *terpeneless oil* dilakukan pada laboratorium berbasis virtual yaitu Protox Web Server. Pengujian ini dilakukan untuk memprediksi toksisitas pada molekul kecil komponen *terpeneless oil*. Prediksi toksisitas dilakukan secara komputasi sehingga lebih cepat dan dapat membantu mengurangi jumlah percobaan pada hewan secara langsung. Dalam pelaksanaan uji toksisitas virtual, protox web server memprediksi berbagai titik akhir toksisitas seperti toksisitas akut, hepatotoksitas, sitotoksitas, karsinogenisitas, mutagenisitas, imunotoksitas, hasil buruk pada jalur dan target toksisitas. Berikut hasil prediksi toksisitas pada senyawa utama *terpeneless oil*.

Tabel 11. Hasil Prediksi Toksisitas Senyawa Utama pada Terpeneless

Senyawa	LD50 Mg/Kg	Prediksi Kelas Toksisitas	Akurasi Prediksi (%)
<i>Terpinen-4-ol</i>	1016	4	100
<i>Methyl Eugenol</i>	810	4	100
<i>Safrole</i>	1950	4	100
<i>Terpineol</i>	2830	5	100
<i>Myristicin</i>	4260	5	100

Berdasarkan hasil prediksi toksisitas menggunakan Protox Web Server didapat data hasil prediksi toksisitas seperti pada Tabel 11. Dari Tabel 11 diperoleh data dimana *terpinen-4-ol*, *methyl eugenol*, dan *safrole* berada di kelas 4 prediksi toksisitas, sedangkan *terpineol* dan *myristicin* terdapat pada kelas 4. Berdasarkan Protox Web Server, semakin kecil angka atau bilangan prediksi kelas toksisitas maka semakin toksis prediksi suatu senyawa, sebaliknya jika semakin besar angka atau bilangan maka semakin aman suatu senyawa tersebut. Berikut tabel toksisitas terhadap target organ.

Tabel 12. Toksisitas Target Organ

Senyawa	Hepatotoksik	Karsinogen	Imunotoksitas	Mutagen	Sitotoksitas
<i>Terpinen-4-ol</i>	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
<i>Methyl Eugenol</i>	Tidak	Ya	Tidak	Tidak	Tidak
<i>Safrole</i>	Tidak	Ya	Tidak	Tidak	Tidak
<i>Terpineol</i>	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
<i>Myristicin</i>	Tidak	Ya	Ya	Tidak	Tidak

Berdasarkan Tabel 12, diperoleh data bahwa *methyl eugenol* dan *safrole* memiliki efek karsinogen dan *myristicin* memiliki efek karsinogen dan toksisitas pada imun. Sementara *terpinen-4-ol* dan *terpineol* tidak memiliki efek toksisitas pada target organ secara virtual.

Menurut *The Metabolomics Innovation Centre* dan *National Cancer Institute*, *methyl eugenol* bersifat iritan dan mutagenik pada hewan sehingga diperkirakan bersifat karsinogen pada manusia berdasarkan bukti adanya karsinogenesis pada hewan. Berdasarkan *The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), *methyl eugenol* diklasifikasikan sebagai bahan kimia beresiko untuk agen *flavouring*, sehingga dalam aplikasinya perlu dieliminasi.

Berdasarkan PubChem, *safrole* bersifat iritan dan tidak menimbulkan risiko karsinogenik yang signifikan bagi manusia. Namun, efek karsinogenesis (hepatokarsinogen) *safrole* ditemukan pada tikus dengan intensitas yang lemah. Hal ini mengakibatkan pelarangan penggunaan *safrole* oleh FDA dalam parfum dan sabun, dan sebagai bahan tambahan makanan. Oleh karena itu, dalam aplikasinya kandungan *safrole* sebisa mungkin dieliminasi dari *terpeneless*. *Safrole* dapat berfungsi sebagai antibiotik dan anti-angiogenik.

Berdasarkan Protox Web Server, *myristicin* bersifat karsinogen, tetapi berdasarkan *The Metabolomics Innovation Centre*, *myristicin* menunjukkan tidak ada indikasi karsinogenesis pada manusia. Berdasarkan *National Occupational Health and Safety Commission* (NOHSC), *myristicin* dapat menyebabkan iritasi kulit atau dermatitis. Meskipun begitu, pala yang mengandung *myristicin* dapat dijadikan sebagai agen *flavouring* dengan ketentuan tidak boleh dikonsumsi lebih dari 5 gram pala (setara dengan 1-2 mg miristisin/kg berat badan) karena akan menyebabkan keracunan (Hallstrom *et al.* 1997).

Terpinen-4-ol dan *terpineol* bersifat iritan. Namun, kedua senyawa utama tersebut dapat digunakan pada industri *flavouring*. Beberapa makanan yang mengandung *terpinen-4-ol* dan *terpineol* adalah minuman non-alkohol, puding, gelatin dan sebagainya. Berikut tabel konsentrasi *terpinen-4-ol* dan *terpineol* dalam berbagai bahan makanan.

Tabel 13. Penggunaan *Terpinen-4-ol* dan *terpineol* dalam Industri Makanan

Kategori Makanan	Konsentrasi pada Umumnya (ppm)	Batas Maksimal (ppm)
<i>Baked goods</i>	6,85	40,66
<i>Chewing gum</i>	0,25	0,25
<i>Frozen dairy</i>	3,47	11,02
<i>Gelatins, pudding</i>	3,79	10,11

Kategori Makanan	Konsentrasi pada Umumnya (ppm)	Batas Maksimal (ppm)
<i>Gravies</i>	3,00	6,00
<i>Meat products</i>	10,00	20,00
<i>Nonalcoholic baverages</i>	1,49	2,67
<i>Soft candy</i>	3,68	5,63

Sumber : Burdock, G.A. (ed.). *Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients*. 6th ed. Boca Raton, FL 2010, p. 261

Produk *terpeneless oil* yang dikembangkan memiliki dua grade/spek yang ditawarkan. Grade produk memiliki implikasi langsung terhadap segmen konsumen yang ditargetkan oleh perusahaan. Grade yang menunjukkan keseimbangan antara kualitas dan harga dapat menarik konsumen yang mencari nilai maksimal dengan harga yang masuk akal. Secara keseluruhan, keterkaitan antara grade produk dan produk perusahaan membentuk persepsi konsumen, preferensi, dan keputusan pembelian. Dalam pengambilan keputusan, konsumen mempertimbangkan faktor-faktor seperti harga, kualitas, dan nilai yang ditawarkan oleh grade produk. Sebagai hasilnya, strategi penilaian grade produk menjadi salah satu elemen kunci dalam pemasaran yang dapat mempengaruhi citra merek, segmen pasar yang dijangkau, dan kesuksesan produk di pasaran. Berikut tabel spesifikasi grade produk minyak pala *terpeneless* yang telah dirancang.

Tabel 14. Spesifikasi Grade Produk Minyak Pala *Terpeneless*

Spesifikasi Produk	Grade A	Grade B
Kemurnian	96 – 99%	90 – 95%
<i>Terpinene-4-ol</i>	17 - 19%	16 - 18%
<i>Myristicin</i>	55 - 58%	50 - 54%
<i>Alpha-Terpineol</i>	2.5 - 5%	2,5 - 3%
<i>Safrole</i>	9 - 11%	8 - 10%
<i>Methyl eugenol</i>	6 - 8%	5 - 7%
Terpene Tersisa	1 – 4,9%	5 – 9.9%
Terpene Terpisahkan	74 - 77%	70 - 73%

Minyak pala *terpeneless* perlu dikemas dan diberikan label produk karena alasan-alasan penting dalam hal keamanan, informasi konsumen, dan pemasaran. Kemasan yang baik menjaga keamanan produk dari kontaminasi, paparan sinar matahari langsung, dan kerusakan fisik selama pengangkutan dan penyimpanan (Smith2018). Hal ini sangat penting karena minyak pala *terpeneless* adalah bahan yang rentan terhadap perubahan kualitas jika tidak disimpan dengan benar. Label memberikan petunjuk tentang spesifikasi produk, termasuk kualitas dan karakteristiknya, yang membantu konsumen membuat keputusan pembelian yang tepat. Label membantu produk untuk membedakan produk dari pesaing, memberikan citra merek yang kuat, dan mempromosikan produk kepada konsumen (Jones 2019). Oleh karena itu, kemasan dan label produk memiliki peran yang sangat penting dalam memastikan produk minyak pala *terpeneless* dapat diidentifikasi, dijual, dan dikonsumsi dengan baik. Label dan desain kemasan produk *terpeneless oil* yang telah dikembangkan disajikan pada Gambar 9 sampai Gambar 11.



Gambar 9. Label kemasan produk *terpeneless oil*



Gambar 10. Desain kemasan jerigen HDPE 5 L (kiri) dan HDPE 25 L (kanan)



Gambar 11. Desain kemasan drum HDPE 200 L

Proses Pengurusan Sertifikasi Halal/Natural

Sertifikat halal adalah bukti bahwa produk tersebut telah memenuhi standar halal yang ditetapkan oleh lembaga yang berwenang, yaitu BPJPH (Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal) sesuai skema SJPH (Sistem Jaminan Produk Halal) setelah melalui pemeriksaan oleh LPH (Lembaga Pemeriksa Halal) seperti LPPOM MUI di Indonesia, IFANCA di Amerika Serikat, atau JAKIM di Malaysia. Sertifikat halal juga merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan daya

saingan nilai tambah produk minyak pala *terpeneless* di pasar global, khususnya di negara-negara yang mayoritas penduduknya beragama Islam. Sertifikat halal untuk produk minyak pala *terpeneless* membutuhkan proses yang cukup panjang dan rumit, namun juga memberikan manfaat yang besar bagi pengembangan dan pemasaran produk minyak pala *terpeneless*. Oleh karena itu, produsen minyak pala *terpeneless* harus berusaha untuk memenuhi standar halal yang ditetapkan oleh lembaga-lembaga yang berwenang.

Berdasarkan hasil diskusi dengan salah satu pakar halalisisasi produk, minyak pala *terpeneless* ini sudah dapat dikategorikan halal dengan mengacu pada Keputusan Menteri Agama (KMA) 1360 dan KMA 748 di mana KMA 1360 merupakan regulasi terkait bahan tidak kritis dan KMA 748 merupakan regulasi yang wajib bersertifikat halal. Minyak pala *terpeneless* dinyatakan halal karena berdasarkan proses deterpenasi yang dilakukan di lapang tidak ada proses yang melibatkan penambahan bahan kritis, seperti tidak menggunakan bahan penolong dan sesudah proses tidak ada bahan tambahan. Hal ini membuktikan bahwa minyak pala *terpeneless* tidak mengandung bahan kritis sehingga dapat dikatakan sebagai produk halal.

Desain produk *terpeneless oil* selanjutnya yaitu identifikasi persyaratan atau karakteristik produk untuk sertifikasi natural. Sertifikat natural adalah salah satu bentuk jaminan mutu yang menunjukkan bahwa produk minyak pala *terpeneless* diproduksi dengan cara yang ramah lingkungan, tidak mengandung bahan sintesis atau berbahaya, dan sesuai dengan kriteria kualitas yang ditentukan oleh lembaga sertifikasi yang diakui. Sertifikat natural juga dapat meningkatkan kepercayaan konsumen dan membuka peluang pasar yang lebih luas bagi produk minyak pala *terpeneless*.

Tabel 15. Komponen Titik Kritis Kehalalan Produk Minyak Pala *Terpeneless*

Komponen	Acuan	Aspek Kritis
Bahan-Bahan		
Bahan Baku	KMA 1360	Minyak pala yang berasal dari tanaman <i>Myristica fragrans Houtt</i> dengan kandungan myristicin sekitar 9% yang tidak dicampur dengan bahan-bahan haram atau Najis, sehingga bahan tidak kritis
Bahan Tambahan	KMA 1360	Tidak digunakan tambahan bahan
Bahan Penolong	KMA 1360	Air digunakan sebagai bahan penolong dalam proses distilasi uap. Air termasuk bahan tidak kritis.
Kemasan Primer	KMA 1360	Kemasan produk minyak pala <i>terpeneless</i> menggunakan jerigen dengan bahan plastik <i>polyethylene</i> (HDPE) berkualitas tinggi. Kemasan plastik HDPE berbahan <i>Polyethylene</i> , termasuk bahan tidak kritis.
Pencuci	Fatwa MUI terbaru No. 10 Tahun 2018	Alkohol Teknis. Alkohol yang digunakan berasal dari industri non khamar.

Komponen	Acuan	Aspek Kritis
	tentang produk Makanan dan Minuman yang Mengandung Alkohol/Etanol	
Proses Produksi	SJPH Kepkaban 20/2023	Semua bahan yang digunakan dalam proses produksi adalah halal, termasuk bahan baku, bahan tambahan (jika ada), bahan penolong (jika ada), bahan pengemas, dan bahan lainnya. Selain itu, proses produksi yang dilakukan tidak mengandung unsur haram, najis, atau kontaminasi non halal.
Fasilitas	Fatwa MUI tentang Fasilitas dan Kepkaban 20/2023	Untuk memastikan kehalalan produk, industri harus menghindari penggunaan fasilitas yang bergantian dengan produk yang tidak halal atau terkontaminasi dengan najis. Jika hal ini terjadi, maka kondisi tersebut menjadi kritis dan dapat membatalkan sertifikat halal. Oleh karena itu, industri harus membersihkan dan mensucikan fasilitasnya sebelum digunakan untuk memproduksi produk halal.
Produk	Kepkaban 20/2023	Minyak Pala <i>Terpeneless</i> , dari sisi nama, <i>sensory profile</i> , produk Minyak Pala <i>Terpeneless</i> memenuhi kriteria Fatwa terkait Produk.

Di Indonesia, lembaga sertifikasi natural produk minyak pala dan minyak pala *terpeneless* adalah Balai Sertifikasi Industri, yang melakukan evaluasi dan inspeksi produk minyak pala *terpeneless* sesuai dengan standar SNI 06-2388-2006 Minyak Paladan standar natural yang berlaku, seperti ISO 9235, IFRA, ECOCERT dan ECOMark. Di luar negeri, lembaga sertifikasi natural produk minyak pala dan minyak pala *terpeneless* bervariasi tergantung pada negara tujuan ekspor, seperti di Eropa lembgasertifikasi natural produk minyak atsiri adalah European Federation of Essential Oils (EFEFO) yang merupakan asosiasi profesional yang mewakili industri minyak atsiri alami dan organik yang disebut EFEFO *Guidelines on the Naturalness of Essential Oils*. Standar ini didasarkan pada prinsip-prinsip standar ISO 9235 dan ECOCERT. Di Amerika Serikat lembaga sertifikasi natural produk minyak atsiri adalah Natural Products Association (NPA) yang merupakan organisasi nirlaba yang mewakili industri produk alami di Amerika Serikat. NPA memiliki standar khusus untuk produk kosmetik alami, yang disebut NPA Natural Standards for Personal care Products. Standar ini menetapkan persyaratan untuk bahan-bahan, proses produksi, pengemasan, dan penandaan produk kosmetik alami, termasuk produk minyak atsiri. Di Australia, lembaga sertifikasi natural produk

minyak atsiri adalah Australian Certified Organic (ACO) yang merupakan organisasi sertifikasi organik terbesar di Australia.

Produk minyak pala *terpeneless* harus memenuhi kriteria tertentu agar dapat dinyatakan sebagai produk alami. Menurut FDA, produk alami adalah produk yang tidak mengandung bahan sintetis atau buatan manusia. Produk minyak pala *terpeneless* yang hanya mengandung bahan-bahan alami dan tidak mengandung bahan sintetis dapat dinyatakan sebagai produk alami.

