

SUHENDRA
MARTOMO SETYAWAN
ENDAH SULISTIAWATI
SEPTIANTO WIKAN NURHIDAYAT



REKAYASA BAHAN ALAM

KUMPULAN KARYA ILMIAH
SEMINAR NASIONAL REKAYASA BAHAN ALAM I
YOGYAKARTA, 28 - 29 DESEMBER 2022



**Penguatan Jejaring Rekayasa Pengolahan Sumber
Hayati Alam Indonesia Menuju Pengokohan
Industri Strategis Nasional**

**KUMPULAN KARYA ILMIAH
SEMINAR NASIONAL
REKAYASA BAHAN HAYATI I
Yogyakarta, 28 - 29 Desember 2022**

Diselenggarakan oleh:



Didukung oleh:



DAFTAR ISI

JUDUL	HALAMAN
EFEKTIVITAS BEBERAPA MEDIA PERBANYAKAN AGENSIA HAYATI <i>Trichoderma</i> sp. BERBASIS BAGIAN TANAMAN PADI Galuh Banowati, Azhari Rizal	5 - 13
ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MIKROALGA <i>Aurantiochytrium</i> DARI DAUN MANGROVE PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU, JAKARTA Hotimatul Husna, Rizma Nurul Akhlah, Suhendra	14 - 18
KULTIVASI MIKROALGA HUTAN BAKAU SECARA HETEROTROPIK SKALA LABORATORIUM Yeni Triwidayastuti, Az-zahra Sekar Putri, Shinta Amelia, Suhendra	19 - 27
EKSTRAK DAUN KERSEN (<i>Muntingia calabura</i> L.) SEBAGAI INOVASI HAND SANITIZER ALAMI Bambang Syachirul Alim, Aditya Furqon Hidayat, Martomo Setyawan	28 - 36
KONVERSI LIMBAH ORGANIK MENJADI ASAM LEMAK TAK JENUH MENGGUNAKAN MIKROALGA <i>Aurantiochytrium</i> DARI HUTAN BAKAU BUNAKEN, SULAWESI UTARA Sekar Pratiwi, Hutri Puspita Sari, Suhendra	37 - 41
ANALISIS SIFAT FISIKO-KIMIA DAN BAKTERI ASAM LAKTAT TEH KOMBUCHA DAUN MANGGA (<i>Mangifera indica</i> L) DENGAN VARIASI KONSENTRASI GULA DAN LAMA WAKTU FERMENTASI Mega mustika, Titisari Juwitaningtyas	42 - 50
RECYCLE LIMBAH MINYAK PELUMAS DENGAN ADSORBEN SILIKA DARI PASIR PANTAI Siti Salamah, Maudy Cecilia, Mega Ninda Wijaya	51 - 58
LAMPIRAN	
PERTAMINA TRANSITION TOWARDS GREEN ENERGY COMPANY Keynote speaker 1: Irika Devi Anggraini, S.Si., M.T.	59 - 97

REKAYASA SEPARASI BAHAN ALAM POTENSIAL
UNTUK PRODUK OBAT DAN KOSMETIK 98 - 152
Keynote speaker 2: Dr.rer.nat. Agus Chahyadi

RISET DAN PENGUATAN REKACIPTA BAHAN BAKU
OBAT DAN KOSMETIK HALAL 153 - 199
Keynote speaker 3: Dr. Nurkhasanah, M.Si., Apt

