



IPB University
— Bogor Indonesia —

01

OUR PROJECT

Functional Food Drink : Pickering Nanoemulsion Minyak Sawit Merah Menggunakan Penstabil Nanoselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

OLEH :

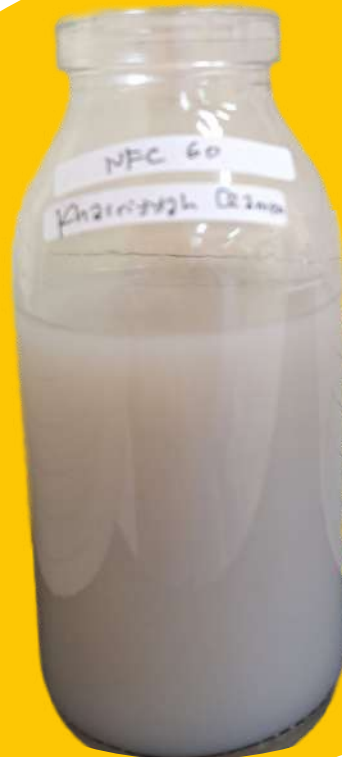
1. Khairiyyah Qanitah, S.TP
2. Prof. Nugraha Edhi Suyatma
3. Dr. Saraswati, S.Pi



AIM OF THIS RESEARCH

TUJUAN PENELITIAN

01.



Merumuskan perlakuan terbaik untuk sintesis Nanoselulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Stabilizer alami

02.



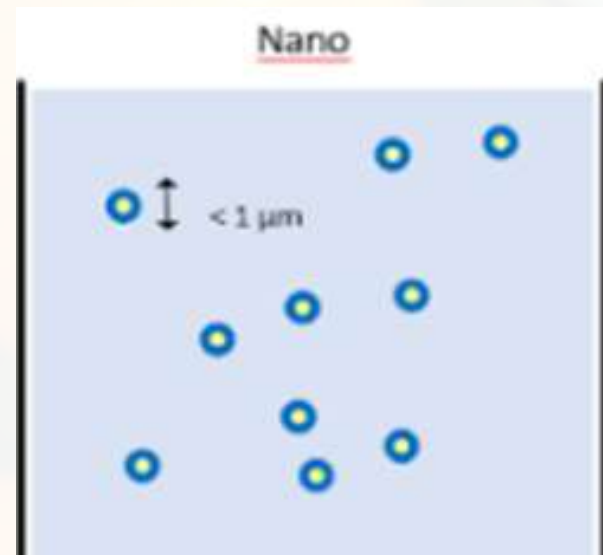
Analisis Pengaruh konsentrasi nanoselulosa terhadap stabilitas penyimpanan pickering nanoemulsion, dan pengaruh perbedaan fase pencernaan terhadap bioaksesibilitas β -carotene

03.