Tabel 16. Aspek Natural Produk Minyak Pala *Terpeneless* dari Ecomark

Komponen	Aspek Kritis
Bahan-bahan alami	Produk harus hanya terdiri dari atau setidaknya hampir seluruhnya terdiri dari komponen alami dan harus diproduksi dengan proses yang sesuai untuk menjaga kemurnian kandungannya.
Keamanan	Produk harus menghindari komponen apa pun yang dicurigai memiliki risiko kesehatan manusia. Produk harus diuji oleh laboratorium yang diakui oleh Ecomark untuk memastikan bahwa produk tidak mengandung zat-zat berbahaya tersebut.
Tanggung jawab	Tidak boleh ada uji coba pada hewan untuk mengembangkan produk. Produk harus menggunakan metode alternatif yang etis dan ilmiah untuk mengevaluasi efektivitas dan keamanan produk.
Keberlanjutan	Produk harus menggunakan komponen yang dapat terurai secara hayati dan kemasan yang paling ramah lingkungan. Produk harus menggunakan bahan baku yang berasal dari tanaman organik atau sumber daya terbarukan. Produk harus menggunakan proses produksi yang hemat energi dan air. Produk harus mengurangi atau menghindari penggunaan bahan kimia sintetis, pestisida, pupuk, atau zat-zat lain yang dapat mencemari lingkungan. Produk harus menjaga keseimbangan ekosistem dan tidak merusak habitat atau spesies yang dilindungi.

Sumber: www.ecomark.com

Sertifikat ECOMark adalah sertifikat yang diberikan kepada produk yang ramah lingkungan dan memenuhi standar ekologi yang ketat. Produk bersertifikat ECOMark harus memiliki kandungan alami minimal 95%, tidak menggunakan bahan kimia berbahaya, tidak melakukan pengujian pada hewan, dan menggunakan bahan yang dapat terurai biologis atau didaur ulang untuk kemasannya. Produk bersertifikat ECOMark juga harus mencantumkan semua bahan pada label kemasannya. Setelah melakukan identifikasi aspek dalam sertifikasi Natural, PT Alam Indonesia Raharja dapat memastikan bahwa produk *terpeneless oil* telah memenuhi aspek-aspek tersebut dan dapat melakukan *self declare* untuk natural produk. Kedepannya sertifikasi produk natural akan dilakukan oleh lembaga sertifikasi.

e. Kendala

Kendala yang dihadapi pada saat pelaksanaan kegiatan ini yaitu analisis/pengujian produk *terpeneless oil* mengalami keterlambatan dari jadwal yang direncanakan dikarenakan adanya kendala teknis pada saat validasi proses fraksinasi. Hal ini menyebabkan analisis allergen tidak dapat dilakukan oleh laboratorium standar atau klinik karena proses pengujian membutuhkan waktu sekitar 2-3 bulan. Solusi yang dilakukan yaitu dengan analisis model.

3. PENYUSUNAN RENCANA BISNIS DAN STRATEGI PEMASARAN PRODUK TERPENELESS OIL

a. Jumlah pendanaan

Pendanaan dari Matching Fund (DIKTI)	: Rp27.584.000,-
Pendanaan dari Mitra	: Rp122.210.000,-

b. Latar belakang

Minyak pala *terpeneless* agar dapat dipasarkan secara luas sebagai bahan baku *flavoring agent*, maka PT Alam Indonesia Raharja sebagai mitra pengguna perlu memiliki perencanaan bisnis produk yang baik. Perencanaan bisnis minyak pala *terpeneless* dibuat agar tujuan bisnis menjadi jelas, memberikan gambaran terkait seberapa besar dana yang dibutuhkan untuk dapat mewujudkan bisnis dalam jangka pendek dan jangka panjang, memantau sejauh mana bisnis dapat berjalan dengan baik dan menguntungkan, meminimalkan resiko serta memberikan peluang sukses lebih besar.

c. Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan yaitu: 1) penyusunan dokumen rencana bisnis dan strategi pemasaran, 2) *expose* desain agroindustri ke mahasiswa, 3) penyiapan info material kegiatan dan produk. Pada kegiatan ini, insan dikti melakukan kegiatan *expose* desain agroindustri dan penyiapan info material kegiatan dan produk. Adapun mitra PT Alam Indonesia Raharja menyusun dokumen rencana bisnis dan strategi pemasaran. Kegiatan ini melibatkan 2 mahasiswa S1 yaitu Yulio Al Aziz Kindy (F34190064) dan Refami Pratama Sanjaya (F34190068) melalui *project capstone*. Keterlibatan mahasiswa dalam program ini bersama dengan insan dikti dan mitra menyusun rencana bisnis dan strategi pemasaran serta melakukan kegiatan *expose* desain agroindustri.

d. Hasil Kegiatan

Perancangan Unit Distilasi Fraksinasi vakum

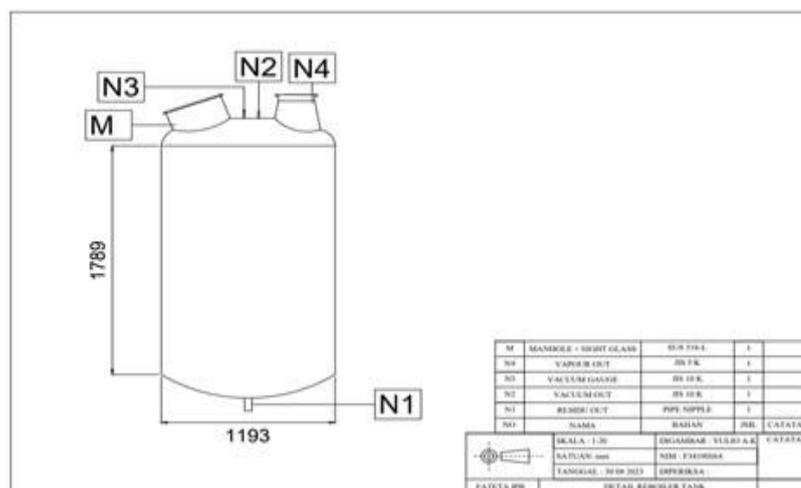
1. Reboiler Tank

Reboiler tank adalah salah satu *exchanger* panas atau satu perlengkapan destilasi kolom yang memberikan perpindahan panas. *Reboiler tank* berfungsi sebagai pemanas campuran minyak pelumas bekas yang berada di tray paling bawah/produk bawah supaya jika terdapat sisa-sisa komponen yang belum teruapkan bisa teruapkan. *Reboiler* digunakan untuk menghasilkan uap yang mendorong

terjadinya proses pemisahan dalam peralatan distilasi. Pada distilasi fraksinasi tradisional, semua energi pemisahan uap berasal dari *reboiler*. Oleh karena itu pengoperasian *reboiler* yang tepat sangat penting untuk proses distilasi yang efektif (Tammami 2008). *Reboiler* digunakan untuk menguapkan cairan yang masuk sehingga uap yang dihasilkan masuk kembalidan naik ke kolom, dan cairan sisanya akan tertinggal di bagian bawah kolom sebagai residu. *Reboiler tank* ini memiliki kapasitas 100 liter dengan dimensi,diameter *reboiler tank* 1,193 m dan tinggi *reboiler tank* 1,789 m. Untuk dimensireboiler tank pada aspen HYSYS dan detail *reboiler tank* dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.

	Reboiler	Condenser
Vessel	1.193	1.193
Diameter [m]	1.193	1.193
Length [m]	1.789	1.789
Volume [m ³]	2.000	2.000
Orientation	Horizontal	Horizontal
Vessel has a Boot	<empty>	<empty>
Boot Diameter [m]	<empty>	<empty>
Boot Length [m]	<empty>	<empty>
Hold Up [m ³]	1.000	1.000
Include for Costing	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Gambar 12 Dimensi *reboiler* pada Aspen HYSYS



Gambar 13 Detail *reboiler tank*

2. Kolom Distilasi

Kolom distilasi merupakan alat industri proses yang digunakan untuk memisahkan suatu campuran *liquid* atau *vapour* yang mengandung dua atau lebih komponen zat menjadi beberapa komponen berdasarkan perbedaan volatilitas (kemudahan menguap) dari masing-masing komponen tersebut. Kolom distilasi yang digunakan yaitu tipe *packed column*. *Packed column* mempunyai panjang antara 1 – 10 meter dengan

diameter antara 3 – 10 mm atau sampai lebih dari 10 cm bagi kolom *preparative*. Kolom diisi dengan suatu material pendukung pada inert yang dilapisi dengan suatu fase diam cair atau padat. Kolom ini mudah dibuat, tidak begitu mahal, awet, mempunyai kapasitas yang tinggi dan memadai untuk hampir segala macam pemisahan yang sangat sulit.

- Perhitungan Diameter Kolom (Dc)

$$D_c = \sqrt{4 \times A_c / 3.14}$$

Keterangan:

A_c = Luas Penampang Lintang Menara (m^2)

$$D_c = \sqrt{4 \times 0,0321 / 3.14}$$

$$D_c = 0,202$$

- Perhitungan HETP

HETP atau Height Equivalent to Theoretical Plate adalah bentuk pengukuran efisiensi kolom berdasarkan panjang kolom. Salah satu perancangan menara distilasi adalah dengan menggunakan konsep HETP (*Height Equivalent to a Theoretical Plate*). Nilai HETP dapat menentukan efisiensi suatu menara bahan isian dan untuk menentukan tinggi dan jenis bahan isian yang seharusnya digunakan agar memberikan hasil yang maksimum.

$$HETP = m / N_p$$

Keterangan :

m = Tinggi bahan isian

N_p = Jumlah plate

$$HETP = 2,5 \text{ m} / 120$$

$$= 0,0208$$

Tipe : *Packed column* Kondisi Operasi

a. Puncak : $T = 49,90 \text{ }^\circ\text{C}$, $P = 25 \text{ mbar}$

b. Bawah : $T = 105 \text{ }^\circ\text{C}$, $P = 25 \text{ mbar}$

Kolom

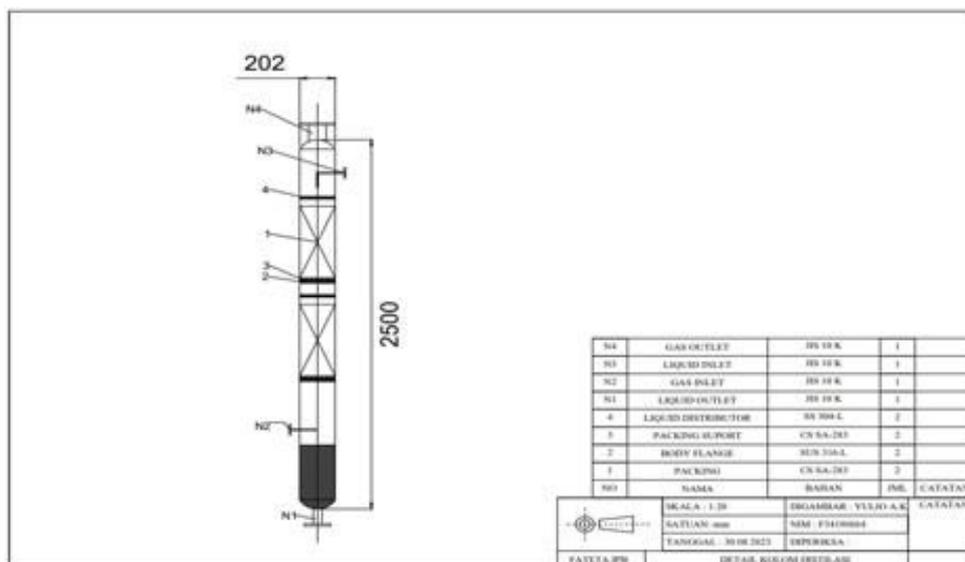
a. Diameter : 0,202 m

b. Tinggi total : 2,5 m

c. HETP : 0,0208 m

d. Jumlah plate : 120 plate

Setelah menentukan HETP, selanjutnya dilakukan gambar teknik untuk detail kolom distilasi. Detail kolom distilasi dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Detail kolom distilasi

3. Kondensor

Kondensor merupakan alat yang berfungsi sebagai pendingin produk atas dari kolom distilasi vakum dan mengubah produk atas dari fase gas menjadi fasa cair. Prinsip kerja kondensor yaitu uap dari menara refluks masuk ke pipa (tube), Air pendingin dari bak dialirkan dengan menggunakan pompa menuju ke tabung kondensor (shell), selanjutnya air akan bekerja untuk mendinginkan uap dengan cara sirkulasi, lalu setelah melewati proses kondensasi uap tersebut akan menjadi minyak atsiri. Perhitungan dan desain kondensor ini menggunakan metode kern dan menggunakan pendekatan LMTD. Pendekatan LMTD dengan penukar kalor berguna bila suhu masuk dan suhu keluar dapat ditentukan dengan mudah, sehingga LMTD dapat dengan mudah dihitung (Bizzy 2013).

- Penghitung jumlah kalor yang dimiliki uap fluida

$$q = (m \times C_p \times \Delta T) + (m \times L)$$

Keterangan:

q = Jumlah kalor uap fluida (kJ/s) m = Laju aliran massa fluida (kg/s)

C_p = Kalor jenis air (kJ/kg°C) = 4190 kJ/kg°C

ΔT = Perubahan suhu air pendingin (°C)

L = Kalor laten penguapan air (J/kg) = 2256×10^3 J/kg

Sehingga :

$$q = ((2,5 \times 10^{-3}) \text{ kg/s} \times 4190 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (100 - 50)^\circ\text{C}) + ((2,5 \times 10^{-3}) \text{ kg/s} \times (2256 \times 10^3) \text{ J/kg})$$

$$= 6163,75 \text{ J/s}$$

Jadi kalor yang diharapkan dapat dikondensasi oleh kondensor adalah 6163,75 J/s atau 6163,75 watt

- LMTD (Log Mean Temperature Difference)

Pada perhitungan LMTD menggunakan rumus arah aliran searah sesuai desain yang telah ditentukan sebagai berikut:

$$\Delta TLMTD = (T1 - T2) - (t2 - t1) / \ln ((T1 - T2) / (t2 - t1))$$

Keterangan:

$\Delta TLMTD$ = Log Mean Temperature Difference ($^{\circ}\text{C}$)

$T1$ = Temperatur masuk uap fluida ($^{\circ}\text{C}$)

$T2$ = Temperatur keluar uap fluida ($^{\circ}\text{C}$)

$t1$ = Temperatur masuk air pendingin ($^{\circ}\text{C}$)

$t2$ = Temperatur keluar air pendingin ($^{\circ}\text{C}$)

Sehingga :

$$\begin{aligned} \Delta TLMTD &= (100 - 50) - (35 - 25) / \ln((100 - 50) / (35 - 25)) \\ &= 24,86 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

- Luas penampang pindah panas dapat ditentukan dengan persamaan (Welty1978):

$$A = q / U \Delta TLMTD$$

Keterangan :

A : Luas penampang pindah panas (m^2)

q : Kalor yang diserap (J/s)

U : Koefisien pindah panas keseluruhan ($\text{W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

$\Delta TLMTD$: Perbedaan suhu logaritmik rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)

Nilai U untuk kondensor jenis shell and tube adalah $200 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Guenther1947)

$$\begin{aligned} A &= 6163,75 \text{ J/s} / 200 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 24,86 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ &= 1,239 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Perhitungan Bagian Tube

a. Bahan dan dimensi

Sebelum menentukan jumlah tube terlebih dahulu menentukan ukuran, dimensi dan bahan untuk *tube* sebagai berikut:

Tube OD = $\frac{3}{4}$ inch = 0,0191 m

Tube ID = 0,584 inch = 0,0148 m

Panjang Tube = 1 m

Jumlah Fase = 1

Jumlah Tube = 30

b. Tube Pitch

Tube pitch adalah jarak antara pusat tube satu ke pusat tube lain yang berdekatan. Minimal *tube pitch* dapat ditentukan dengan persamaan di bawah ini:

$$Pt = 1,25 \times do$$

Keterangan :