EFEKTIVITAS BEBERAPA MEDIA PERBANYAKAN AGENSIA HAYATI *Trichoderma* sp. BERBASIS BAGIAN TANAMAN PADI

Galuh Banowati^{1*} dan Azhari Rizal²

¹Prodi Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik LPP Yogyakarta

²Prodi Pengelolaan Perkebunan Politeknik LPP Yogyakarta

Abstrak

Salah satu mikroorganisme yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah dan biofungisida adalah jamur *Trichoderma* sp. Kedua manfaat ini dapat menjadi pilihan petani yang mempunyai keterbatasan akses dan biaya untuk mendapatkan pupuk dan fungisida kimiawi, sekaligus untuk meminimalisir dampak residu bahan kimia agar tanah tetap sehat dan produktif. Untuk memenuhi kebutuhan, selain berkembangbiak secara alami, *Trichoderma* sp. dapat juga dapat dibiakkan secara buatan. Perbanyakannya tergolong mudah dan sederhana, tahapannya terdiri atas inokulasi jamur pada media aplikatif dan jamur akan memperbanyak diri. Semua bagian tanaman padi potensial sebagai media perbanyakan, untuk itu perlu dipelajari bagian tanaman yang paling berpotensi, untuk memberikan pilihan yang tepat bagi pengguna. Tujuan penelitian ini membandingkan media jerami, sekam, bekatul dan beras, dari kecepatan berkembang biaknya. Penelitian menggunakan pola rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan diulang sebanyak enam kali. Perlakuan adalah: media PDA (M₀), media beras (M₁), media sekam (M₂), media bekatul (M₃), dan media jerami (M₄). Hasil penelitian menunjukkan bahwa periode yang diperlukan *Trichoderma* sp. menumbuhkan koloni untuk kelima media adalah 2 (dua) hari. Media PDA dan bekatul menunjukkan pertumbuhan koloni yang cepat sejak hari ke-3, media jerami dan beras memerlukan waktu lebih lama untuk menumbuhkan koloni (hari-7), sedangkan sampai hari ke-7 pada media sekam tidak menunjukkan pertumbuhan koloni yang baik. Media bekatul menunjukkan penurunan bobot akhir (media+jamur) lebih tinggi dibandingkan media lain dalam perlakuan yang berarti semakin tinggi aktivitas *Trichoderma* sp. sebagai dekomposer. Hasil analisis kadar pati bahwa beras menunjukkan kadar tertinggi (11,7%) dan kadar selulosa rendah (1,53%), sementara bekatul kadar pati (0,53%) dan kadar selulosa (12,78%).

Kata kunci: Trichoderma sp., media perbanyakan, padi.

PENDAHULUAN

Salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah sekaligus biofungisida adalah jamur *Trichoderma* sp., mikroorganisme ini adalah jamur penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapangan. *Trichoderma* sp disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman, dapat menghambat pertumbuhan serta penyebaran racun jamur penyebab penyakit bagi tanaman seperti cendawan *Rigidiporus lignosus*, *Fusarium oxysporum*, *Rizoctonia solani*, *Fusarium moniliforme*, *Sclerotium rolfsii*, cendawan *Sclerotium rolfsii*, dan masih banyak lagi (cybex.deptan.go.id/lokalita/manfaat-trichoderma-sp-cara-pembiakkannya, dimuat 16 Juli 2017).

Selain berkembangbiak secara alami di alam bebas, *Trichoderma* sp dapat juga dibiakkan secara buatan. Terdapat banyak cara untuk memproduksi atau memperbanyak *Trichoderma*, sp. dengan cara-cara sederhana atau skala rumahan. Antara lain membiakkan menggunakan media jagung,

beras atau nasi, dedak, sekam. Sukrosa dan glukosa merupakan senyawa karbon utama yang dibutuhkan untuk memicu perkembangbiakannya. Jamur *Trichoderma harzianum* dalam berbagai media banyak dijual di pasaran dengan harga terjangkau. Namun untuk aplikasi pada tanaman secara teratur akan diperlukan dalam jumlah banyak, sehingga lebih efisien apabila melakukan perbanyakan sendiri. Perbanyakan jamur *Trichoderma harzianum* tergolong mudah dan sederhana, tahapannya terdiri atas inokulasi jamur dan perbanyakan jamur pada media aplikatif (Prasetyawati dan Dania, 2017).