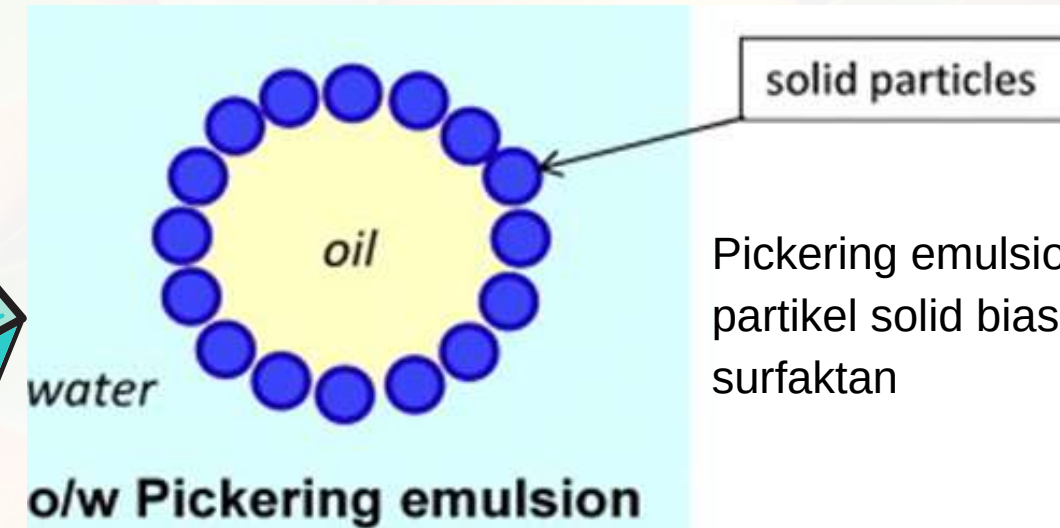


Merumuskan formulasi terbaik pembuatan Minuman Sehat *Pickering Nanoemulsion* MSM sebagai *functional food* yang kaya β -carotene dan Vitamin E

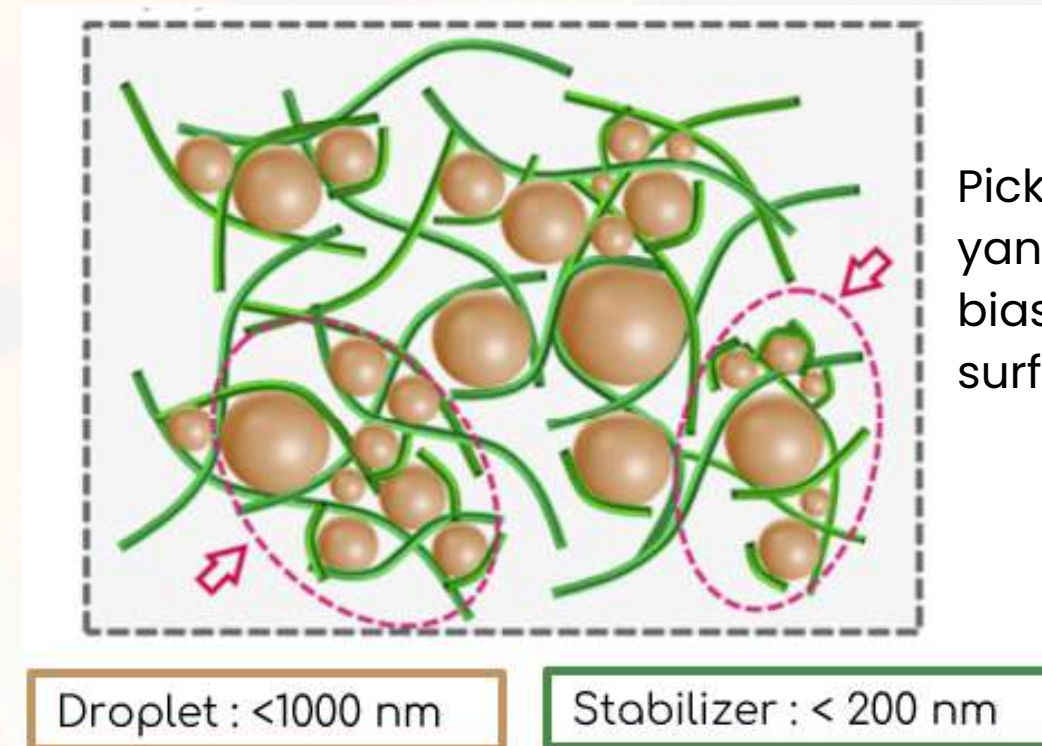
JUSTIFIKASI PENELITIAN



Alternatif Pengganti
Surfaktan



Pickering emulsion : emulsi yang distabilkan oleh partikel solid biasanya dari bahan alami bebas surfaktan



Pickering Nano-emulsion : Nanoemulsi yang distabilkan oleh Nano-partikel solid biasanya dari bahan alami bebas surfaktan