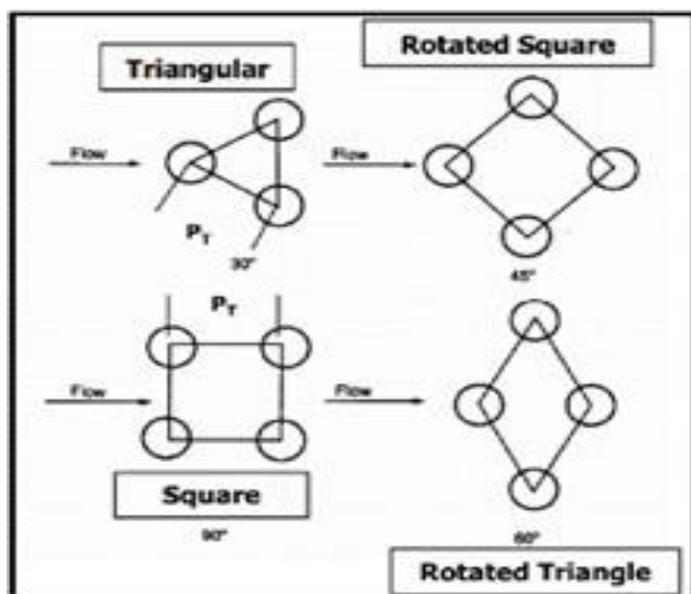
Pt = *Tube pitch* (m)

do = Diameter luar *tube* (m)

$$\begin{aligned} Pt &= 1,25 \times 0,0191 \text{ m} \\ &= 0,024 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Diameter *Bundle Tube*

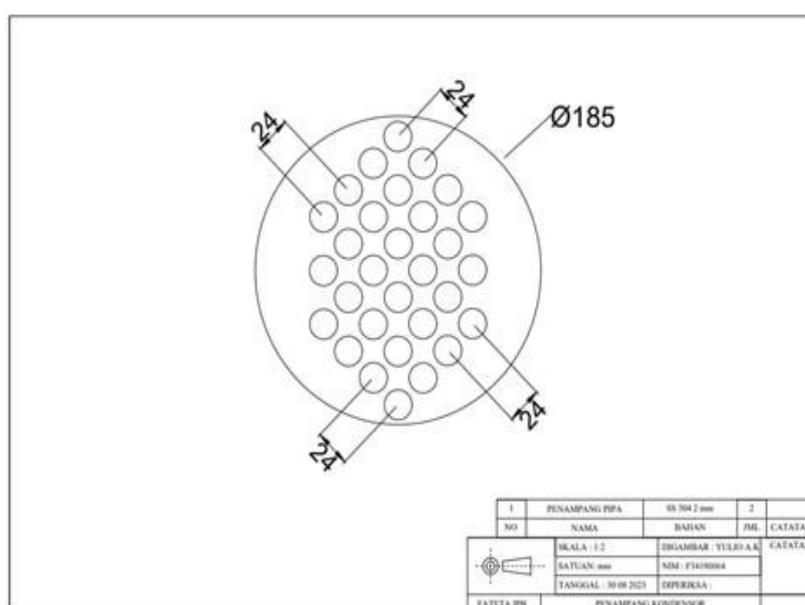
Diameter *bundle tube* dihitung dengan menentukan *layout tube* yang akan dipilih ada beberapa pilihan layout dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 Tube layout

Sumber: (www.ijser.org 2014)

Layout tube yang dipilih yaitu *rotated square*, hal ini karena kemudahan penyusunannya pada penampang yang berbentuk lingkaran. Detail penampang dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16 Penampang kondensor

Setelah memilih *layout tube* sesuai dengan kebutuhan, selanjutnyaterdapat parameter untuk menghitung diameter *bundle tube* yang dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17 Parameter menghitung diameter *bundle tube*

Number of passes	Triangular pitch Square and rotated square			
	K1	n1	K1	n1
1	0,319	2,142	0,215	2,207
2	0,249	2,207	0,156	2,291
3	0,175	2,285	0,158	2,263

Untuk persamaan menghitung diameter *bundle tube* ditentukan dengan persamaan di bawah ini:

$$D_b = d_o \times (N_t / K_1)^{1/n_1}$$

Keterangan:

D_b = Diameter *bundle tube* (m)

d_o = Diameter luar *tube* (m)

N_t = Jumlah *tube*

$K_1 = 0,215$

$n_1 = 0,207$

$D_b = 0,0191 \text{ m} \times (30 / 0,215)^{1/0,207}$

$D_b = 0,18 \text{ m}$

- Perhitungan Bagian *Shell*

- a. Perhitungan Diameter *Shell*

$$D_s = D_b + BDC$$

Keterangan:

D_s = Diameter *shell* D_b

= Diameter *bundle*

BDC = Bundle diameter *clearance* pada 0,18 m

= 0,005 m

$D_s = 0,18 \text{ m} + 0,005 \text{ m}$

= 0,185 m

- Jarak *Baffle* = $B_s = 0,4 \times D_s$

Keterangan:

B_s = Jarak *baffle* (m) D_s = Diameter *Shell*

$B_s = 0,4 \times 0,185$

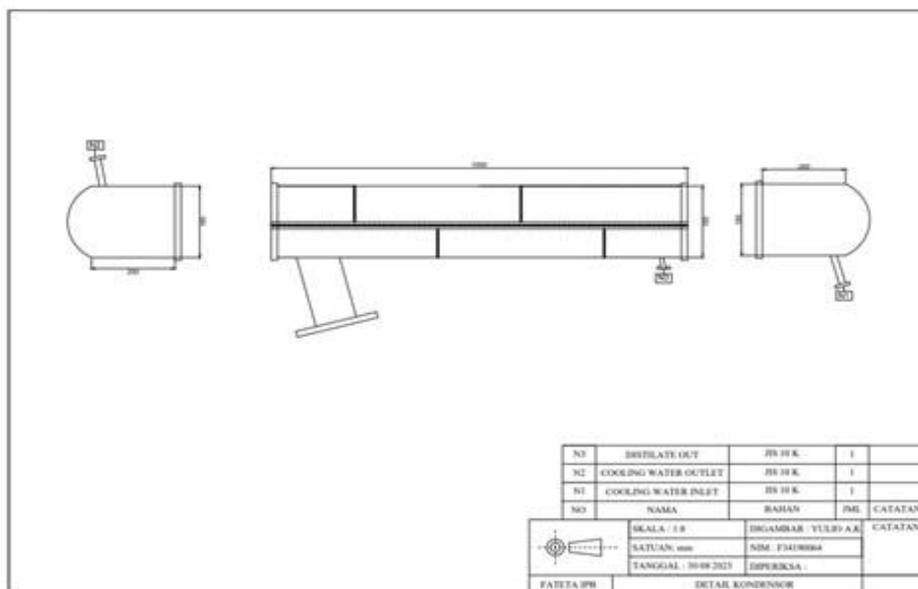
= 0,074 m

Tabel 18 Dimensi Utama Kondensor

Keterangan	Dimensi
<i>Tube OD</i>	0,19 m
<i>Tube ID</i>	0,15 m
Panjang <i>Tube</i>	1 m
Jumlah <i>Tube</i>	30

Keterangan	Dimensi
<i>Tube Pitch</i>	0,024 m
<i>Shell</i>	0,185 m
<i>Jarak Baffle</i>	0,074 m

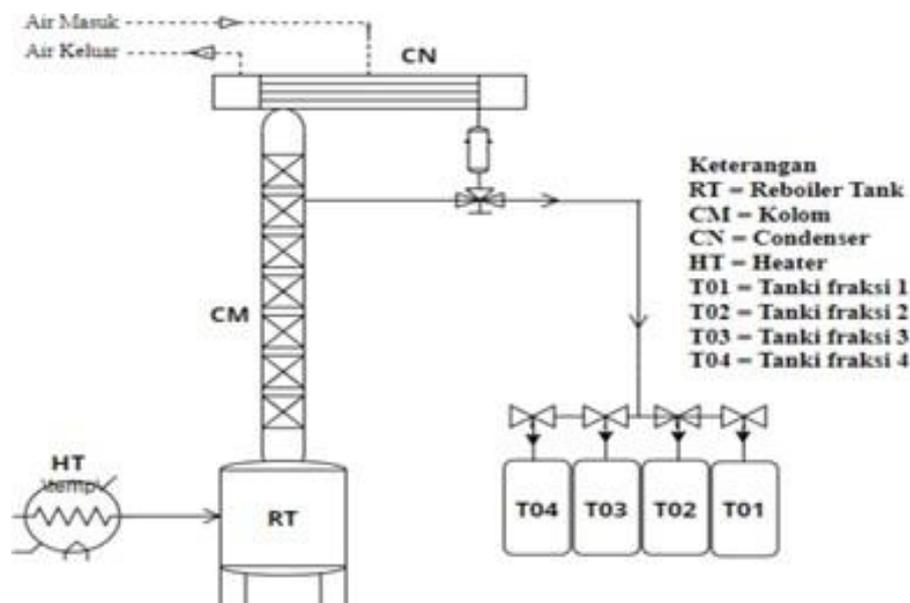
Setelah ditentukan dimensi utama pada kondensor, selanjutnya dibuat gambar teknik dari detail kondensor. Detail kondensor dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17 Detail kondensor

Diagram Alir Proses

Menurut Kavya *et al* (2015) diagram alir proses atau *process flow diagram* (PFD) menunjukkan hubungan antara komponen utama dalam sistem. PFD tidak menunjukkan komponen minor, sistem perpipaan, peringkat perpipaan, dan penunjukan. Diagram ini memberikan rincian peralatan dasar yang digunakan dan alur proses. Diagram alir proses distilasi fraksinasi vakum minyak pala *terpeneless* dapat dilihat pada Gambar 18.



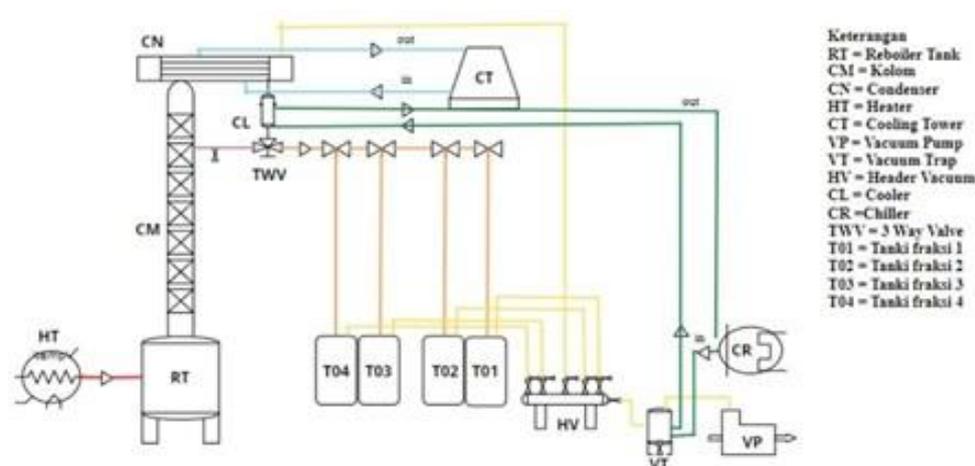
Gambar 18 Diagram alir proses distilasi fraksinasi vakum minyak PalaTerpeneless

Proses produksi dimulai dari penimbangan bahan baku buah minyak pala menggunakan bantuan alat berupa timbangan. Kemudian minyak pala dipindahkan ke dalam mesin *reboiler tank*. Input harus dikontrol suhunya sebelum masuk ke dalam kolom distilasi. Selanjutnya sistem perpipaan di sekitar kolom distilasi terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain; tekanan, suhu, dan komposisi distilat yang dikontrol dengan memanipulasi laju alir distilat. Selain itu perlu diperhatikan komposisi produk bawah. Panas yang masuk ke *reboiler*, berfungsi untuk mengontrol komposisi produk bawah dengan mengatur level cairan di bawah kolom. Jika komposisi dari produk bawah masih mengandung fraksi ringan maka pengontrol laju alir akan membuat laju alir *fluida* panas masuk *reboiler* agar semakin meningkat. Peningkatan dari laju alir *fluida* panas ini akan membuat proses pemanasan di dalam *tower* semakin meningkat. Hasilnya, level cairan dan laju alir produk bawah akan semakin berkurang. Selanjutnya dari *reboiler tank* bahan akan menguap masuk ke kondensor melewati kolom distilasi, lalu dari kondensor, bahan yang menguap akan turun ke *distillate tank*. Di *distillate tank* ini akan ditampung terpen, sedangkan *terpeneless* ada di *reboiler tank*.

Piping and Instrument Diagram

Piping and instrument diagram atau diagram alir instrumentasi dan perpipaan merupakan sebuah diagram dari suatu proses produksi yang menggambarkan konsep dari perancangan yang akan dibuat dan dirancang dengan memberikan informasi-informasi yang tercantum yang berkaitan dengan proses, pemipaan, kelistrikan, dan pengontrolan (Tukiman et al. 2012). P&ID adalah gambar skematik yang berisi informasi terkait *equipment*, *item piping*, dan *item instrument* pada suatu industri proses. Selama periode proyek, P&ID dikembangkan oleh *designer* P&ID atau Process Engineer pada *fase engineering*. Selama pengerjaannya, *design* suatu *plant* dalam bentuk P&ID memerlukan keterlibatan disiplin *engineering* lainnya untuk berurusan dengan item terkait. Diagram perpipaan dan instrumentasi, atau P&ID,

menunjukkan perpipaan dan komponen terkait dari aliran proses fisik. Ini paling sering digunakan di bidang teknik. Seperti yang dikatakan sebelumnya, ini lebih kompleks daripada PFD. Satu PFD dapat memiliki beberapa P&ID. Ini berarti jika beberapa sistem ditampilkan pada PFD tunggal, untuk menunjukkan sistem yang sama pada P&ID, mungkin diperlukan beberapa lembar P&ID. Untuk detail *Piping and instrument diagram* proses produksi distilasi fraksinasi vakum dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19 *Piping and instrument diagram* proses produksi distilasi fraksinasi vakum

Pipa yang digunakan pada alat distilasi fraksinasi vakum minyak pala *terpeneless* bahan-bahan stainless steel 304. Perhitungan diameter optimum pipa, menggunakan perhitungan diameter sesuai Peter dan Timmerhaus (1991). Data-data sifat fisis fluida yang diperlukan dalam perhitungan, didapatkan dari simulasi Aspen HYSYS seperti laju alir fluida dan densitas fluida. Hasil perhitungan diameter optimum dan ukuran ketebalan pipa untuk proses produksi dari awal masuk bahan baku hingga pencampuran bioaditif disajikan pada Tabel 19. Dari perhitungan, diameter maksimum 0,03 m (1,536 in) dan minimum 0,02 m (0,787 in). Untuk hasil perhitungan diameter optimum pipa dan tebal pipa dapat dilihat pada Tabel 19.

$$D_{i, \text{opt}} = 3.9 \times (Q_f^{0.45}) \times (\rho^{0.13}) \text{ (Peters and Timmerhaus 1991)}$$

$D_{i, \text{opt}}$ = Diameter optimum (m)

Q_f = laju alir fluida (m³/s)

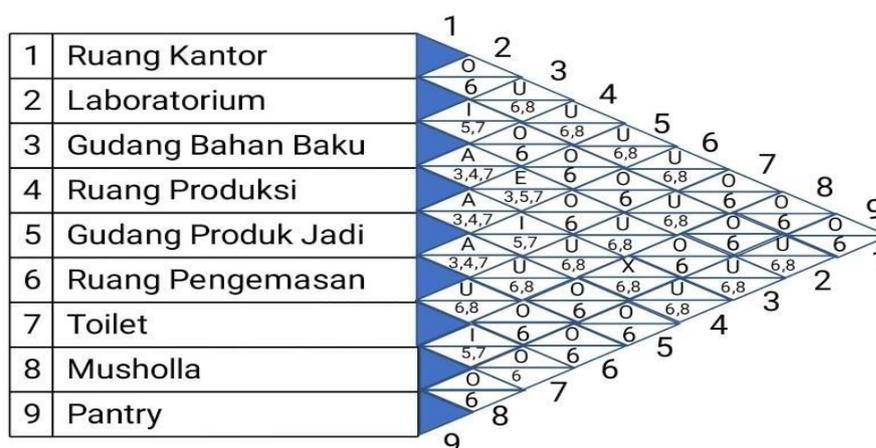
ρ = densitas fluida (kg/m³)