Penggunaan fungisida sintentis merupakan pilihan yang sering digunakan petani untuk mengendalikan patogen jamur. Seperti diketahui pemakaian fungisida sintentis yang mengandung bahan kimia secara terus menerus selain mempercepat timbulnya ras-ras patogen yang resisten, juga dapat menyebabkan keracunan terhadap manusia sebagai pemakainya (Harizon dalam Chatri, dkk, 2018). Apriani dkk. (2014) menambahkan bahwa kegiatan Pengendalian Terpadu (PHT) menggunakan agensia hayati dan pestisida nabati dapat menjadi upaya meningkatkan produksi. Penggunaan agensia hayati sebagai pengontrol perkembangan OPT telah banyak diteliti dan diaplikasikan, *Trichoderma* spp. merupakan salah satu jenis agensia hayati yang sering digunakan dalam pemberantasan patogen jamur. Fungisida alami dari jamur *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu fungisida yang bersifat ramah lingkungan, sehingga diharapkan dapat mengurangi penggunaan fungisida sintetis

Trichoderma sp. adalah cendawan saprofit tanah yang secara alami memarasit, menghambat, bahkan mematikan perkembangan cendawan patogen, serta bersifat menguntungkan bagi tanaman. Mekanisme yang terjadi di dalam tanah oleh aktivitas *Trichoderma* sp. yaitu sebagai: (1) kompetitor ruang maupun nutrisi, (2) antibiosis yaitu mengeluarkan etanol yang bersifat racun bagi patogen dan (3) mikoparasit serta mampu menekan aktivitas cendawan patogen (Purwantisari dan Hastuti, 2009).

Berdasarkan beberapa referensi penggunaan media perbanyakan *Trichoderma* sp. dinyatakan bahwa semakin tinggi kandungan selulosa bahan akan mempercepat perkembangbiakannya, berbagai referensi ini akan mendasari penelitian untuk *membandingkan* media yang berasal dari bagian-bagian tanaman padi (jerami, sekam, ,bekatul, dan beras) dalam kecepatan perkembangbiakannya dan berbiaya murah.

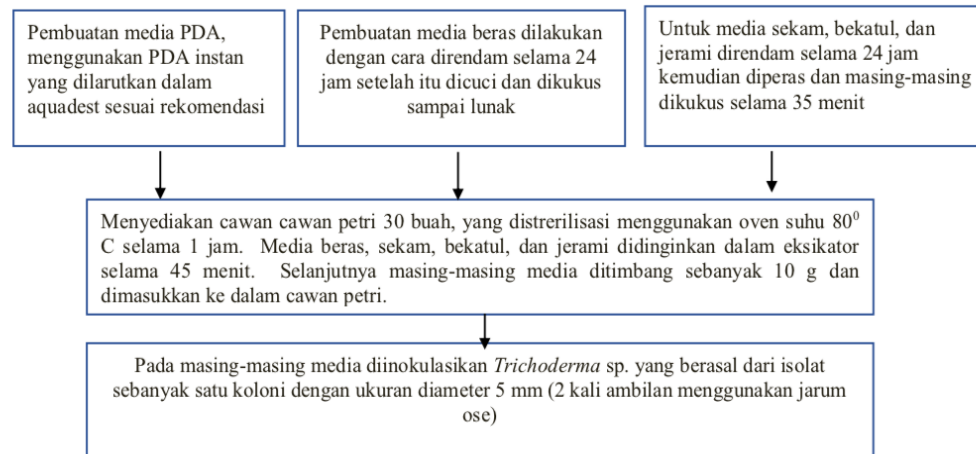
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Program Studi BTP Politeknik LPP selama 1 bulan (bulan April 2021). Adapun isolat *Trichoderma* sp. yang siap digunakan dibeli dari Laboratorium Mikrobiologi Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan DIY dan PDA dibeli dari Laboratorium Chem-Mix Pratama DIY. Analisis kandungan pati, selulosa, dan pH media dilakukan oleh Laboratorium Chem-Mix Pratama DIY.

Alat yang digunakan yaitu: cawan petri, oven, gelas Beaker, jarum ose, alat mengukus, kompor, panci, alat pengaduk, eksikator, timbangan, entkas, lampu ultraviolet, sarung tangan karet,

jangka sorong, alat tulis Sedangkan bahan yang digunakan yaitu: isolat *Trichoderma* sp., PDA, beras, bekatul, sekam, dan jerami.