- Penelitian terkait sistem emulsi terutama untuk pengantaran komponen bioaktif saat ini mengarah kepada modifikasi ukuran droplet menjadi nano karena penyerapannya lebih baik.
- Emulsi bersifat tidak stabil sehingga seringkali ditambahkan **surfaktan**
- Nanoemulsi membutuhkan surfaktan yang lebih banyak untuk menstabilkannya karena membentuk tegangan permukaan antara air-minyak yang lebih besar (Gauthier dan Capron 2021)
- **Penggunaan Surfaktan yang berlebih bersifat toksik dan dapat mempengaruhi sensory produk**

Tren penelitian penggunaan penstabil pickering emulsion mengarah kepada pencarian bahan bio-based yang bersifat non toxic, edible, ecofriendly, sustainable dan tersedia dalam jumlah yang melimpah.

JUSTIFIKASI PENELITIAN

Tandan Kosong Kelapa Sawit

- Berdasarkan data dari USDA (2023), produksi minyak sawit dunia mencapai 79,464 juta ton dan Indonesia memproduksi 47 juta ton atau menyumbang sekitar 59% produksi minyak sawit di dunia
- Setiap ton produksi crude palm oil akan menghasilkan 1,1 ton limbah tandan kosong kelapa sawit (Fahma et al. 2010)
- Berikut komposisi kimia TKKS:

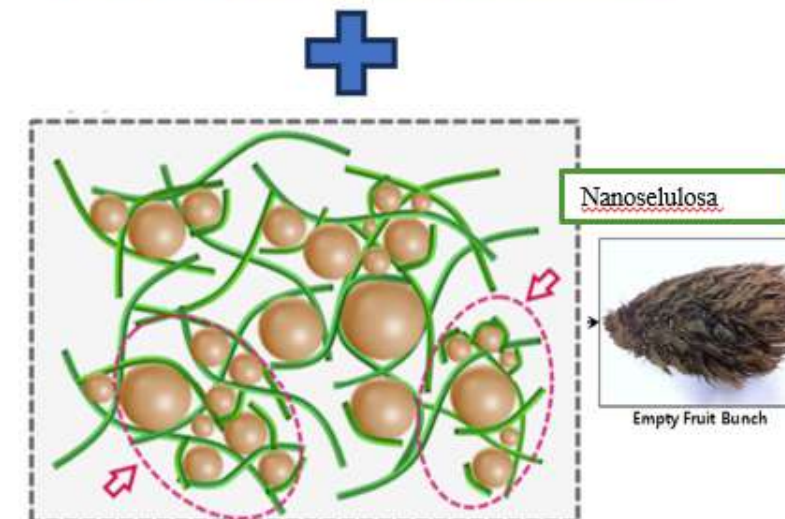
Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)	Kadar abu (%)	Protein (%)	Kadar air (%)	Referensi
44,46	32,98	20,32	0,66	3,03	6,58	(Abdullah et al. 2009)
57,8	21,2	22,8	5,19		4,68	(Abdullah dan Sulaiman 2013)
53,37	19,88	10,74	-	-	-	(Ibrahim et al. 2019)
44,63	29,81	21,43	-	-	-	(Ajayi et al. 2023)

Limbah TKKS dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan **Nanoselulosa**



Minyak sawit merah mengandung karotenoid serta vitamin E yang sangat tinggi (Morcillo *et al.* 2021)

Minyak sawit merah memiliki sifat kelarutan dalam air yang rendah dan *low storage stability*



- Memformulasikan minyak sawit merah ke dalam nanoemulsi pickering memiliki potensi untuk meningkatkan sifat stabilitas fisikokimianya, serta bioaksesibilitasnya.
- Berdasarkan kajian literatur penulis, penelitian terkait nanoemulsi pickering belum banyak dieksplorasi terutama menggunakan penstabil nanoselulosa dari TKKS dan studi tentang aplikasinya untuk meningkatkan stabilitas dan bioaksesibilitas minyak sawit merah.