Tabel 19 Hasil perhitungan diameter optimum pipa dan tebal pipa

Pipa	Q_f (m ³ /s)	Densitas (Kg/m ³)	D (m)	Tebal pipa
Reboiler - Kolom	0,000002585	873,553	0,03	2,8
Kolom - Kondensor	0,000002961	847,206	0,03	2,8
Kondensor - Kolom	0,000001974	847,011	0,03	2,8
Kondensor – Distillate tank	0,0000009872	847,326	0,02	2,8

Pembuatan Diagram *Activity Relationship Chart* (ARC)

Penyusunan tata letak diawali dengan pembuatan *Activity Relationship Chart* (ARC) untuk menentukan hubungan derajat kedekatan antar stasiun atau ruang yang termasuk dalam fasilitas kerja dari suatu industri. Menurut Fajri (2021) *Activity Relationship Chart* (ARC) digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan antar aktivitas yang terjadi pada setiap area, sehingga dapat ditentukan aktivitas yang harus berdekatan dan aktivitas yang harus berjauhan. *Activity Relationship Chart* (ARC) merupakan kegiatan ataupun aktivitas antara masing-masing bagian yang menggambarkan berguna tidaknya korelasi ruangan. Dengan kata lain, *Activity Relationship Chart* (ARC) adalah peta yang disusun untuk mengenali tingkatan ikatan antar kegiatan yang terjalin di tiap zona satu dengan zona yang lain secara berpasangan (Rosyidi 2018). *Activity Relationship Chart* (ARC) dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20 Diagram *Activity Relationship Chart*

Perhitungan *Total Closeness Rating* (TCR)

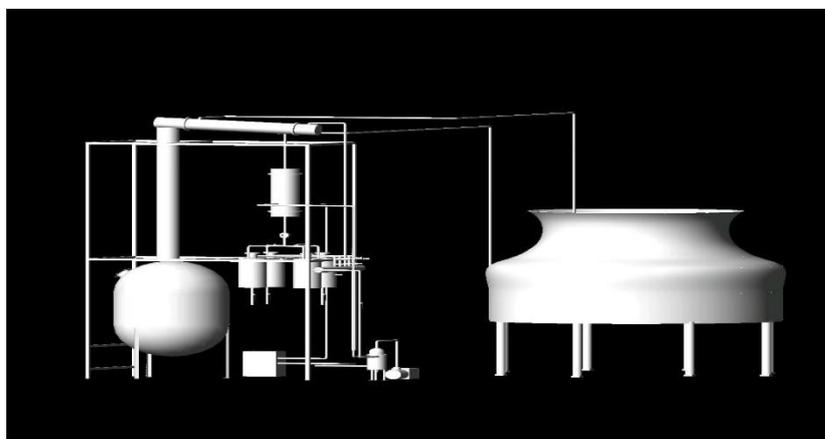
Terbentuknya ARC menjadi dasar untuk melakukan perhitungan *Total Closeness Rating* (TCR) yang kemudian akan digunakan dalam pengalokasian fasilitas. Perhitungan *Total Closeness Rating* (TCR) digunakan untuk menghitung total jumlah hubungan kedekatan sebagai dasar perhitungan dalam memilih penempatan stasiun kerja, dimana dalam hal ini juga untuk mengetahui biaya perpindahan yang minimum (Tarigan et al. 2019). Adapun cara yang digunakan untuk mendapatkan nilai TCR menurut Setiyawan et al. (2017) adalah dengan memperhatikan hubungan antara departemen yang satu dengan departemen lain yang terdapat pada ARC. Setelah dilakukan konversi untuk setiap tingkat kedekatan maka dilakukan penjumlahan nilai TCR. Departemen yang pertama kali dialokasikan adalah departemen yang memiliki nilai TCR terbesar. Jika terdapat dua departemen yang memiliki nilai sama maka dipilih salah satu departemen yang dialokasikan adalah departemen yang memiliki nilai TCR terbesar, jika terdapat dua departemen yang memiliki nilai sama maka dipilih salah satu departemen yang memiliki tingkat kedekatan A lebih banyak. Hasil perhitungan *Total Closeness Rating* (TCR) dapat dilihat pada Gambar 21.

Perhitungan TCR		Fasilitas									A	E	I	O	U	X	TCR	ORDER
Fasilitas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	4	3	2	1	0	-1		
A	Ruang Kantor	0	0	U	U	U	U	0	0	0	0	0	0	4	4	0	4	8
B	Laboratorium	0	0	I	0	0	0	0	0	U	0	0	1	6	1	0	8	5
C	Gudang Bahan Baku	U	I	0	A	E	0	0	0	U	1	1	1	3	2	0	12	3
D	Ruang Produksi	U	0	A	0	A	I	U	X	U	2	0	1	1	3	1	10	4
E	Gudang Produk Jadi	U	0	E	A	0	A	0	0	0	2	1	0	4	1	0	15	1
F	Ruang Pengemasan	U	0	0	I	A	0	0	0	0	1	0	1	5	1	0	13	2
G	Toilet	0	0	0	U	0	0	0	I	0	0	0	1	6	1	0	8	6
H	Musholla	0	0	0	X	0	0	I	0	0	0	0	1	6	0	1	7	7
I	Pantry	0	U	U	U	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	5	9

Gambar 21 Perhitungan *Total Closeness Rating*

Desain 3 Dimensi Alat Distilasi Vakum

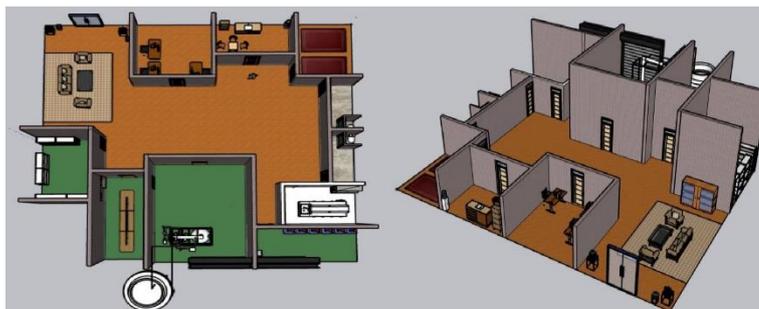
Dari pemilihan alat yang akan digunakan dalam perancangan alat distilasi fraksinasi vakum yang dilakukan dengan membuat perancangan komponen alat utama unit distilasi vakum dan komponen alat pendukung unit distilasi vakum. Selanjutnya menentukan pemanas yang digunakan untuk alat distilasi fraksinasi, lalu akan dibuat desain 3 dimensi dari perancangan alat distilasi fraksinasi vakum minyak pala *terpeneless* yang dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22 Desain 3 dimensi alat distilasi fraksinasi vakum

Layout 3 Dimensi Tata Letak Pabrik Minyak Pala *Terpeneless*

Hasil penyusunan ARC dan perhitungan TCR divisualisasikan menggunakan metode algoritma corelap dan desain tata letak industri beserta dengan arah perpindahan material dari bahan baku sampai produk. Total area yang dibutuhkan dari masing-masing departemen ditentukan dengan mempertimbangkan kebutuhan alat. Jumlah total luas area yang dibutuhkan masing-masing departemen dapat dilihat pada Lampiran. Pembuatan rancangan layout tata letak industri dilakukan berdasarkan patokan algoritma corelap. Rancangan layout industri dalam bentuk 3D (tiga dimensi) dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23 Rancangan layout bentuk tiga dimensi

Penerapan Strategi Alternatif pada BMC Minyak Pala *Terpeneless*

Tahapan selanjutnya adalah perbaikan *business model canvas* yang ada dengan melakukan penerapan strategi alternatif ke dalam elemen-elemen *business model canvas* untuk pengembangan produk minyak pala *terpeneless*. Elemen-elemen *BusinessModel Canvas* alternatif. Berikut adalah perbaikan elemen-elemen BMC berdasarkan strategi alternatif:

1. *Key Activities* (SO-1, WO-3)

Pada pengembangan produk minyak pala *terpeneless* terdapat perubahan pada komponen *key activities* dimana sebelumnya PT Alam Indonesia Raharja melakukan penyulingan minyak pala saja, pada strategi alternatif ini perlu melakukan kegiatan produksi minyak pala *terpeneless* dan melakukan riset yang mendalam mengenai pemanfaatan produk minyak pala *terpeneless* maupun residunya yakni terpene yang masih bisa dikembangkan kembali. Kemudian, perlu adanya pemasaran mengenai pengenalan minyak pala *terpeneless* kepada konsumen.

2. *Value Proposition* (SO-1, WO-1, ST-1)

Minyak pala *terpeneless* memiliki potensi untuk menambahkan daya tarik dari produk minyak pala. Dengan adanya minyak pala *terpeneless* yang dibuat Indonesia, tidak menutup kemungkinan dapat bersaing terutama dari segi harga jual produk. Hal ini dikarenakan bahan baku yang berlimpah dan berkualitas di Indonesia dibandingkan perusahaan di negara lain yang juga memproduksi minyak pala *terpeneless*.

3. *Channels* (WT-1)

Berdasarkan hasil observasi yang ditemukan, beberapa perusahaan minyak atsiri terutama minyak pala *terpeneless* menggunakan saluran *website* untuk mempromosikan dan menjual produk mereka selain dilakukan di *B2B Marketplace* yang ada. Penambahan *website* perusahaan ini juga dapat menjangkau pelanggan langsung tanpa melalui perantara lainnya. Selain itu, promosi yang dilakukan di *B2B Marketplace* maupun *event* minyak atsiri dapat menautkan *website* perusahaan yang lengkap isi dan informasi mengenai produk.

4. *Customer Relationship* (WT-1, ST-2)

Beberapa pesaing yang memproduksi minyak pala *terpeneless* memperlihatkan sertifikasi dokumen minyak pala *terpeneless* dengan lengkap sehingga memunculkan kepercayaan lebih kepada calon *customer* yang akan membeli minyak pala *terpeneless*. Penerapan tersebut dapat dicontoh oleh PT

Alam Indonesia Raharja dalam menautkan dokumen maupun spesifikasi dan sertifikasi produk minyak pala *terpeneless* dalam websitenya yang menambahkan nilai produk minyak pala *terpeneless*.

5. *Revenue Stream* (WO-1, WO2)

Arus pendapatan sebelumnya hanya ada di minyak pala saja. Namun apabila melakukan pengembangan menjadi minyak pala *terpeneless*, arus pendapatan akan lebih variatif apabila dilakukan riset mendalam untuk pengembangan produk terpen dan minyak pala *terpeneless*. Walaupun terpen dapat langsung dijual ke pasaran untuk industry kimia atau farmasi, tidak menutup kemungkinan dapat memasuki penjualan produk ke konsumen pengguna akhir produk (*business consumer*).

6. *Cost Structure* (WO-1, ST-1)

Cost structure untuk produk minyak pala *terpeneless* terbagi menjadi dua kategori yaitu biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap yang dikeluarkan seperti, gaji karyawan, listrik, air, dan *maintenance* alat. Biaya variabel yang dikeluarkan seperti biaya bahan baku, biaya listrik, dan biaya transportasi. Untuk kelengkapan pembaruan pada setiap elemen-elemen BMC yang terbaru dapat dilihat pada Gambar 24.

The Business Model Canvas



Gambar 24 BMC minyak pala *terpeneless*

Analisis Finansial Industri Minyak Pala *Terpeneless*

Asumsi Kebutuhan Finansial Pabrik Minyak Pala *Terpeneless*

Penentuan biaya proyek perlu menetapkan asumsi-asumsi yang akan digunakan untuk memperkirakan kebutuhan dan kemampuan pabrik untuk memproduksi ketika beroperasi. Hal ini bertujuan untuk menentukan perkiraan biaya yang dikeluarkan dalam pembangunan dan pengoperasian pabrik. Asumsi-asumsi tersebut dapat meliputi asumsi kapasitas produksi dan asumsi pendapatan per unit pengolahan. Untuk mendapatkan asumsi-asumsi tersebut, dilakukan pencarian referensi harga dan wawancara dengan pakar atau ahli di bidang terkait. Asumsi umum yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Umur proyek adalah 10 tahun ditetapkan berdasarkan rata-rata umur ekonomis peralatan dan tingkat pengembalian kas yang didapatkan .
2. Produksi minyak pala *terpeneless* per tahun adalah 12.000 kg/tahun dengan kebutuhan bahan baku minyak pala sekitar 47.077 kg/tahun. Produk dibagi menjadi dua grade yakni minyak pala *terpeneless* Grade A dengan produksi 6.000 kg/tahun, minyak pala *terpeneless* Grade B dengan produksi 6.000 kg/tahun dan terpene yang dihasilkan sekitar 35.077 kg/tahun. Kebutuhan bahan baku minyak pala ini berdasarkan simulasi HYSYS yang dilakukan
3. Kebutuhan air dan listrik berturut-turut adalah 86,3 Kwh dan 19.621,2 liter/hari. Kebutuhan ini disesuaikan dengan penggunaan alat dan penggunaan air dan listrik untuk karyawan yang akan memproduksi di pabrik.
4. Peminjaman bank sebesar Rp12.000.000.000 diasumsikan menggunakan kredit multiguna usaha bank BCA dengan tenor 10 tahun dan bunga 3,17%. Modal usaha yang dikeluarkan pada tahun pertama 70% dari modal sendiri dan 30% dari pinjaman bank.
5. Biaya penyusutan diperkirakan 10% dari total biaya barang. Adapun biaya pemeliharaan mesin dan bangunan diperkirakan 5% dari total biaya mesin dan bangunan (Timmerhouse 2003).
6. Pajak Penghasilan harus dibayarkan berdasarkan UU Nomor 7 Tahun 2021 tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan Pasal 17 Ayat 1.
7. Transaksi dan proses negosiasi oleh pembeli diperkirakan 3 bulan sampai pembayaran lunas oleh pembeli.

Tabel 20 Asumsi umum analisis kelayakan pabrik minyak pala *terpeneless*

No	Uraian	Satuan	Nilai
1	Produksi minyak pala <i>terpeneless</i> per tahun	Kg/tahun	12.000
2	<i>Discount rate</i>	%	12
3	Kebutuhan bahan baku minyakpala per tahun	Kg/tahun	47.077
4	Kebutuhan listrik	Kwh	86,3

Asumsi Biaya Investasi

Biaya investasi mengacu pada biaya awal proyek yang harus dikeluarkan pada tahun pertama dan memiliki nilai yang relatif besar. Biaya ini tidak sepenuhnya digunakan dalam satu kali produksi dan diharapkan dapat menghasilkan keuntungan selama jangka waktu yang lama, sepanjang proyek berlangsung (Khotimah dan Sutiono 2014). Dalam proyek *mini plant* sawit ini, biaya investasi terdiri dari biaya pekerjaan sipil, biaya perizinan, dan biaya pembelian alat dan mesin pabrik. Detail lengkap mengenai asumsi-asumsi biaya investasi dapat dilihat dalam Tabel 21 berikut.

Tabel 21 Asumsi Biaya Investasi

Uraian	Jumlah	Satuan	Harga Satua (Rp)	Total Biaya (Rp)
<i>Reboiler Tank</i>	1	Unit	11.911.160	11.911.160
<i>Cooling Tower</i>	1	Unit	48.070.941	48.070.941
<i>Cooler</i>	1	Unit	7.450.950	7.450.950
<i>Vacuum pump</i>	1	Unit	3.716.950	3.716.950
<i>Distilate Tank</i>	4	Unit	1.340.005	5.360.020
<i>Chiller</i>	1	Unit	35.299.000	35.299.000
<i>Condensor</i>	1	Unit	7.146.696	7.146.696
<i>Vacuum Trap</i>	1	Unit	4.094.461	4.094.461
<i>Column</i>	1	Unit	148.749.500	148.749.500
<i>Control panel</i>	1	Unit	3.722.237	3.722.237
<i>3 ways valve</i>	4	Unit	148.889	595.556
Pompa air	1	Unit	6.000.000	6.000.000
Instalasi listrik	1	Paket	3.941.000	3.941.000
Pengemasan drum	65	drum	200.000	13.000.000
Biaya Bangunan	200	m2	3.000.000	600.000.000
Biaya Lahan	250	m2	1.785.714	446.428.500
Pemasangan alat	1	Paket	28.211.747	28.211.747
Total				1.373.698.718

Asumsi Biaya Tetap

Asumsi biaya tetap merujuk pada asumsi mengenai semua biaya yang harus dikeluarkan oleh pabrik minyak pala *terpeneless*, baik yang terkait secara langsung maupun tidak langsung. Asumsi biaya tetap ini meliputi gaji pegawai, biaya penyusutan peralatan dan mesin, serta biaya pemeliharaan bangunan dan mesin. Biayagaji pegawai meliputi dua orang pegawai produksi minyak pala *terpeneless*,

pegawai pergudangan, dan pegawai *quality control*. Biaya penyusutan diperkirakan dari biaya investasi mesin yang dibagi oleh nilai ekonomis mesin dengan metode garis lurus.