Penelitian disusun berdasarkan pola rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak 6 (enam) kali. Perlakuan yang diujikan adalah: media PDA (M_0), media bekatul (M_2), media jerami (M_3), media beras (M_4), dan media sekam (M_5). Sehingga akan terdapat 30 unit percobaan. Adapun prosedur penelitian yaitu:



Pengamatan yang dilakukan yaitu:

1. Periode inkubasi *Trichoderma* sp. yaitu waktu yang diperlukan *Trichoderma* sp. untuk memperbanyak diri pada setiap media yaitu waktu sejak inokulasi *Trichoderma* sp. pada media sampai *Trichoderma* sp. mulai memperbanyak diri.
2. Diameter pertumbuhan *Trichoderma* sp. pada media perbanyak berdasarkan luas daerah media yang ditumbuhi *Trichoderma* sp. dilihat secara visual setiap hari selama 7 hari, dan diukur menggunakan jangka sorong.
3. Selisih berat media sebelum dan setelah inokulasi *Trichoderma* sp. dihitung berdasarkan berat media setelah *Trichoderma* sp. memperbanyak diri dikurangi berat media sebelum inokulasi *Trichoderma* sp. dalam satuan gram.
4. Analisis kandungan pati, selulosa, dan pH media

Penelitian menggunakan metode eksperimental RAL (Rancangan Acak Lengkap), dengan 5 perlakuan (media perbanyak) dan diulang 6 kali, sehingga terdapat 30 unit pengamatan, adapun model rancangannya adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij} ; i = \text{perlakuan}, j = \text{ulangan}$$

Y_{ij} = respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke- i dan ulangan ke- j ,

μ = nilai tengah umum,

T_i = pengaruh perlakuan ke- i , dan

ϵ_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke- i dan ulangan ke- j .

Data primer yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif menggunakan analisis varian (Anova), dan bila terdapat perbedaan nyata diuji menggunakan uji BNT pada taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Periode Inkubasi

Tabel 1 menunjukkan periode inkubasi *Trichoderma* sp., pengamatan pada semua perlakuan rata-rata memerlukan periode inkubasi sama, yaitu 2 (dua) hari setelah inokulasi. Hal ini menunjukkan *Trichoderma* sp. mempunyai kemampuan tumbuh yang sama pada media yang diujikan, termasuk bila dibandingkan dengan media *PDA* sebagai kontrol, karena media *PDA* adalah media yang umum digunakan untuk menumbuhkan jamur di laboratorium.

Tabel 1. Rata-rata Periode Inkubasi *Trichoderma* sp. per perlakuan

Perlakuan	Rata-rata Periode Inkubasi (hari)
PDA	2
Bekatul	2
Jerami	2
Beras	2
Sekam	2

Media *PDA* terbuat dari ekstrak kentang dengan penambahan sumber karbohidrat berupa dekstrosa, salah satu syarat nutrisi media untuk menumbuhkan jamur adalah karbohidrat (Winda, 2009). Media *PDA* memiliki pH yang rendah (pH 4,5 sampai 5,6) sehingga menghambat pertumbuhan bakteri yang membutuhkan lingkungan yang netral dengan pH 7,0 dan suhu optimum untuk pertumbuhan yaitu antara 25-30 °C (Cappucino dalam Octavia 2017).

Tabel 2 menunjukkan hasil analisis kadar pati, selulosa dan pH pada media yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Pati, Selulosa dan pH

Media	% Pati	% Selulosa	pH
Beras	11,71	1,53	6,60
Bekatul	0,53	12,78	6,80
Sekam	0,23	21,92	7,25
Jerami	0,26	12,23	7,35

Pada 5 media perlakuan yang diteliti terdapat kandungan pati dan selulosa, seperti diketahui bahwa pati dikenal juga sebagai amilum adalah karbohidrat polimer yang dihasilkan tumbuhan hijau untuk menyimpan energi. Selulosa adalah salah satu *homopolysaccharides* dan zat organik yang ditemukan pada tanaman terutama di dinding sel dan dianggap sebagai komponen struktural.