Road Map Penelitian Pickering Nanoemulsion

2009-2018

Pembuatan emulsi / Nanoemulsi dalam produk pangan dan farmasi terutama untuk pengantaran sistem komponen bioaktif (menggunakan penstabil dari surfaktan):

- Pembuatan tocotrienol-rich red palm oil-based nanoemulsion stabilized by Tween80-Span 80 using response surface methodology (Chong et al. 2018)
- Bioavailabilitas α -Tokoferol Minuman Emulsi Minyak Sawit dalam Plasma Darah dan Hati Tikus (Harlen et al. 2017)
- Sintesis high oleic palm oil nanoemulsion metode microfluidization menggunakan penstabil tween 20 (Ricaurte et al. 2016)

2019-2022

Eksplorasi terkait *surfactant-free emulsion* menggunakan *stabilizer solid* bebas surfaktan dari bahan alami yang lebih aman dan tidak mempengaruhi sifat sensory produk:

- Kitosan (Ho et al. 2016)
- Nanoselulosa (Jiménez Saelices dan Capron 2018; Winuprasith et al. 2018; Foo et al. 2022)
- Pati jagung nanopartikel (Chutia dan Lata Mahanta 2021)
- Halloysite nanotubes (Buruga dan Kalathi 2019)
- pektin (Mohan et al. 2022)
- dll
- Penelitian Red palm oil Pickering emulsion dengan pectin yields meningkatkan in vitro beta carotene bioaccessibility & oil stability (Mohan et al. 2022)

2021-2023

Aplikasi nanoselulosa sebagai stabilizer agent pada pickering emulsion :

- Nanoselulosa memiliki tingkat stabilitas yang tinggi terhadap creaming dan coalescence selama kurang lebih 6 bulan dapat menstabilkan black cumin seed oil (Foo et al. 2022)
- Nanoselulosa memiliki creaming index yang rendah, dan menunjukkan stabilitas oksidatif yang baik pada rapeseed oil selama 14 hari (Nie et al. 2022).
- Nanoselulosa dapat berperan melindungi dan control release komponen bioaktif serta meningkatkan sifat antioksidan dan antibakteri dalam aplikasinya pada pangan dan nutrasetikal (Baek et al. 2021).

2024-now*

- Stabilitas fisik Pickering emulsion minyak sawit merah menggunakan penstabil whey protein (Armetha et al. 2024)

Pickering Nano-Emulsion minyak sawit merah menggunakan penstabil nanoselulosa dari tandan kosong kelapa sawit : Analisis stabilitas fisikokimia, bioaksesibilitas beta karoten, serta Aplikasinya dalam pembuatan minuman sehat pickering nanoemulsion

*Penelitian diusulkan tahun 2024

OUR RESEARCH

BIG PICTURE PENELITIAN

06

Output 01 :

Diperoleh perlakuan terbaik pembuatan nanoselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Output 02 :

Diperoleh konsentrasi terbaik nanoselulosa berdasarkan stabilitas penyimpanan pickering nanoemulsion, & diperoleh data pengaruh perbedaan fase pencernaan terhadap bioaksesibilitas β -carotene pada Pickering nanoemulsion MSM

Output 03 :

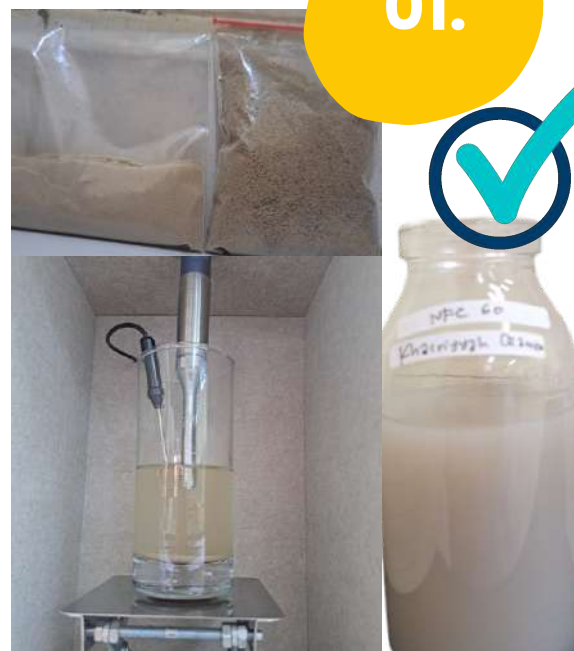
Formulasi terbaik :
Produk Minuman
Pickering Nanoemulsion
MSM sebagai *functional food* yang kaya β -carotene & Vitamin E