Tabel 22 Asumsi Biaya Tetap

No	Uraian	Total Biaya (Rp)
1	Biaya Penyusutan alat	54.470.984,60
2	Biaya pemeliharaan mesin dan bangunan	14.318.875,15
3	Gaji karyawan	146.896.704,00
	Total	215.686.563,75

Asumsi Biaya Variabel

Biaya variabel merujuk pada biaya-biaya yang dapat berubah-ubah dalam suatu perhitungan. Biaya variabel dapat meliputi biaya bahan baku, biaya air, biaya listrik, biaya transportasi, dan biaya lain-lainnya. Pada umumnya, biaya ini terkait dengan produksi unit produk yang memerlukan bahan-bahan dalam proses pembuatan barang atau jasa. Biaya ini dapat berfluktuatif tergantung pada volume produksi dan jam kerjyang terlibat dalam proses manufaktur. Biaya variabel berperan penting dalam menentukan kelayakan proyek pabrik minyak pala *terpeneless*. Untuk pabrik minyak pala *terpeneless*, biaya variabel dihitung berdasarkan kebutuhan energi seperti listrik, bahan baku, serta berbagai biaya lainnya seperti biaya transportasi yang terlibat dalam proses produksi. Rencana untuk produknya ada tiga macam yakni minyak pala *terpeneless* grade A, minyak pala *terpeneless* Grade B, dan terpene. Informasi rinci mengenai biaya variabel produksi pabrik minyak pala *terpeneless* dapat dilihat dalam Tabel 23.

Tabel 23 Asumsi Biaya Variabel Minyak Pala *Terpeneless* Grade A

No	Uraian Kegiatan	Total biaya (Rp)
1	Pembelian minyak pala	19.200.000.000
2	Biaya Transportasi	20.000.000
3	Biaya Listrik	65.902.938
4	Biaya Pengemasan	8.000.000
	Total	19.298.136.486

Tabel 24 Asumsi Biaya Variabel Minyak Pala *Terpeneless* Grade B

No	Uraian Kegiatan	Total biaya (Rp)
1	Pembelian minyak pala	18.461.538.461
2	Biaya Transportasi	20.000.000
3	Biaya Listrik	62.764.703
4	Biaya Pengemasan	Rp8.000.000
	Total	18.552.303.164

Harga Pokok Produksi

Dalam proses manufaktur, penting untuk memperhatikan Harga Pokok Produksi (HPP) sebagai suatu kegiatan yang wajib dilakukan. HPP memiliki peranan yang sangat penting karena berhubungan dengan biaya yang diperlukan untuk menghasilkan satu unit produk, dan juga digunakan sebagai acuan untuk menentukan harga jual produk tersebut (Marisyah 2022). Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung HPP, salah satunya adalah dengan menjumlahkan biaya tetap produksi dan biaya variabel, kemudian membaginya dengan volume produksi yang dihasilkan. Berdasarkan Lampiran 1 harga pokok produksi untuk minyak pala *terpeneless* Grade A dengan produksi 6.000 kg/tahun sebesar Rp3.251.509,52 /kg dengan harga jual setiap kilogram minyak pala *terpeneless* sebesar Rp4.064.386,90/kg. Berdasarkan Lampiran 2, minyak pala *terpeneless* grade B dengan produksi 6000 kg/tahun sebesar Rp3.127.203,96/kg dan harga jualnya setiap kilogram sebesar Rp3.909.004,95/kg. Harga jual tersebut sudah dihitung margin keuntungan 25%. Sementara itu, residunya yaitu terpena dapat dijual dengan harga sesuai pasaran sebesar Rp60.000/kg. Penentuan HPP ini dinilai cukup bersaing dengan harga yang ada di pasaran minyak pala *terpeneless*, karena harga dipasaran berada di angka \$2.000/kg.

Saat melakukan analisis kelayakan diperlukan laporan laba rugi untuk mengetahui perubahan posisi keuangan suatu periode yang berasal dari kegiatan operasional perusahaan yang biasanya dalam satu siklus akuntansi atau satu tahun (Putri *et al.* 2020). Laba bersih yang dihasilkan perusahaan atau proyek dapat diketahui melalui lampiran.

Perancangan proses produksi perlu melibatkan perhitungan kriteria investasi. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengevaluasi kelayakan suatu proyek berdasarkan aspek keuangan. Dalam analisis ini, digunakan beberapa parameter yang umumnya digunakan dalam perhitungan kelayakan, antara lain *Internal Rate of Return* (IRR), *Net Present Value* (NPV), *Benefit/Cost Ratio* (B/C), dan *Pay Back Period* (PBP). Kriteria investasi dihitung dari skema biaya dan aliran kas yang telah ditentukan sebelumnya. Tabel 25 merinci kelayakan investasi untuk pabrik minyak pala *terpeneless*.

Tabel 25 Analisis Kelayakan Finansial Pabrik Minyak Pala *Terpeneless*

Parameter	Nilai	Status
NPV	Rp21.590.514.492	Layak
IRR	16,22%	Layak
PBP	0,79	Layak
B/C Ratio	1,23	Layak

Berdasarkan Tabel 25, nilai dari NPV dikatakan layak karena bernilai positif yaitu sebesar Rp21.590.514.492, IRR didapatkan nilai 16,22% lebih besar dari *discount rate* yang ditentukan sebesar 15%, nilai pengembalian dari *Payback Period* selama 0,79 tahun dimana lebih kecil dibanding dari umur ekonomis bisnis, dan *B/C Ratio* sebesar 1,23 yang menunjukkan bisnis adalah layak karena lebih dari satu.

Analisis sensitivitas adalah suatu analisis untuk dapat melihat pengaruh-

pengaruh yang akan terjadi akibat keadaan yang berubah-ubah (Gittinger 1986). Perhitungan analisis sensitivitas terdapat pada lampiran laporan ini. Hasil analisis sensitivitas didapatkan investasi dapat dilanjutkan apabila terjadi kenaikan harga bahan baku minyak pala sebesar $\leq 10\%$ dari harga yang diasumsikan sebelumnya. Sementara itu hasil kedua didapatkan apabila harga jual ketiga produk menurun hingga $\leq 10\%$ investasi masih layak untuk dilanjutkan. Berikut adalah hasil dari analisis sensitivitas.

Tabel 26 Analisis Sensitivitas Kenaikan Harga Bahan Baku 10%

Parameter	Nilai	Status
NPV	Rp1.318.518.931	Layak
IRR	0,97%	Tidak Layak
PBP	0,88	Layak
B/C Ratio	1,13	Layak

Tabel 27 Analisis Sensitivitas Penurunan Harga Jual 10%

Parameter	Nilai	Status
NPV	Rp110.630.424	Layak
IRR	0,09%	Tidak Layak
PBP	0,89	Layak
B/C Ratio	1,13	Layak

- a. Kendala (jika ada)
Tidak ada kendala yang berarti dalam pelaksanaan kegiatan.

4. PENDAFTARAN HKI DAN PUBLIKASI ILMIAH

- a. Jumlah pendanaan
 Pendanaan dari Matching Fund (DIKTI) : Rp30.350.000,-
 Pendanaan dari Mitra : Rp0,-

- b. Latar belakang

Pada kegiatan sebelumnya telah dilakukan *scale up* produksi pada skala komersial, pengembangan spesifikasi dan sertifikasi produk dan penyusunan rencana bisnis maka perlu dilakukan perlindungan terhadap kekayaan intelektual. Hal ini dikarenakan sektor ekonomi dan perdagangan memegang peranan penting dalam perekonomian nasional. Pada realitanya dalam dunia perdagangan banyak terjadi kasus pelanggaran HKI. Pelanggaran terhadap HKI tentu sangat merugikan pemilik produk tersebut, sehingga sudah selayaknya produk-produk atau karya yang beredar diperlukan perlindungan hukum yang efektif. Perlindungan HKI dengan mendaftarkan paten pada DJKI juga dapat bersifat sebagai bentuk standarisasi dan sertifikasi bersifat sekunder karena dibutuhkan/dituntut oleh pasar pada umumnya.

Dengan adanya kegiatan pendaftaran HKI dan publikasi ilmiah diharapkan minyak pala *terpeneless* dapat dapat beredar secara legal dan dikenal secara global.

c. Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan menjadi dua aktivitas yaitu 1) penyusunan dokumen HKI paten dan mendaftarkan ke DJKI, dan 2) publikasi pada forum internasional. Pada kegiatan ini, insan dikti menyiapkan dokumen untuk pendaftaran paten yaitu berupa deskripsi paten dan surat pernyataan invensi. Adapun mitra PT Alam Indonesia Raharja melakukan publikasi sebagai pembicara pada forum internasional. Pada pelaksanaan kegiatan ini hanya dilakukan mitra dan insan dikti, tidak melibatkan mahasiswa.

d. Hasil Kegiatan

Sebagai luaran program dengan skema A1, telah dibuat dokumen deskripsi paten dengan judul “**Proses Fraksinasi Minyak Pala Terpeneless**” dan telah didaftarkan ke DJKI dengan nomor permohonan **P00202314526** oleh pengusul insan dikti. Formulir deskripsi paten dan formulir pendaftaran disajikan pada Lampiran. Publikasi pada forum internasional yaitu mitra menjadi pembicara pada **International Seminar on Sustainable and Competitive Indonesian Nutmeg Industry** yang dilaksanakan pada tanggal 11 Desember 2023 dan *expose* kepada umum juga telah dilakukan melalui media sosial.



Gambar 25 Publikasi kegiatan di Instagram



Gambar 26 Publikasi kegiatan di Linked

e. Kendala (jika ada)

Tidak ada kendala yang berarti dalam pelaksanaan kegiatan.

BAB IV : REKAPITULASI PENGGUNAAN KEUANGAN

Penggunaan Dana Matching Fund (DIKTI)

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7=(4)/(a)	8 =6 x 7
1	Bahan Prototype/Produksi Skala Terbatas/Bahan Habis Penelitian		197.717.500	197.717.500	100%	43,4%	43,39%
		Minyak Pala, <i>Crude Oil</i>	137.362.500	136.950.000	100%	30,1%	30,15%
		Alkohol, Technical grade, kadar alkohol 96%	3.250.000	6.120.000	100%	0,7%	0,71%
		NaOH, <i>Technical grade</i> , >90%	300.000	600.000	100%	0,1%	0,07%
		Kolom Gas <i>Chromatography, Agilent</i>	16.500.000	10.000.000	100%	3,6%	3,62%
		Gas Helium, Kadar 99%, Vol 50 kg	12.772.500	12.772.500	100%	2,8%	2,80%
		<i>Agilent Gas Chromatography Septa, Agilent</i>	2.750.000	6.000.000	100%	0,6%	0,60%
		<i>Myristicin Liquid Standard, Standar material for chromatography, Sigma Aldrich 50 mg</i>	6.575.000	6.434.200	100%	1,4%	1,44%
		Gas Hydrogen, Kadar 99%	12.547.500	13.734.300	100%	2,8%	2,75%
		<i>Syringe, Hamilton, 1 uL</i>	3.200.000	4.000.000	100%	0,7%	0,70%
		Botol sampel, Plastik HDPE	300.000	215.000	100%	0,1%	0,07%
		Derigen, Derigen 5 L	180.000	-	100%	0,0%	0,04%
		Derigen, Derigen 20 L	1.980.000	891.500	100%	0,4%	0,43%

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7=(4)/(a)	8 =6 x 7
2	Bantuan Insentif Mahasiswa		20.000.000	19.977.722	100%	4,4%	4,39%
		Magang, Bantuan insentif mahasiswa luar kota	3.600.000	3.600.000	100%	0,8%	0,79%
		Magang, Bantuan insentif mahasiswa biaya transportasi pp JKT-YGY	2.820.000	1.227.722	100%	0,6%	0,62%
		Magang, Bantuan transport lokal dalam kota	4.800.000	4.800.000	100%	1,1%	1,05%
		Magang, Bantuan insentif mahasiswa luar kota	2.400.000	1.200.000	100%	0,5%	0,53%
		Magang, Bantuan insentif mahasiswa biaya transportasi pp JKT-YGY	1.880.000	0	100%	0,4%	0,41%
		Magang, Bantuan transport lokal dalam kota	4.500.000	9.150.000	100%	1,0%	0,99%
3	Biaya Pengujian Produk		64.018.800	38.766.500	100%	14,0%	14,05%
		Fraksi proses deterpenasi, Analisis GCMS	14.518.800	18.100.000	100%	3,2%	3,19%
		Fraksi proses deterpenasi, Analisis sifat fisiko kimia lengkap	15.600.000	14.950.000	100%	3,4%	3,42%
		Fraksi proses deterpenasi, Analisis Sensory	1.500.000	166.500	100%	0,3%	0,33%
		Minyak Pala <i>Terpeneless</i> , Analisis Toksistas	24.000.000	-	100%	5,3%	5,27%

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7=(4)/(a)	8 =6 x 7
		Minyak Pala <i>Terpeneless</i> , Analisis Alergen	1.500.000	-	100%	0,3%	0,33%
		Minyak Pala <i>Terpeneless</i> , Analisis Cemaran Mikroba	6.900.000	5.550.000	100%	1,5%	1,51%
4	Biaya Perjalanan Dinas		108.804.000	108.804.000	100%	23,9%	23,88%
		Bogor, Transport Lokal (tim dan teknisi)	15.000.000	11.053.500	100%	3,3%	3,29%
		Yogyakarta, Tiket Pesawat Jkt-Yog pp	6.804.000	-	100%	1,5%	1,49%
		Yogyakarta, Transportasi Bogor-Jkt pp	1.800.000	5.750.000	100%	0,4%	0,40%
		Yogyakarta, Transport Lokal Yogyakarta	1.350.000	-	100%	0,3%	0,30%
		Yogyakarta, Penginapan	5.070.000	-	100%	1,1%	1,11%
		Yogyakarta, Uang Harian	3.780.000	20.370.500	100%	0,8%	0,83%
		Bogor, Transport lokal mahasiswa kegiatan <i>expose</i>	22.500.000	22.650.000	100%	4,9%	4,94%
		Bogor, <i>Meeting package</i> kegiatan <i>expose</i> mahasiswa	52.500.000	48.950.000	100%	11,5%	11,52%
5	Biaya Produksi Skala Terbatas		4.800.000	4.800.000	100%	1,1%	1,05%
		Upah tenaga produksi	4.800.000	4.800.000	100%	1,1%	1,05%
6	Focus Group Discussion:		0	0	0%	0,0%	0,00%

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7=(4)/(a)	8 =6 x 7
7	Honorarium Tenaga Peneliti/Pakar		0	0	0%	0,0%	0,00%
8	Pendaftaran HKI		3.350.000	3.350.000	100%	0,7%	0,74%
		Pendaftaran HKI (Paten)	3.350.000	3.350.000	100%	0,7%	0,74%
9	Pengelolaan Program		27.000.000	27.000.000	100%	5,9%	5,93%
		Pembuatan video kegiatan	7.500.000	7.500.000	100%	1,6%	1,65%
		Pembuatan video <i>knowlege</i> produk	7.500.000	7.500.000	100%	1,6%	1,65%
		<i>Expose</i> ke media sodmed	12.000.000	12.000.000	100%	2,6%	2,63%
10	Peralatan Pendukung Terkait Langsung dengan Kegiatan		29.970.000	29.970.000	100%	6,6%	6,58%
		Sewa alat distilasi fraksinasi vakum, Kapasitas 50 L/batch	29.970.000	29.970.000	100%	6,6%	6,58%
11	Survey		0	0	0%	0,0%	0,00%
TOTAL			455.660.300	430.385.722		100,0%	100,00%