Trichoderma sp. memiliki kemampuan dalam mendegradasi komponen polisakarida menjadi gula dibantu dengan enzim-enzim selulase dan xylanase (Akbar dkk, 2014). Hal ini didukung oleh Harsono dkk. (2001) dalam Gusnawaty, 2017, menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. dapat menghasilkan enzim selulase yang mampu mendegradasi media yang mengandung selulosa. Oleh karena itu, *Trichoderma* sp. dapat berperan sebagai biodekomposer karena mampu memanfaatkan bahan-bahan organik terutama yang mengandung selulosa sebagai sumber karbon dan energi untuk kebutuhan hidupnya (Widyastuti *et al.*, 2001).

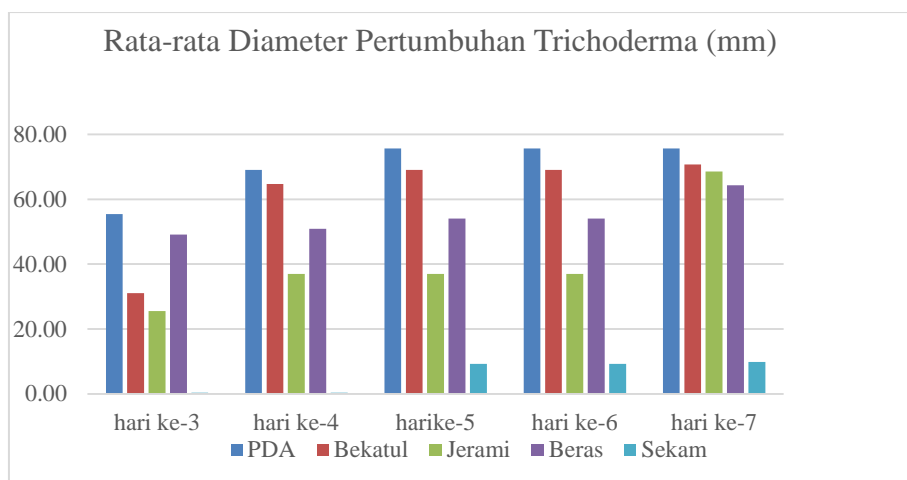
Kemampuan dalam mendegradasi amilosa dan selulosa ini dapat membuktikan bahwa *Trichoderma* sp. termasuk kedalam cendawan yang mudah tumbuh pada berbagai media. Selulosa adalah zat penyusun tanaman yang jumlahnya banyak, sebagai material struktur dinding sel semua tanaman. Selulosa adalah karbohidrat utama yang disintesis oleh tanaman dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur kayu. Selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pektin, dan protein membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman. Jumlah selulosa di alam sangat berlimpah sebagai sisa tanaman atau dalam bentuk sisa pertanian seperti jerami padi, kulit jagung, gandum, kulit tebu dan lain-lain tumbuhan (Fatriasari dkk, 2019).

Pati dan selulosa sebagai bentuk kompleks dari karbohidrat yang dimiliki beras, bekatul, sekam, dan jerami ini yang mempunyai potensi yang baik untuk menumbuhkan *Trichoderma* sp., dimana hasil pengamatan menunjukkan masa inkubasi sama, yaitu 2 hari. Seperti dinyatakan di atas oleh Singhania (2006), jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur selulolitik yang potensial mendegradasi bahan organik yang mengandung selulosa untuk pertumbuhannya. Enzim selulase yang berasal dari mikrofungi *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan yang tinggi didalam memecahkan ikatan pada struktur selulosa sehingga mampu menghasilkan glukosa yang lebih tinggi.