2024

2024

Durasi Project : 1 Tahun

01.



02.



03.



[illegible]

RENCANA BIAYA, MPP, DAN ALAT, BAHAN /JASA

1. Biaya pembelian bahan dan/atau peralatan produksi termasuk sewa laboratorium dan uji pasar						
No	Uraian	Spesifikasi	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Nilai (Rp)
1	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Minyak sawit merah	6	L	150000	900000
2	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Deionized water (5 L)	5	jergen	40000	200000
3	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Amilase (5 g)	1	paket	1500000	1500000
4	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Pepsin (10 g)	1	paket	400000	400000
5	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Bile extract (10 g)	1	paket	300000	300000
6	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Pankreatin (10 g)	1	paket	500000	500000
7	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Lipase gastric (100 mg)	1	paket	3500000	3500000
8	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Microfiber Celullose	1	kg	1000000	1000000
9	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Membrane Filter 0.2 μ m d 9 cm	1	box	3065000	3065000
10	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Bahan kimia lainnya (NaOH, CaCl ₂ , HCl, KCl, KH ₂ PO ₄ , dan garam lainnya)	1	paket	2000000	2000000
11	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	BHT Food Grade	1	pax	200000	200000
12	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Sirup Fruktosa	1	pax	100000	100000
13	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Orange flavor	1	pax	100000	100000
14	Analisis Data	Perlengkapan uji sensory (ATK dan air minum)	1	pax	150000	150000
15	Analisis Data	Reward Panelis Organoleptik	80	pax	50000	4000000
16	Barang persediaan	Aneka botol sampel dan alat gelas	1	paket	500000	500000
17	Barang persediaan	Ayakan 100 mesh	1	buah	300000	300000
18	Sewa Peralatan Lab	Sewa alat dan pemeliharaan lab	1	paket	5000000	5000000
19	Analisis Data	Analisis HRTEM	3	sampel	1750000	5250000
20	Analisis Data	Analisis PSA	12	sampel	600000	7200000
21	Analisis Data	Analisis beta karoten (HPLC)	8	sampel	1100000	8800000
22	Analisis Data	Analisis total karoten (Spektro)	12	sampel	275000	3300000
					Total (Rp)	48265000

2. Biaya gaji/upah/honor dan Publikasi						
No	Uraian	Spesifikasi	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Nilai (Rp)
1	Gaji peneliti	Peneliti Utama	44	OH	60000	2640000
2	Gaji peneliti	Anggota Peneliti 1	44	OH	60000	2640000
3	Gaji peneliti	Anggota Peneliti 2	44	OH	60000	2640000
4	Biaya Publikasi	Publikasi artikel Internasional bereputasi	1	artikel	8000000	8000000
					Total (Rp)	15920000
					SUB TOTAL (Rp)	64185000

Ringkasan Dana dan Persentasenya

No	Komponen Biaya	Jumlah	
		Rp	%
1	Alat bahan / Jasa Kebutuhan Riset	48265000	75,19669705
2	Honorium+Publikasi	15920000	24,80330295
	SUB TOTAL (Rp)	64185000	100