Penggunaan Dana In Cash Mitra

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7=(4)/(a)	8 =6 x 7
1	Bahan Prototype/ Produksi Skala Terbatas/ Bahan Habis Penelitian		320.512.500	320.512.500	100%	94,1%	94,13%
		Minyak Pala, <i>Crude Oil</i>	320.512.500	320.512.500	100%	94,1%	94,13%
2	Bantuan Insentif Mahasiswa		0	0	0%	0,0%	0,00%
3	Biaya Pengujian Produk		20.000.000	20.000.000	100%	5,9%	5,87%
		Minyak Pala <i>Terpeneless</i> , Pendaftaran Sertifikasi Halal (Kategori Usaha Menengah)	5.000.000	5.000.000	100%	1,5%	1,47%
		Minyak Pala <i>Terpeneless</i> , Pendaftaran Sertifikasi <i>Food Grade</i>	5.000.000	5.000.000	100%	1,5%	1,47%
		Minyak Pala <i>Terpeneless</i> , Pendaftaran Sertifikasi Natural	10.000.000	10.000.000	100%	2,9%	2,94%
4	Biaya Perjalanan Dinas		0	0	0%	0,0%	0,00%
5	Biaya Produksi Skala Terbatas		0	0	0%	0,0%	0,00%

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7=(4)/(a)	8 =6 x 7
6	<i>Focus Group Discussion:</i>		0	0	0%	0,0%	0,00%
7	Honorarium Tenaga Peneliti/Pakar		0	0	0%	0,0%	0,00%
8	Pendaftaran HKI		0	0	0%	0,0%	0,00%
9	Pengelolaan Program		0	0	0%	0,0%	0,00%
10	Peralatan Pendukung Terkait Langsung dengan Kegiatan		0	0	0%	0,0%	0,00%
11	Survey		0	0	0%	0,0%	0,00%
	TOTAL		340.512.500	340.512.500		100,0%	100,00%

Penggunaan Dana In Kind Mitra

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7 =(4)/(a)	8 =6 x 7
1	Bahan Prototype/ Produksi Skala		0	0	0%	0,0%	0,00%

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7 =(4)/(a)	8 =6 x 7
	Terbatas/ Bahan Habis Penelitian						
2	Bantuan Insentif Mahasiswa		0	0	0%	0,0%	0,00%
3	Biaya Pengujian Produk		0	0	0%	0,0%	0,00%
4	Biaya Perjalanan Dinas		24.090.000	24.090.000	100%	10,1%	10,06%
		Yogyakarta, Transport lokal	2.250.000	2.250.000	100%	0,9%	0,94%
		Bogor, Tiket Pesawat Yog-Jkt pp	8.640.000	8.640.000	100%	3,6%	3,61%
		Bogor, Transportasi Jkt-Bogor	240.000	240.000	100%	0,1%	0,10%
		Bogor, Penginapan	6.000.000	6.000.000	100%	2,5%	2,51%
		Bogor, Uang Harian	5.160.000	5.160.000	100%	2,2%	2,16%
		Bogor, Transport lokal	1.800.000	1.800.000	100%	0,8%	0,75%
5	Biaya Produksi Skala Terbatas		0	0	0%	0,0%	0,00%
6	Focus Group Discussion:		88.400.000	88.400.000	100%	36,9%	36,92%

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7 =(4)/(a)	8 =6 x 7
		FGD Penyusunan Dokumen Sertifikasi Halal, Biaya konsumsi	3.000.000	3.000.000	100%	1,3%	1,25%
		FGD Penyusunan Dokumen Sertifikasi Halal, Biaya konsultasi narasumber	10.800.000	10.800.000	100%	4,5%	4,51%
		FGD Penyusunan Dokumen Sertifikasi <i>Food Grade</i> , Biaya konsumsi	2.000.000	2.000.000	100%	0,8%	0,84%
		FGD Penyusunan Dokumen Sertifikasi <i>Food Grade</i> , Biaya konsultasi narasumber	7.200.000	7.200.000	100%	3,0%	3,01%
		FGD Penyusunan Dokumen Sertifikasi Natural, Biaya konsumsi	2.000.000	2.000.000	100%	0,8%	0,84%
		FGD Penyusunan Dokumen Sertifikasi Natural, Biaya konsultasi narasumber	7.200.000	7.200.000	100%	3,0%	3,01%
		FGD Rencana Bisnis <i>Terpeneless Oil</i> , Biaya konsumsi	10.000.000	10.000.000	100%	4,2%	4,18%
		FGD Rencana Bisnis <i>Terpeneless Oil</i> , Honor narasumber	7.200.000	7.200.000	100%	3,0%	3,01%
		FGD Penyusunan Strategi Pemasaran <i>Terpeneless Oil</i> , Biaya konsumsi	5.000.000	5.000.000	100%	2,1%	2,09%

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7 =(4)/(a)	8 =6 x 7
		FGD Penyusunan Strategi Pemasaran <i>Terpenless Oil</i> , Honor narasumber	3.600.000	3.600.000	100%	1,5%	1,50%
		<i>Business Gathering, meeting package</i>	30.400.000	30.400.000	100%	12,7%	12,70%
7	Honorarium Tenaga Peneliti/Pakar		29.300.000	29.300.000	100%	12,2%	12,24%
		Amarullah Adhi	4.500.000	4.500.000	100%	1,9%	1,88%
		Yahya Imanuddin	4.500.000	4.500.000	100%	1,9%	1,88%
		Amarullah Adhi	4.000.000	4.000.000	100%	1,7%	1,67%
		Yahya Imanuddin	4.000.000	4.000.000	100%	1,7%	1,67%
		Amarullah Adhi	6.300.000	6.300.000	100%	2,6%	2,63%
		Yahya Imanuddin	6.000.000	6.000.000	100%	2,5%	2,51%
8	Pendaftaran HKI		0	0	0%	0,0%	0,00%
9	Pengelolaan Program		0	0	0%	0,0%	0,00%
10	Peralatan Pendukung Terkait Langsung dengan Kegiatan		68.000.000	68.000.000	100%	28,4%	28,40%
		Sewa fasilitas <i>plant</i> dan laboratorium untuk MBKM (penyulingan minyak pala, ekstraksi solvent, analisis GC,	68.000.000	68.000.000	100%	28,4%	28,40%

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7 = (4)/(a)	8 = 6 x 7
		analisis sensori, analisis sifat fisiko kimia), Penyulingan minyak pala, ekstraksi solvent, analisis GC, analisis sensori, analisis sifat fisiko kimia					
11	Survey		29.620.000	29.620.000	100%	12,4%	12,37%
		Survey Analisis Pasar Produk <i>Terpeneless Oil</i> , Pembelian Data dan Informasi	15.000.000	15.000.000	100%	6,3%	6,27%
		Survey Analisis Pasar Produk <i>Terpeneless Oil</i> , Pengolahan Data	4.620.000	4.620.000	100%	1,9%	1,93%
		Analisis Finansial Bisnis Produk <i>Terpeneless Oil</i> , Data dan Informasi	10.000.000	10.000.000	100%	4,2%	4,18%
	TOTAL		239.410.000	239.410.000		100,0%	100,00%

Penggunaan Dana Perguruan Tinggi

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7 = (4)/(a)	8 = 6 x 7
1.	Bahan Prototype/ Produksi Skala		0	0	0%	0,0%	0,00%

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7 =(4)/(a)	8 =6 x 7
	Terbatas/ Bahan Habis Penelitian						
2	Bantuan Insentif Mahasiswa		0	0	0%	0,0%	0,00%
3	Biaya Pengujian Produk		0	0	0%	0,0%	0,00%
4	Biaya Perjalanan Dinas		0	0	0%	0,0%	0,00%
5	Biaya Produksi Skala Terbatas		0	0	0%	0,0%	0,00%
6	<i>Focus Group Discussion</i>		0	0	0%	0,0%	0,00%
7	Honorarium Tenaga Peneliti/Pakar		0	0	0%	0,0%	0,00%
8	Pendaftaran HKI		0	0	0%	0,0%	0,00%
9	Pengelolaan Program		6.154.700	6.154.700	100%	100,0%	100,00%
		Pendampingan Penyusunan Proposal	103.200	103.200	100%	1,7%	1,68%
		Verifikasi Kelayakan Luring	539.500	539.500	100%	8,8%	8,77%

No.	Komponen Biaya dan Aktivitas	Sub-Komponen Biaya	Rencana Anggaran	Realisasi Anggaran	Kemajuan Fisik**)	Bobot	Prestasi Fisik
1	2	3	4	5	6	7 =(4)/(a)	8 =6 x 7
		Workshop Pembekalan Keuangan, Pengadaan dan Manajemen Mutu	552.000	552.000	100%	9,0%	8,97%
		Workshop Penilaian Tingkat Kesiapterapan Teknologi	552.000	552.000	100%	9,0%	8,97%
		Pendampingan Penyusunan Laporan Keuangan 70% dan Laporan Kemajuan	552.000	552.000	100%	9,0%	8,97%
		Monev Eksternal	170.000	170.000	100%	2,8%	2,76%
		Monev Internal	816.500	816.500	100%	13,3%	13,27%
		Kunjungan Lapang	737.000	737000	100%	12,0%	11,97%
		Pendampingan Penyusunan Laporan Akhir Kegiatan dan Laporan Keuangan	552.000	552000	100%	9,0%	8,97%
		Seminar Hasil & <i>Launching Program MF</i>	912.500	912500	100%	14,8%	14,83%
		Verifikasi Laporan Keuangan	334.000	334.000	100%	5,4%	5,43%
		Penyusunan Laporan Akhir	334.000	334000	100%	5,4%	5,43%
10	Peralatan Pendukung Terkait Langsung dengan Kegiatan		0	0	0%	0,0%	0,00%
11	Survey		0	0	0%	0,0%	0,00%
TOTAL			6.154.700	6.154.700		100,0%	100,00%

Barang Milik Negara/Aset

No	Nama Alat *)	Deskripsi **)	Jumlah	Harga Satuan	Total Harga ***)	Foto Barang	Kode Barang****)	Lokasi Barang
1								
2								

Catatan : harap komunikasikan dengan bagian pengadaan untuk alat mana saja yang menjadi barang milik negara yang tercatat, barang yang dicatat adalah barang dengan pembelian dana matching fund dikti

*) tertulis sebagai satu set alat

**) jelaskan mulai dari klasifikasi barang,, tuliskan merk dan tipe secara lengkap. (“klasifikasi barang: aset tak berwujud, aset lainnya, peralatan/mesin, bangunan”, spesifikasi barang)

***) harga sudah termasuk pajak

****) bisa diketikkan kode barangnya atau difotokan labelnya

Rekap Akhir Keuangan Matching Fund (DIKTI)

1. Dana ditetapkan (kontrak) : Rp 455.660.300,-
2. Dana didapatkan (transfer/realokasi) : Rp 455.660.300,-
3. Dana digunakan (pelaksanaan) : Rp 430.385.722
4. Sisa Pengembalian dana (2-3) : Rp 25.274.578

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan



Gambar 1. Validasi Proses Deterpenasi menggunakan Alat Distilasi Fraksinasi Vakum berkapasitas 50 kg/batch



Gambar 2. Presentasi project Capstone mahasiswa di PT. Alam Indonesia Raharja



Gambar 3. Kunjungan mahasiswa ke PT. Aromatik Teknologi Indonesia di Semarang



Gambar 4. Kunjungan mahasiswa di perkebunan pala di Cijeruk



Gambar 5. Kunjungan mahasiswa di penyulingan minyak pala di Cijeruk



Gambar 6. Expose dan Kuliah dari Praktisi



Gambar 7. Expose dan Praktikum Perancangan Proyek Industri



Gambar 8. Publikasi pada forum Internasional “International Seminar on Sustainable and Competitive Indonesian Nutmeg Industry”

Lampiran 2. Dokumen Spesifikasi Produk



PT. ALAM INDONESIA RAHARJA
MUC Building 5th Floor
Jl. TB Simatupang 15
Jakarta 12530

Typical Product Specifications & Properties Terpeneless Nutmeg Oil

Parameters	Specifications
Color	Colorless to pale yellow liquid
Appearance	Colorless to pale yellow clear liquid
Density	0.887 – 1,051
Specific Gravity	0.95000 to 1.10000 @ 25.00 °C
Refractive Index	1.47000 to 1.55000 @ 20.00 °C
Optical Rotation	+4.00 to +5.00
Odor Type	Spicy
Odor	Spicy Nutmeg
Slightly Soluble	In cold alcohol
Very Soluble	In hot alcohol, chloroform, ether
Shelf Life	24 months or longer if stored properly
Storage conditions	Store in a cool, dry place in a tightly sealed container, protected from heat and light
Purity	84 %
Recovery	86 %
Terpinene-4-ol	24,95 %
Myristicin	26,76 %

Lampiran 3. Dokumen MSDS

	MATERIAL SAFETY DATA SHEET	Date : 01/12/23
		Version : 1
		Revision :
		Replace :
		Page : 1/9
Terpeneless Nutmeg Oil		

1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

PRODUCT NAME	: Terpeneless Nutmeg Oil
REACH REGISTRATION NUMBER	:
TYPE OF PRODUCT	: Essential Oil
CHEMICAL NAME	: Myristica fragrans Houtt. Oil Terpeneless
CAS NUMBER	: 8008-45-5
IDENTIFICATION OF USAGE	: Flavor Ingredients
SUPPLIER	: PT. Alam Indonesia Raharja MUC BUILDING 5th Floor Jl. TB. Simatupang 15, Tanjung Barat Jakarta, Indonesia, 12530 Ph: +62 813 1928 1970 Website : www.petaniglobal.com Email : hello@petaniglobal.com 24 Hour Emergency Response Information

2. HAZARDS IDENTIFICATIONS

CLASSIFICATION ACCORDING TO GHS REGULATION :

Physical hazard	: Flammable liquid	Category 3
Health hazard	: Skin corrosion/irritation	Category 2
	Sensitization, skin	Category 1
	Germ cell mutagenicity	Category 2
	Carcinogenicity	Category 1B
	Reproductive toxicity	Category 2
	Aspiration hazard	Category 1
Environmental hazards	: Hazardous to the aquatic environment, acute hazard	Category 2
	Hazardous to the aquatic environment, long-term hazard	Category 2

Label elements



Signal word	Danger
Hazard statement	Flammable liquid and vapor. May be fatal if swallowed and enters airways. Causes skin irritation. May cause an allergic skin reaction. Suspected of causing genetic defects. May cause cancer. Suspected of damaging fertility or the unborn child. Toxic to aquatic life. Toxic to aquatic life with long lasting effects.

PT. Alam Indonesia Raharja
MUC Building 5th Floor, Jl. TB. Simatupang 15, Tanjung Barat, Jakarta, Indonesia, 12530
Ph: +62 813 1928 1970 Website www.petaniglobal Email : hello@petaniglobal

	MATERIAL SAFETY DATA SHEET	Date : 01/12/23
		Version : 1
		Revision :
		Replace :
Terpeneless Nutmeg Oil		Page : 2/9

Precautionary statement	
Prevention	Obtain special instructions before use. Do not handle until all safety precautions have been read and understood. Keep away from heat, hot surfaces, sparks, open flames and other ignition sources. No smoking. Keep container tightly closed. Keep cool. Ground and bond container and receiving equipment. Use explosion-proof electrical/ventilating/lighting equipment. Use non-sparking tools. Take action to prevent static discharges. Avoid breathing mist/vapors. Wash thoroughly after handling. Contaminated work clothing should not be allowed out of the workplace. Avoid release to the environment. Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection/hearing protection.
Response	IF SWALLOWED: Immediately call a POISON CENTER/doctor. Do NOT induce vomiting. IF ON SKIN (or hair): Take off immediately all contaminated clothing. Rinse skin with water/shower. IF exposed or concerned: Get medical advice/attention. If skin irritation or rash occurs: Get medical advice/attention. Take off contaminated clothing and wash it before reuse. In case of fire: Use appropriate media to extinguish. Collect spillage.
Storage	Store in a cool, dry place in a tightly sealed container, protected from heat and light.
Disposal	Dispose of contents/container in accordance with local/regional/national/international regulation
Hazard(s) not otherwise Classified (HNOC)	None known
Supplemental information	3.2% of the mixture consists of component(s) of unknown acute oral toxicity. 5.2% of the mixture consists of component(s) of unknown acute dermal toxicity. 24.21% of the mixture consists of component(s) of unknown acute inhalation toxicity.