Ditinjau dari hasil analisis pH, beras (6,60) dan bekatul (6,80) mempunyai pH lebih rendah dibandingkan sekam (7,25) dan jerami (7,35). Akan tetapi pH keempat media ini di atas *PDA* (pH 4,5 sampai 5,6), dimana *PDA* adalah media yang digunakan sebagai kontrol karena media ini adalah media yang secara umum digunakan pada percobaan-percobaan di laboratorium. Media dengan pH 7 (netral) dan suhu optimum antara 25-30 °C mempunyai potensi menumbuhkan bakteri (Cappucino dalam Octavia 2017), sehingga perlu diwaspadai dalam penggunaan media dengan pH yang lebih tinggi dengan melakukan penyimpanan pada kondisi yang bersih (rendah kontaminan).

B. Diameter Koloni *Trichoderma* sp.

Gambar 1 menunjukkan pertumbuhan diameter koloni *Trichoderma* sp. diukur mulai hari ke-3 sampai dengan ke-7 menggunakan jangka sorong.



Gambar 1. Pertumbuhan diameter koloni *Trichoderma* sp.

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp. setiap hari pengamatan (hari ke-3 sd ke-7)

Tabel 3. Analisis rata-rata pertumbuhan diameter koloni *Trichoderma* sp.

Perlakuan	Hari ke3	Perlakuan	Hari ke4	Perlakuan	Hari ke5	Perlakuan	Hari ke6	Perlakuan	Hari ke7
PDA	55,42a	PDA	69,00a	PDA	75,67a	PDA	75,67a	PDA	75,67a
Beras	49,13a	Bekatul	64,67a	Bekatul	69,00a	Bekatul	69,00a	Bekatul	70,67a
Bekatul	31,08a	Beras	50,84a	Beras	54,08b	Beras	54,08b	Jerami	68,50a
Jerami	25,5a	Jerami	37,00a	Jerami	37,00bc	Jerami	37,00bc	Beras	64,33a
Sekam	0,40b	Sekam	0,40b	Sekam	9,20bcd	Sekam	9,2bcd	Sekam	9,8b

Pada pengamatan hari ke-4 sampai dengan hari ke-7 media *PDA*, bekatul, beras, dan jerami, mempunyai diameter koloni berbeda nyata dengan sekam. Apabila ditinjau dari Tabel 2, semua bagian tanaman padi mempunyai kandungan pati dan selulosa sebagai sumber karbon dan energi untuk kebutuhan pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp.. Akan tetapi media jerami mempunyai kandungan pati yang relatif rendah dan pH yang tinggi, diduga kedua hal ini menyebabkan pertumbuhan koloni menjadi tidak secepat media lainnya.

Pertumbuhan koloni akan berjalan cepat apabila media tumbuh mengandung nutrisi yang lebih memadai. Hal ini dijelaskan pula dari hasil penelitian Gusnawaty (2017) bahwa perkembangan koloni *Trichoderma* sp. akan cepat apabila kandungan nutrisi yang banyak dan kompleks. Selain itu *Trichoderma* sp. mampu menghasilkan enzim selulase yang dapat mendegradasi selulosa sehingga mempercepat asupan nutrisi bagi pertumbuhan cendawan dan mempercepat ketersediaan hara. Hal ini juga dikemukakan oleh Ratanaphadit dalam Gusnawaty (2017) bahwa kemampuan cendawan *Trichoderma* sp. untuk memproduksi enzim seperti enzim selulolitik yaitu endoglukanase dan ektooglukanase sehingga mampu berperan dalam menghidrolisis selulosa.