Not > 25%

Biaya yang dibutuhkan sebesar : **Rp 64.185.000**

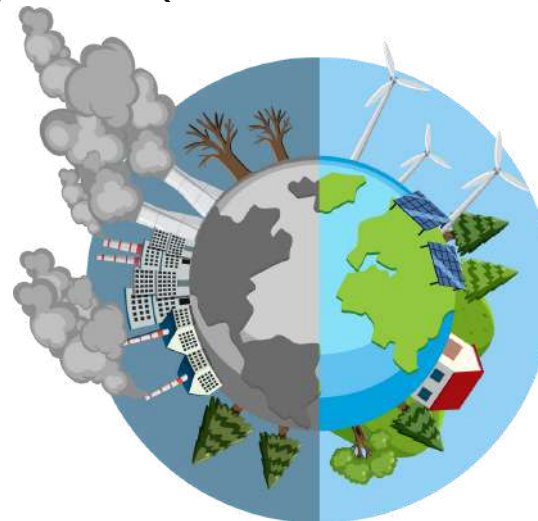
Analisis Benefit 01.

Meningkatkan 99 % Nilai Ekonomi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) menjadi nanoselulosa



Analisis Benefit 02.

Menurunkann emisi gas rumah kaca (Pemanfaatan 30 ton tkks dapat mereduksi emisi karbon sebesar 59.192 ton setara CO₂/tahun (Setiadi et al. 2010))



Analisis Benefit 03.

Diperoleh Penstabil (*stabilizer*) emulsi dari limbah TKKS sebagai alternatif pengganti surfaktan yang lebih aman bagi manusia dan lingkungan, dan tidak mempengaruhi sensory produk



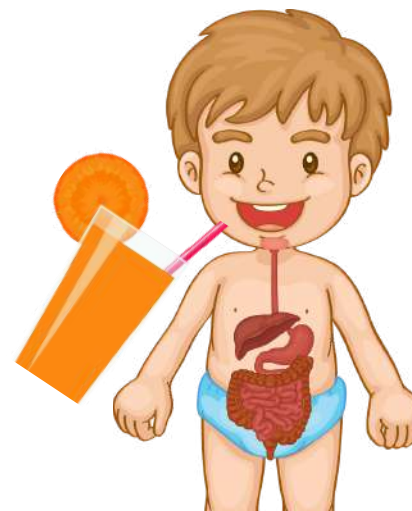
Analisis Benefit 04.

Diperoleh produk *functional drink MSM* yang tinggi kandungan β -Karoten (*expected results 100–300 ppm) dan vitamin E (*expected results 50–200 $\mu\text{g/g}$) yang bermanfaat untuk kesehatan



Analisis Benefit 05.

Meningkatkan 4 X lipat* Bioaksesibilitas Gastrointestinal β -Karoten dalam Produk *Pickering nanoemulsion* dibandingkan dengan produk yang masih berupa minyak sawit merah (MSM) sehingga penyerapan β -Karoten dalam tubuh lebih maksimal



Analisis Benefit 06.

Meningkatkan 2 X lipat* Stabilitas penyimpanan secara fisik dan kimia MSM dalam bentuk *pickering nanoemulsion* MSM dibandingkan dalam bentuk MSM



*expected results based on red palm oil content and previous research on the roadmap section)

ANALISIS COST & BENEFIT HASIL RISET



COST ANALYSES



BENEFIT ANALYSES

❁ Biaya Investasi awal : Rp 64.185.000 (Detailnya dapat dilihat pada bagian rincian dana penelitian)

❁ Biaya Operasional Produksi Minuman Nanoemulsi MSM Per Hari

No	Komponen Biaya	Jumlah	Satuan	Harga (Rp)	Biaya (Rp)
1	Bahan Baku				
	Minyak sawit merah	10	L	150000	1500000
	Air mineral	30	L	1300	39000
	Fruktosa	5	L	18000	90000
	BHT	10	g	100	1000
	Flavor jeruk	1	L	100000	100000
	Nanoselulosa	500	g	1000000	1000000
2	Kemasan	500	pcs	2000	1000000
3	Label	500	lembar	500	250000
4	Biaya listrik				25000
5	Biaya gaji pegawai				85000
6	Biaya Penyusutan				126900
7	Biaya Pemeliharaan				254000
Total biaya / Hari (Rp)					4470900
Total biaya / Tahun (Rp)					1341270000