3. COMPOSITION INFORMATION

Mixtures

Chemical name	%
Terpinene-4-ol	24,95
Safrole	6,13
Methyl eugenol	6,62
Myristicin	26,76

4. FIRST-AID MEASURES

INGESTION :	Do not try to vomit. Rinse mouth. Consult a doctor.
EYE CONTACT :	Wash immediately and abundantly the eyes with a good running water at low pressure. Consult an ophthalmologist.

PT. Alam Indonesia Raharja
MUC Building 5th Floor, Jl. TB. Smitupang 15, Tanjung Barat, Jakarta, Indonesia, 12530
Ph: +62 813 1928 1970 Website www.petaniglobal Email : hello@petaniglobal

	MATERIAL SAFETY DATA SHEET	Date : 01/12/23
		Version : 1
		Revision :
		Replace :
Terpeneless Nutmeg Oil		Page : 3/9

SKIN CONTACT : Sprinkle abundantly with water during at least 15 minutes.
 INHALATION : Remove victim to fresh air

5. FIRE FIGHTING

EXTINGUISHING MEDIA : *SUITABLE* : CO2 foam, dry chemical.
NON SUITABLE : Water.

SPECIFIC METHODS OF FIRE FIGHTING :
 None.

SPECIAL EQUIPMENT FOR THE PROTECTION OF FIRE FIGHTERS :
 No.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

PERSONAL PRECAUTIONS : Avoid all contact with eyes and mucous.
 ENVIRONMENTAL PRECAUTIONS : Don't throw it in sewer nor in natural environment.
 METHODS FOR CLEANING-UP : Recover in a tight container.
 Wash with plenty of water after complete elimination of the product.

7. HANDLING AND STORAGE

HANDLING : Avoid contact with eyes and mucous.
 STORAGE : Keep away from humidity in a fresh place. Keep container closed after using.
 OTHER : See Section 8.

8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

RESPIRATORY PROTECTION : Assure a good ventilation of work place.
 HAND PROTECTION : Plastic or synthetic rubber impermeable gloves.
 EYE PROTECTION : Goggles giving complete protection to eyes. Eyewash bottle with clean water.
 SKIN AND BODY PROTECTION : Clothes for chemical protection to avoid contact.
 INGESTION : Do not eat, drink and smoke while using
 INDUSTRIAL HYGIENE : Provide an extraction or global ventilation of the work place to reduce concentrations of the steams.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

FORM : Liquid
 COLOR : Pale Yellow
 ODOR : Spicy Nutmeg
 ODOR THRESHOLD : Data not found

PT. Alam Indonesia Raharja
 MUC Building 5th Floor, Jl. TB. Smitupang 15, Tanjung Barat, Jakarta, Indonesia, 12530
 Ph: +62 813 1928 1970 Website www.petaniglobal Email : hello@petaniglobal

	MATERIAL SAFETY DATA SHEET	Date : 01/12/23
		Version : 1
		Revision :
		Replace :
Terpeneless Nutmeg Oil		Page : 4/9

pH :	Data not found
MELTING POINT :	Data not found
BOILING POINT :	Data not found
FLASHPOINT (closed cup) :	42 °C / 107.6 °F
EVAPORATION RATE:	Data not found
FLAMMABILITY :	Data not found
EXPLOSIVE LIMITS :	Data not found
VAPOR PRESSURE :	~2.0 mm Hg 20C
VAPOR DENSITY :	Data not found
SPECIFIC GRAVITY :	Data not found
DENSITY :	0.887 – 1,051
OPTICAL ROTATION :	+4.00 to +5.00
SOLUBILITY IN WATER :	Insoluble
Log K (n-octanol/water) :	Data not found
AUTOIGNITION TEMP. :	Data not found
DECOMPOSITION TEMP. :	Data not found
VISCOSITY :	Data not found
EXPLOSIVE PROPRIETIES:	Data not found
OXIDIZING PROPRIETIES:	Data not found
OTHER DATA :	Data not found

10. STABILITY AND REACTIVITY

REACTIVITY :	No data available.
CHEMICAL STABILITY :	No data available.
POSSIBILITY OF HAZARDOUS REACTION :	None in normal conditions.
CONDITIONS TO AVOID :	Excessive heat.
INCOMPATIBLE MATERIALS:	Strongly oxidising and reducing agents.
HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS :	None in normal conditions.
OTHERS :	None.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

INGESTION :	Acute toxicity, oral DL50 (mg/Kg) : 4,260
SKIN CONTACT	Can induce irritations.
EYE CONTACT :	Serious eye damage/eye irritation
INHALATION :	No specific hazard in normal use.
ASPIRATION :	Aspiration hazard
SPECIFIC EFFECTS :	No information available.

PT. Alam Indonesia Raharja
MUC Building 5th Floor, Jl. TB. Sismatupang 15, Tanjung Barat, Jakarta, Indonesia, 12530
Ph: +62 813 1928 1970 Website www.petaniglobal Email : hello@petaniglobal

	MATERIAL SAFETY DATA SHEET	Date : 01/12/23
		Version : 1
		Revision :
		Replace :
Terpeneless Nutmeg Oil		Page : 5/9

12. ECOLOGICAL INFORMATION

TOXICITY : See Section 2
 PERSISTENCE / DEGRADABILITY : No information available.
 BIOACCUMULATION POTENTIAL : No information available.
 RESULTS OF PBT AND vPvB ASSESSMENT : No information available.
 MOBILITY IN SOIL : No information available.
 WGK : 2
 OTHER ADVERSE EFFECTS : Not known.

13. DISPOSAL CONSIDERATION

To comply with the regulations and prefectoral orders in use.
 Throwing out forbidden. Packaging must be well emptied

14. TRANSPORT INFORMATION MEASURES

RID / ADR

CLASS :
 SUBSIDIARY RISK :
 UN NUMBER :
 PACKING GROUP :
 TUNNEL CODE :

IMCO / IMDG

CLASS :
 SUBSIDIARY RISK :
 UN NUMBER :
 PACKING GROUP :
 EmFS :

OACI / IATA

CLASS :
 SUBSIDIARY RISK :
 UN NUMBER :
 PACKING GROUP :
 TRAVELLER AIRPLANE PACKING INSTRUCTION :
 TRAVELLER AIRPLANE MAXIMUM QUANTITY :

PT. Alam Indonesia Raharja
 MUC Building 5th Floor, Jl. TB. Sلماتupang 15, Tanjung Barat, Jakarta, Indonesia, 12530
 Ph: +62 813 1928 1970 Website www.petaniglobal Email : hello@petaniglobal

	MATERIAL SAFETY DATA SHEET	Date : 01/12/23
		Version : 1
		Revision :
		Replace :
Terpeneless Nutmeg Oil		Page : 6/9

CARGO AIRPLANE PACKING
INSTRUCTION :
CARGO AIRPLANE MAXIMUM
QUANTITY :

Labelling according to RID / ADR, IMCO / IMDG, OACI / IATA

SHIPPING NAME : UN 1169 EXTRACTS, AROMATIC, LIQUID



ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS

15. REGULATORY INFORMATION

LABELLING ACCORDING TO GHS REGULATION :

Physical hazard : FL 3
Health Hazards : AH 1,ATO 4,EDI 2A,SCI 2,SS 1
Environmental Hazards : EH-A 2,EH-C 2



WORDS OF WARNING: DANGER

PARTICULAR RISKS :

H226 Flammable liquid and vapour.
H302 Harmful if swallowed.
H304 May be fatal if swallowed and enters airways.
H315 Causes skin irritation.
H317 May cause an allergic skin reaction.
H319 Causes serious eye irritation.
H401 Toxic to aquatic life.
H411 Toxic to aquatic life with long lasting effects.

PRECAUTIONARY STATEMENT

PREVENTION :

P273 Avoid release to the environment.
P280 Wear protective gloves, protective clothing, eye protection, face protection.

PRECAUTIONARY STATEMENT
RESPONSE :

P301+P310 IF SWALLOWED : Immediately call a POISON CENTER or doctor/physician.
P303+P361+P353 IF ON SKIN (or hair) : Remove immediately all contaminated clothing. Rinse skin with water/shower.
P331 Do NOT induce vomiting.

PRECAUTIONARY STATEMENT
DISPOSAL :

P501 Dispose of contents and/or container in accordance with local, regional, national and/or international regulation.

PARTICULAR MENTION :

Not available.

PT. Alam Indonesia Raharja
MUC Building 5th Floor, Jl. TB. Sلماتupang 15, Tanjung Barat, Jakarta, Indonesia, 12530
Ph: +62 813 1928 1970 Website www.petaniglobal Email : hello@petaniglobal

	MATERIAL SAFETY DATA SHEET	Date : 01/12/23
		Version : 1
		Revision :
		Replace :
Terpeneless Nutmeg Oil		Page : 7/9

OTHERS : Not available.

LIMITS OF EXPOSURE : Not available.

OTHER CLASSIFICATIONS :

DOT CLASSIFICATION : -

NFPA CLASSIFICATION :



NIOSH : Not available

THRESHOLD LIMIT VALUE - TLV : Not available

OSHA PERMISSIBLE EXPOSURE LIMIT - PEL : Not available

IAS THE SUBSTANCE BEEN LISTED AS CARCINOGEN : Not available

SARA 313 : Not available

The content and format of this safety data sheet are in accordance with EC Regulation No. 1907/2006 of the European Parliament and Council Respect safety measures usually applied during the production of flavoring ingredients. This data sheet completes the technical use notice, but doesn't replace it. These information are based on our actual knowledge for the above mentioned product at the edition date of this data sheet. They are given in good faith. In any case user is not exempted to know and apply all texts which regulate this activity. He will take under his own responsibility the precautions for the utilisation of product he knows. Users should be aware of the other purposes than those for which it is concerned.

PT. Alam Indonesia Raharja
MUC Building 5th Floor, Jl. TB. Sلماتupang 15, Tanjung Barat, Jakarta, Indonesia, 12530
Ph: +62 813 1928 1970 Website www.petaniglobal Email : hello@petaniglobal

Lampiran 4. *Self Declare Natural Status Certificate*



PT. ALAM INDONESIA RAHARJA
MUC Building 5th Floor
Jl. TB Simatupang 15
Jakarta 12530

Natural Status Certificate

Product Name: Terpeneless Nutmeg Oil

PT. Alam Indonesia Raharja certifies that the product listed above is declared natural meets the criteria of Naturalness as defined in Section 101.22 (a) (3) of Title 21 of the United States Code of Federal Regulations.

PT. Alam Indonesia Raharja certifies that the product meets the following criteria:

- Does not contain any artificial flavors
- Is not adulterated or misbranded according to Food and Drug laws

PT. Alam Indonesia Raharja may terminate this certification at any time upon written notice, in which this certification shall be null and void as to any material supplied after termination of the certification.

Sincerely,

Director
PT. Alam Indonesia Raharja
Date of Issue: December 1, 2023

Lampiran 5. Pendaftaran HKI

FORMULIR PERMOHONAN PENDAFTARAN PATEN INDONESIA
APPLICATION FORM OF PATENT REGISTRATION OF INDONESIA

Data Permohonan (Application)			
Nomor Permohonan <i>Number of Application</i>	: P00202314526	Tanggal Penerimaan <i>Date of Submission</i>	: 22 Desember 2023
Jenis Permohonan <i>Type Of Application</i>	: Paten	Jumlah Klaim <i>Total Claim</i>	: 3
		Jumlah Halaman <i>Total Page</i>	: 5
Judul <i>Title</i>	: PRODUK DAN PROSES FRAKSINASI MINYAK PALA TERPENELESS		
Abstrak <i>Abstract</i>	: Invensi ini berhubungan dengan proses fraksinasi minyak pala skala 50 L/batch untuk memisahkan senyawa terpen sehingga dihasilkan produk minyak pala <i>terpenless</i> . Tujuan invensi ini dapat dicapai dengan menyediakan suatu kondisi proses fraksinasi menggunakan alat distilasi fraksinasi vakum tipe <i>packed column</i> . Kondisi proses fraksinasi minyak pala berlangsung pada suhu pemanas 79 - 165 oC, suhu bahan 64 - 107 oC, suhu uap 52 - 68 oC, tekanan -73-(74) cmHg dan rasio refluks 12/2. Dari proses fraksinasi minyak pala tersebut di peroleh rendemen minyak pala <i>terpenless</i> sebesar 26,286%, kemurnian 84,039 %, dan <i>recovery</i> 86,662% dengan kadar <i>myristicin</i> meningkat dari 9,51% menjadi 26,765%. Karakteristik produk minyak pala <i>terpenless</i> berwarna kuning orange, beraroma khas minyak pala, densitas 1,04 - 1,051; Indeks bias 1,5; putaran optic (+) 4 sampai (+) 5 dan kelarutan dalam etanol 1:1.		

Permohonan PCT (PCT Application)			
Nomor PCT <i>PCT Number</i>	:	Nomor Publikasi <i>Publication Number</i>	:
Tanggal PCT <i>PCT Date</i>	:	Tanggal Publikasi <i>Publication Date</i>	:

Pemohon (Applicant)			
Nama (Name)	Alamat (Address)	Surel/Telp (Email/Phone)	
Institut Pertanian Bogor (IPB)	Gedung Andi Hakim Nasoetion Lantai 2, Kampus IPB Dramaga, Bogor, ID	stp@apps.ipb.ac.id 02518622643	

Penemu (Inventor)			
Nama (Name)	Warganegara (Nationality)	Alamat (Address)	Surel/Telp (Email/Phone)
Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli, MSc.Agr	Indonesia	Departemen Teknologi Industri Pertanian, FATETA IPB/ Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi (SBRC), IPB Jl. Raya Pajajaran No. 1 Bogor 16129, ID	0811976630 mrusli@apps.ipb.ac.id
Dr. Dwi Setyaningsih, STP, M.Si	Indonesia	Departemen Teknologi Industri Pertanian, FATETA IPB/ Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi (SBRC), LPPM IPB Jl. Raya Pajajaran No. 1 Bogor 16129, ID	08158314669 dwisetya.sbrc@gmail.com
Prayoga Suryadarma, PhD	Indonesia	Departemen Teknologi Industri Pertanian, FATETA IPB Gedung Fateta Lt. 2, Kampus IPB Dramaga, Jl. Raya Lingkar Akademik, Babakan, Kab. Bogor, Jawa Barat 16680, ID	081317564303 prayoga@apps.ipb.ac.id
Neli Muna, STP., MSI	Indonesia	Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi (SBRC), LPPM IPB Jl. Raya Pajajaran No. 1 Bogor 16129, ID	085694276295 nelimuna88@gmail.com
Athin Nuryanti, STP	Indonesia	Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi (SBRC), LPPM IPB Jl. Raya Pajajaran No. 1 Bogor 16129, ID	081282797110 athin.sbrc@apps.ipb.ac.id
Veni Anggita Sari	Indonesia	Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi (SBRC), LPPM IPB Jl. Raya Pajajaran No. 1 Bogor 16129, ID	089649493310 -

Lampiran 6. PKS Lisensi




**PERJANJIAN KERJA SAMA LISENSI
TEKNOLOGI PRODUKSI MINYAK PALA TERPENELESS
ANTARA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
DENGAN
PT. ALAM INDONESIA RAHARJA**

Nomor : IT3.L2/HK.07.00/P/B/2023
 Nomor : 10/EXT/Partnership/XII/2023

Pada hari ini Rabu, tanggal dua puluh tujuh Bulan Desember, tahun Dua Ribu Dua Puluh Tiga (27-12-2023), bertempat di Bogor, yang bertanda tangan di bawah ini:

Prof. Dr. Erika Budiarti Laconi, MS : Kepala Lembaga Kawasan Sains dan Teknologi Institut Pertanian Bogor berkedudukan di *Science Techno Park* Taman Kencana No 3 Bogor, dalam hal ini bertindak dalam jabatan tersebut berdasarkan keputusan Rektor Institut Pertanian Bogor No 62/IT3/KP/2023 dan oleh karenanya sah bertindak untuk dan atas nama Institut Pertanian Bogor, selanjutnya dalam Perjanjian Kerjasama ini disebut **PIHAK PERTAMA**.