Penelitian Akbar dkk. (2014) dengan menggunakan ampas singkong sebagai media pembiakan *Trichoderma viride*, mendapatkan bahwa dihasilkannya enzim selulase dapat berbeda-beda kecepatannya. Indeks amilase pada *Saccharomyces cerevisiae* menunjukkan terbentuk pada hari 6, sementara indeks amilase pada *Trichoderma viride* pada hari ke-8. *Trichoderma viride* sendiri indeks selulase mulai tampak terbentuk pada hari ke-7 dengan indeks selulase sebesar 2,15 cm, indeks selulase pada *Trichoderma viride* ini terus mengalami peningkatan sampai pada hari ke-11 dengan indeks selulase yang terbentuk sebesar 2,94 cm. Untuk menghasilkan koloni *Trichoderma* sp. yang berkualitas maka diperlukan media yang optimal artinya dapat menyediakan nutrisi yang diperlukan jamur untuk pertumbuhan dan perkembangannya disamping kondisi lingkungan yang optimal. Pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp juga dipengaruhi beberapa faktor, misalnya suhu penyimpanan dan pengolahan media starter. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perlakuan macam media tidak berpengaruh terhadap daya antagonisnya, sehingga *Trichoderma* sp. dapat diproduksi secara massal pada berbagai media tumbuh.

C. Selisih Bobot Sebelum dan Setelah Inokulasi

Terdapat selisih lebih lebih kecil antara bobot akhir setelah inokulasi/inkubasi dibandingkan bobot awalnya. Penurunan bobot tertinggi dan berbeda nyata ditunjukkan pada media bekatul (2,38 g), sedangkan penurunan terendah ditunjukkan pada media beras (1,63 g). Penurunan bobot ini juga terjadi dalam penelitian Gusnawaty (2017), hal ini diduga karena *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan untuk merombak dedak yang lebih cepat dibandingkan dengan media lainnya karena kesesuaian nutrisi yang dibutuhkan dengan nutrisi yang tersedia pada media.

Pengurangan bobot media setelah inkubasi *Trichoderma* sp. pada media terjadi karena menurut: (1) Hilakore dalam Gusnawaty (2017) bahwa kemampuan cendawan memanfaatkan bahan media biakan tidak dapat meningkatkan bobot secara signifikan, tetapi dapat meningkatkan serat kasar yang dihasilkan dari miselium cendawan, (2) Syahrir & Abdeli dalam Gusnawaty (2017) bahwa adanya aktifitas cendawan juga menyebabkan berkurangnya kadar air akibat termanfaatkan dalam mendekomposer media perbanyakan sebagai sumber makanan bagi cendawan. Oleh karena itu, pengurangan bobot yang terjadi pada media perbanyakan merupakan hal yang semestinya dan menunjukkan adanya aktivitas dari cendawan pada media tersebut. Dengan demikian semakin besar selisih bobot media sebelum dan sesudah inkubasi *Trichoderma* sp. berarti semakin tinggi aktivitas *Trichoderma* sp. sebagai pengurai/dekomposer pada media.

Tabel 4 menunjukkan bahwa berkurangnya bobot media tertinggi diperoleh dari perlakuan media bekatul, berbeda nyata dengan media sekam, jerami, PDA, dan beras.

Tabel 4. Rata-rata Selisih Bobot Akhir-Bobot Awal

Perlakuan	Rata-rata (g)
Bekatul	-2,38a
Sekam	-2,17b
Jerami	-2,13b
PDA	-2,03b
Beras	-1,63c

Keterangan Huruf dibelakang angka menunjukkan beda nyata Uji BNT taraf 95%

D. Tinjauan harga media yang digunakan

Walaupun pada hari-hari awal media beras mempunyai kemampuan yang lebih baik untuk menyediakan nutrisi, akan tetapi bila ditinjau dari harga maupun kepentingan sebagai pangan, maka alternatif yang dapat digunakan adalah media bekatul dan jerami. Bekatul sebagai produk samping pengolahan beras mudah diperoleh dengan harga murah, berkisar Rp 4.000 – Rp 6.500 per kg. Apabila petani/pekebun mempunyai sawah dan mengolah hasilnya menjadi beras baik untuk dikonsumsi sendiri atau dijual dalam bentuk beras, maka bekatul dapat diperoleh secara cuma-cuma. Harga gabah kering panen (GKP) di tingkat petani pada Maret 2021 berkisar Rp 4.385 sementara harga beras kualitas medium berkisar Rp 8.900, sehingga apabila petani menjual produknya dalam bentuk beras akan lebih menguntungkan, sekaligus memperoleh bekatul untuk berbagai kepentingan, termasuk untuk memperbanyak *Trichoderma* sp. yang dapat digunakan sebagai pupuk biologis tanah sekaligus biofungisida baik untuk tanaman padi maupun tanaman sawit yang dimiliki oleh mayoritas pekebun sawit rakyat.