	Produk yang dihasilkan perhari	50	Liter = 500 pcs botol		
	Produk yang dihasilkan pertahun	15000	Liter= 150000 pcs botol		
	HPP/100 ml	8941,8	rupiah		
	Keuntungan (50%)	4470,9	rupiah		
	Harga+Keuntungan	13412,7	rupiah		
	ppn (11%)	1475,397	rupiah		
	Harga+Keuntungan+Ppn	14888,097	rupiah		
	Keuntungan Bersih/Tahun	670635000	rupiah	(Manfaat Langsung)	



1. Biaya Manfaat Tidak Langsung



a. Nilai manfaat peningkatan kesehatan = Berdasarkan metode willingness to pay diperoleh nilai tertinggi Rp. 100.000/orang. Diasumsikan 200 org/thn bersedia sehingga nilainya sebesar Rp. 100.000*200 orang.= Rp 20.000.000



b. Replacement Biaya pembersihan & restorasi limbah TKKS

No	Komponen Biaya	Nilai (Rp)
1	Pemeriksaan lingkungan sekitar	10699000
2	Transportasi	218995192
3	Monitoring dan pengawasan	25500000
4	Biaya restorasi lahan	300000000
5	Pembersihan dan Rekayasa Lingkungan	250000000
Total biaya (Rp)		805194192



2. Biaya Manfaat langsung :
estimasi profit bersih penjual/tahun
Rp 670.635.000

ANALISIS COST & BENEFIT HASIL RISET

Rekapitulasi Nilai Biaya dan Manfaat Hasil Riset

No	Jenis Biaya	Nilai (Rp)
1	Biaya	1405455000
	Biaya Investasi	64185000
	Biaya Operasional produksi	1341270000
2	Manfaat	2301023384
	Manfaat langsung	670635000
	Manfaat tidak langsung	805194192
	1. Nilai manfaat peningkatan kesehatan	20000000
	2. Replacement Biaya pembersihan & restorasi limbah	805194192
Benefit/Cost Ratio		1,637208864



B/C ratio > 1 artinya project layak untuk dijalankan



Thank You



IPB University
— Bogor Indonesia —



BGA INNOVATION
GLOBAL NETWORK PLANTATION



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah N, Sulaiman F. 2013. The Properties of the Washed Empty Fruit Bunches of Oil Palm. *Journal of Physical Science*. 24(2):117–137.
- Abdullah SS, Hassan Ali M, Shirai Yoshihito, Funaoka M, Idris Azni. 2009. Effect Of Solvent Pre-Treatment On Lignophenol Production From Oil Palm Empty Fruit Bunch Fibres. *J Oil Palm Res*. 21:700–709.
- Ajayi SM, Olusanya SO, Sodeinde KO, Didunyemi AE, Atunde MO, Fapojuwo DP, Olumayede EG, Lawal OS. 2023. Hydrophobic modification of cellulose from oil palm empty fruit bunch: Characterization and application in Pickering emulsions stabilization. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*. 5(100282).doi:10.1016/j.carpta.2023.100282.
- Armetha, V. et al. 2024. Evaluation of physical stability of whey protein-stabilized red palm oil emulsion by monitoring the changes of droplets characteristics. *Journal of Dispersion Science and Technology*. 45(4):619–631. doi:https://doi.org/10.1080/01932691.2023.2173223
- Baek J, Ramasamy M, Willis NC, Kim DS, Anderson WA, Tam KC. 2021. Encapsulation and controlled release of vitamin C in modified cellulose nanocrystal/chitosan nanocapsules. *Curr Res Food Sci*. 4:215–223.doi:10.1016/j.crfs.2021.03.010
- Buruga K, Kalathi JT. 2019. Synthesis of poly(styrene-co-methyl methacrylate) nanospheres by ultrasound-mediated Pickering nanoemulsion polymerization. *Journal of Polymer Research*. 26(9).doi:10.1007/s10965-019-1871-9.
- Chong WT. et al. 2018. Optimization of process parameters in preparation of tocotrienol-rich red palm oil-based nanoemulsion stabilized by Tween80–Span 80 using response surface methodology. *Plos one*. 13(8).doi:10.1371/journal.pone.0202771.
- Chutia H, Lata Mahanta C. 2021. Properties of starch nanoparticle obtained by ultrasonication and high pressure homogenization for developing carotenoids-enriched powder and Pickering nanoemulsion. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 74(102822).doi:10.1016/j.ifset.2021.102822
- Fahma F, Iwamoto S, Hori N, Iwata T, Takemura A. 2010. Isolation, preparation, and characterization of nanofibers from oil palm empty-fruit-bunch (OPEFB). *Cellulose*. 17(5):977–985.doi:10.1007/s10570-010-9436-4.
- Foo ML, Ooi CW, Tan KW, Chew IML. 2022. Preparation of black cumin seed oil Pickering nanoemulsion with enhanced stability and antioxidant potential using nanocrystalline cellulose from oil palm empty fruit bunch. *Chemosphere*. 287.doi:10.1016/j.chemosphere.2021.132108.