Yahya Imanuddin, S.T., M.Sc. : Direktur PT Alam Indonesia Raharja, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama PT Alam Indonesia Raharja yang beralamat di MUC Building Lantai 5, Jalan TB Simatupang No 15, Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12530 dengan akte notaris No. 5 tanggal 8 April 2020, selanjutnya dalam Perjanjian Kerjasama ini disebut **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA secara bersama-sama menyatakan terlebih dahulu hal-hal sebagai berikut :

1. Bahwa **PIHAK PERTAMA** adalah Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum (PTNBH) yang menyelenggarakan kegiatan tridarma perguruan tinggi sebagai tugas pokok yang meliputi pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat dan telah mencanangkan program pengembangan dan komersialisasi karya/produk inovasi.
2. Bahwa **PIHAK KEDUA** adalah suatu Badan Usaha berbentuk Perseroan Terbatas yang bergerak di bidang agroteknologi yang memproduksi berbagai produk minyak atsiri dan rempah-rempah yang bersumber langsung dari petani dan melakukan perdagangan minyak atsiri, didirikan berdasarkan Akta tanggal 8 April 2020 Nomor 5, berkedudukan di MUC Building Lantai 5, Jalan TB Simatupang No 15, Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12530 dan untuk melakukan produksi minyak pala *terpeneless*.
3. Bahwa Lisensi Teknologi Produksi Minyak Pala Terpeneless telah didaftarkan Paten dengan judul Produk dan Proses Fraksinasi Minyak Pala dengan Nomor Paten P00202314526 dengan inovator Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli, M.Sc.Agr berasal dari Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB; Dr. Dwi Setyaningsih, STP, MSi berasal dari Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB; Prayoga Suryadarma, PhD berasal dari Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB; Neli Muna, STP, MSi berasal dari Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi IPB;

Paraf : PIHAK PERTAMA :; PIHAK KEDUA : 1

Athin Nuryanti, STP, berasal dari Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi IPB dan Veni Anggita Sari, STP berasal dari Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi IPB.

Berdasarkan hal tersebut di atas, PARA PIHAK atas dasar profesionalisme serta itikad baik, sepakat dan setuju untuk mengadakan Perjanjian Kerja Sama Lisensi Teknologi Produksi Minyak Pala *Terpeneless* dengan ketentuan sebagai berikut :

Pasal 1 DASAR HUKUM

1. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2019 tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2019 Nomor 148) jo. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 245);
2. Undang-Undang Nomor 13 tahun 2016 tentang Paten;
3. Undang-Undang Nomor 20 tahun 2016 tentang Merek dan Indikasi Geografis;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2005 tentang Alih Teknologi Kekayaan Intelektual serta Hasil Penelitian dan Pengembangan oleh Perguruan Tinggi dan Lembaga Penelitian dan Pengembangan (Lembaran Negara Tahun 2005 Nomor 430);
5. Peraturan Rektor Institut Pertanian Bogor Nomor 20/IT3/KS/2017 tentang Perubahan atas Peraturan Rektor Institut Pertanian Bogor Nomor 7/IT3/KS/2017 tentang Pengelolaan Kerja Sama Institut Pertanian Bogor;
6. Keputusan Rektor Institut Pertanian Bogor Nomor 237/IT3/PG/2019 tentang Penetapan Royalti atas Lisensi Inovasi Institut Pertanian Bogor;
7. Peraturan Rektor Institut Pertanian Bogor Nomor 16 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Kekayaan Intelektual (KI) di Lingkungan IPB.
8. Peraturan Rektor Institut Pertanian Bogor Nomor 2 Tahun 2022 tentang Pedoman Komersialisasi Inovasi Institut Pertanian Bogor.

Pasal 2 RUANG LINGKUP PERJANJIAN

PARA PIHAK sepakat untuk melakukan Kerja Sama Lisensi Teknologi Produksi Minyak Pala *Terpeneless* di mana PIHAK PERTAMA menyediakan teknologi tersebut kepada PIHAK KEDUA untuk dapat diproduksi dan dipasarkan.

Pasal 3 HAK DAN KEWAJIBAN PARA PIHAK

1. Hak PIHAK PERTAMA:
 - a. mengawasi pelaksanaan produksi dan melakukan pengujian atau pemeriksaan setiap satu tahun sekali untuk menjamin mutu;
 - b. melakukan pemantauan terhadap pelaksanaan komersialisasi yang meliputi produksi, distribusi, pemasaran, dan penjualan setiap satu tahun sekali;
 - c. menerima rencana kerja komersialisasi yang meliputi produksi, distribusi, pemasaran, dan penjualan Minyak Pala *Terpeneless*;
 - d. menerima laporan produksi dan penjualan produk Minyak Pala *Terpeneless* sesuai dengan ketentuan yang berlaku setiap satu tahun;
 - e. menerima pembayaran royalti dari Minyak Pala *Terpeneless* sebesar 5 % (eksklusif) dari omset penjualan Minyak Pala *Terpeneless* setiap satu tahun sekali kepada PIHAK

Paraf : PIHAK PERTAMA :; PIHAK KEDUA : 2

PERTAMA;

- f. memberi teguran kepada PIHAK KEDUA bila ditemukan ketidaksesuaian antara rencana kerja dan pelaksanaannya di lapangan.
2. Kewajiban PIHAK PERTAMA:
 - a. memberi pendampingan dan dukungan *technical assistance* kepada PIHAK KEDUA terkait implementasi Teknologi dengan pembiayaan dari PIHAK KEDUA;
 - b. memberi izin kepada PIHAK KEDUA untuk memproduksi, mendistribusi, mempromosikan hingga memasarkan produk yang dihasilkan dari Teknologi dalam wilayah Indonesia maupun untuk tujuan ekspor.
 3. Hak PIHAK KEDUA:
 - a. menerima pendampingan dan *technical assistance* dari PIHAK PERTAMA terkait implementasi Teknologi dengan pembiayaan dari PIHAK KEDUA;
 - b. memproduksi, mendistribusi, mempromosikan hingga memasarkan produk yang dihasilkan dari Teknologi dalam wilayah Indonesia maupun untuk tujuan ekspor.
 4. Kewajiban PIHAK KEDUA:
 - a. mengirimkan rencana kerja komersialisasi yang meliputi produksi, distribusi, promosi, dan pemasaran produk kepada PIHAK PERTAMA setelah adanya kesepakatan rencana kerja komersialisasi;
 - b. memberikan laporan produksi dan penjualan dari produk Minyak Pala *Terpeneless* sesuai dengan ketentuan yang berlaku setiap satu tahun;
 - c. membayar royalti dari produk Minyak Pala *Terpeneless* sebesar 5 % (eksklusif) dari dari omset penjualan Minyak Pala *Terpeneless* setiap satu tahun sekali kepada PIHAK PERTAMA.

**PASAL 4
LISENSI DAN ROYALTI**

1. PIHAK PERTAMA memberikan lisensi kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA setuju menerima lisensi yang bersifat eksklusif dari PIHAK PERTAMA.
2. PIHAK KEDUA tidak dapat mengalihkan lisensi yang diterimanya dan memberikan informasi tentang lisensi dari PIHAK PERTAMA kepada pihak ketiga.
3. PIHAK KEDUA dapat menggunakan sendiri, memproduksi barang yang dihasilkan berdasarkan lisensi, dan menjual barang tersebut.
4. PIHAK KEDUA tidak boleh memberikan lisensi lebih lanjut (*sublicense*) kepada pihak ketiga.
5. PIHAK KEDUA bersedia membayar royalti kepada PIHAK PERTAMA sesuai pasal 3.
6. Pembayaran royalti dari PIHAK KEDUA kepada PIHAK PERTAMA sebagaimana dinyatakan dalam ayat (5) Pasal ini disampaikan melalui transfer kepada rekening PIHAK KEDUA sebagai berikut:

Bank	: Bank Negara Indonesia (BNI)
Nomor rekening	: VA 9889370501150705
Atas nama	: Royalti Inovasi
7. Pajak-pajak terkait dengan pembayaran royalti menjadi kewajiban masing-masing pihak sesuai ketentuan yang berlaku.
8. Pembayaran royalti dilakukan oleh PIHAK KEDUA kepada PIHAK PERTAMA selambat-lambatnya 30 (tiga puluh) hari kerja setelah waktu yang disepakati PARA PIHAK atau setelah PIHAK KEDUA menerima tagihan pembayaran dari PIHAK PERTAMA dengan
Paraf : PIHAK PERTAMA :; PIHAK KEDUA : 3

- melampirkan salinan data penjualan yang telah diverifikasi PARA PIHAK.
9. PARA PIHAK sepakat bahwa pembayaran royalti atas komersialisasi Minyak Pala *Terpeneless* sebagaimana dimaksud dalam ayat (5) Pasal ini berlaku untuk jangka waktu sesuai dengan ketentuan Pasal 5 Perjanjian ini.
 10. Besaran royalti dapat diubah berdasarkan kesepakatan PARA PIHAK secara tertulis dalam bentuk *addendum* yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Perjanjian Kerja Sama ini.

Pasal 5
JANGKA WAKTU PERJANJIAN

1. Kerja Sama ini berlaku untuk jangka waktu 3 (Tiga) Tahun terhitung mulai tanggal ditandatangani dan apabila dikehendaki oleh PARA PIHAK dapat diperpanjang dengan kesepakatan PARA PIHAK.
2. Pelaksanaan perjanjian ini akan dievaluasi oleh PARA PIHAK setiap tahun.

Pasal 6
KERAHASIAAN

PARA PIHAK dan orang-orang yang ditunjuk oleh PIHAK yang terlibat dalam kegiatan menurut Perjanjian ini berkewajiban untuk menyimpan seluruh informasi berkenaan dengan kegiatan menurut Perjanjian ini dan tidak menyebarkannya tanpa persetujuan PARA PIHAK.

Pasal 7
AUDIT

1. PIHAK PERTAMA dengan atau tanpa perantara seorang akuntan, mempunyai hak untuk memeriksa dan menilai laporan produksi dan penjualan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (4) semata-mata untuk keperluan royalti dan dilakukan sekurang-kurangnya satu kali dalam setahun dengan membuat pemberitahuan sebelumnya kepada PIHAK KEDUA.
2. PIHAK PERTAMA wajib menyimpan segala informasi yang berkaitan dengan laporan produksi dan penjualan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (4) dari pihak ketiga.

Pasal 8
PEMBATALAN PERJANJIAN

1. Atas permohonan salah satu pihak sebagai pemohon (PIHAK PERTAMA atau PIHAK KEDUA) dan berdasarkan persetujuan dari PARA PIHAK, perjanjian ini dapat dibatalkan sebelum berakhirnya jangka waktu perjanjian.
2. Permohonan pembatalan perjanjian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) Pasal ini, harus disampaikan oleh pemohon kepada pihak lainnya secara tertulis disertai alasan-alasan yang mendasarinya paling lambat 30 (tiga puluh) hari kerja sebelum pembatalan perjanjian.
3. Dalam hal perjanjian berakhir, maka berakhirnya perjanjian tidak akan memengaruhi hak dan kewajiban masing-masing pihak yang masih harus diselesaikan akibat pelaksanaan perjanjian sebelum berakhirnya perjanjian.
4. Untuk mengakhiri perjanjian ini PARA PIHAK setuju untuk mengesampingkan dan melepaskan ketentuan Pasal 1266 dan 1267 Kitab Undang-Undang Hukum Perdata Indonesia.

Paraf : PIHAK PERTAMA :; PIHAK KEDUA : 4

Pasal 9
KEADAAN KAHAR (*FORCE MAJEURE*)

1. Keadaan Kahar adalah suatu keadaan di luar kehendak, kemampuan dan kekuasaan masing-masing Pihak yang dapat menghambat atau menghentikan pelaksanaan Perjanjian ini secara langsung termasuk tapi tidak terbatas pada peraturan, perintah atau instruksi yang dikeluarkan oleh pemerintah atau instansi yang berwenang, bencana alam, kebakaran, banjir, taufan, pemogokan, embargo, perang, invasi, huru hara, revolusi, pemberontakan, terorisme dan wabah penyakit.
2. Apabila terjadi Keadaan Kahar maka pihak yang lebih dahulu mengetahui wajib memberitahukan kepada pihak lainnya selambat-lambatnya dalam waktu 14 (empat belas hari) setelah terjadinya *Force Majeure*.
3. Keadaan Kahar sebagaimana dimaksud ayat (1) Pasal ini tidak menghapuskan atau mengakhiri perjanjian ini. Setelah Keadaan Kahar berakhir, apabila masih memungkinkan kegiatan dapat dilaksanakan kembali oleh PARA PIHAK, maka PARA PIHAK akan melanjutkan pelaksanaan perjanjian ini sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang diatur dalam perjanjian ini.

Pasal 10
PENYELESAIAN PERSELISIHAN DAN DOMISILI HUKUM

1. Dalam hal terjadi perselisihan paham dalam pelaksanaan dan/atau penafsiran perjanjian ini PARA PIHAK sepakat untuk menyelesaikannya secara musyawarah dan mufakat.
2. Apabila perbedaan pendapat atau perselisihan tidak dapat diselesaikan secara musyawarah untuk mufakat, maka untuk penyelesaian Badan Arbitrase yang dibentuk dan diangkat oleh para PIHAK, yang terdiri dari: Seorang wakil dari PIHAK Pertama sebagai anggota, seorang wakil dari PIHAK Kedua sebagai anggota dan seorang PIHAK Ketiga, sebagai Ketua atau melalui Pengadilan Negeri Bogor.

Pasal 11
KETENTUAN LAIN

1. Hal-hal yang belum cukup diatur maupun perubahan atas Perjanjian ini akan diatur berdasarkan kesepakatan PARA PIHAK dan dituangkan secara tertulis dalam bentuk *addendum* yang merupakan satu kesatuan yang tidak terpisahkan dengan Perjanjian ini.
2. Semua surat-menyurat atau pemberitahuan-pemberitahuan harus dikirim oleh masing-masing pihak kepada pihak lainnya mengenai atau sehubungan dengan perjanjian ini dilakukan dengan surat tercatat atau melalui ekspedisi atau melalui faksimili atau surat elektronik (*e-mail*) kepada pihak-pihak dengan alamat-alamat tersebut di bawah ini :

PIHAK PERTAMA : INSTITUT PERTANIAN BOGOR
u.p. Kepala Lembaga Kawasan Sains dan Teknologi
Alamat : *Science Techno Park* Taman Kencana No 3 Bogor 16128
Faksimili : (0251) 8572002
Telepon : (0251) 8572002
Email : stp@apps.ipb.ac.id

Paraf : PIHAK PERTAMA :; PIHAK KEDUA : 5

PIHAK KEDUA : Direktur PT. Alam Indonesia Raharja
 Alamat : Jalan TB Simatupang No 15, Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12530
 Faksimili : -
 Telepon : 0813-1928-1970
 Email : yahya.imanuddin@petaniglobal.com

Perjanjian ini dibuat dalam rangkap 2 (dua), bermaterai cukup dan mempunyai kekuatan hukum yang sama, ditandatangani pada tanggal sebagaimana tertulis pada awal Perjanjian ini.

PIHAK PERTAMA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
KEPALA LEMBAGA KAWASAN SAINS
DAN TEKNOLOGI

PIHAK KEDUA
PT. ALAM INDONESIA RAHARJA
DIREKTUR



(Prof. Dr. Erika Budiarti Laconi, MS)

(Yahya Imanuddin, S.T., M.Sc.)

Paraf : PIHAK PERTAMA :; PIHAK KEDUA : 6