DAFTAR PUSTAKA

- Gauthier G, Capron I. 2021. Pickering nanoemulsions: An overview of manufacturing processes, formulations, and applications. *JCIS Open*. 4(100036).doi:10.1016/j.jciso.2021.100036.
- Harlen C.W, Muchtadi Tien, Palupi, NS. 2017. Bioavailabilitas α -Tokoferol Minuman Emulsi Minyak Sawit dalam Plasma Darah dan Hati Tikus (*Rattus norvegicus*). *Agritech*. 37(3):352–361. doi:http://doi.org/10.22146/agritech.11683.
- Ho KW, Ooi CW, Mwangi WW, Leong WF, Tey BT, Chan ES. 2016. Comparison of self-aggregated chitosan particles prepared with and without ultrasonication pretreatment as Pickering emulsifier. *Food Hydrocoll*. 52:827–837.doi:10.1016/j.foodhyd.2015.08.019.
- Ibrahim Z, Ahmad M, Aziz AA, Ramli R, Hassan K, Alias AH. 2019. Properties of Chemically Treated Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB) Fibres. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences Journal homepage*. 57:57–68.
- Jiménez Saelices C, Capron I. 2018. Design of Pickering Micro- and Nanoemulsions Based on the Structural Characteristics of Nanocelluloses. *Biomacromolecules*. 19(2):460–469.doi:10.1021/acs.biomac.7b01564.
- Mohan K, *et al.* 2022. Red palm oil Pickering emulsion with pectin yields improved in vitro beta carotene bioaccessibility and oil stability: Physicochemical characterization and shelf stability studies. *Journal of Food Processing and Preservation*. 46(12). doi:https://doi.org/10.1111/jfpp.16930
- Nie C, Bu X, Ma S, Zhang J, Ma Q, Li W, Zhang X, Wu H, Hu S, Fan G, *et al.* 2022. Pickering emulsions synergistically stabilized by cellulose nanocrystals and peanut protein isolate. *LWT*. 167.doi:10.1016/j.lwt.2022.113884.
- Ricaurte, L *et al.* 2016. Production of high-oleic palm oil nanoemulsions by high-shear homogenization (microfluidization). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 35: 75–85. doi: 10.1016/j.ifset.2016.04.004.
- Setiadi. *et al.* 2010. Reduksi emisi gas metana (CH₄) dari limbah tndan kosong dan limbah cair pabrik pengolahan kelapa sawit. Tesis Magister. Universitas Gadjah Mada.
- USDA. 2023. Palm Oil Explorer. Tersedia pada: <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=4243000>