Sementara seperti diketahui bersama potensi menggunakan jerami, walaupun tidak berbiaya, tetapi memerlukan biaya dan waktu pengambilan dari lahan, dan dianggap mempunyai tingkat kesulitan yang relatif lebih tinggi karena perlu dilakukan pencucian terlebih dahulu untuk menghindari kontaminan yang dibawa dari lahan.

KESIMPULAN

1. Pada semua media yang diteliti tidak terdapat perbedaan masa inkubasi, yaitu pada hari kedua.
2. Media bekatul, beras dan jerami mempunyai pertumbuhan koloni tidak berbeda nyata pada hari ke-7.
3. Penurunan bobot akhir media ditambah *Trichoderma* sp. tertinggi pada media bekatul, berarti semakin tinggi aktivitas *Trichoderma* sp. sebagai pengurai/dekomposer pada media.
4. Penggunaan bekatul, jerami dan beras sebagai media pengembangbiakan *Trichoderma* sp. perlu mewaspadai kontaminan, dengan pH 6,8 mempunyai potensi untuk berkembangbiaknya bakteri.
5. Dua keuntungan dapat diperoleh dari pemanfaatan bekatul sebagai salah satu produk samping pengolahan beras.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Politeknik LPP yang memberikan pendanaan dan fasilitas untuk melakukan penelitian ini, melalui kegiatan PPHK.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, R.T.M., Yani S, Iman H. 2014. Peningkatan Nutrisi Limbah Produksi Bioetanol Dari Singkong Melalui Fermentasi Melalui Konsorsium *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride*. ISTEK Edisi Agustus Vo.1 VIII No. 2. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung. 7 (2):1-15
- Apriani L., D. N. Suprpta, I. G. R. M. Temaja. 2014. Uji Efektivitas Fungisida Alami dan Sintetis dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Tomat yang Disebabkan Oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *Lycopersic*. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 3(3): 137-147.
- Chatri, M., Handayani, D., Septiani, J. 2018. Pengaruh Media (Campuran Beras Dan Ampas Tebu) terhadap Pertumbuhan *Trichoderma harzianum* dan Daya Hambatnya terhadap *Fusarium oxysporum* secara In vitro. *Bioscience Volume 2 Number1*, 2018, pp 50-60.
- cybex.deptan.go.id/lokalita/manfaat-trichoderma-sp-cara-pembiakkannya, dimuat 16 Juli 2017.
- Fatriasari, W., Nanang M, Euis H. 2019. Selulose : Karakteristik dan Pemanfaatannya. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Pusat Penelitian Biomaterial.
- Gusnawaty HS, Muhammad Taufik, La Ode Santiaji Bande, & Agus Asis. 2017. Efektivitas Beberapa Media Untuk Perbanyak Agensia Hayati *Trichoderma* sp. *J. HPT Tropika*. Vol. 17 No. 1:70-76, Maret 2017.
- Octavia, A., Sri Wantini. 2017. Perbandingan Pertumbuhan Jamur *Aspergillus flavus* Pada Media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan Media Alternative Dari Singkong (*Manihot esculenta* Crantz). *Jurnal Analis Kesehatan* Vol. 6 No 2 September 2017. Politeknik Kesehatan Mataram. hal 625-631.
- Prasetyawati, C.A dan Dania, A.S.R. 2017. Tahapan Perbanyak Jamur *Trichoderma harzianum* Dengan Media Dedak dan Aplikasinya Pada Tanaman Murbei (*Morus* sp.). *Info Teknis EBONI* Vol. 14 No. 1, Juli 2017: 1 – 9 .
- Purwantisari, S. dan Hastuti RB. 2009. Uji antagonisme jamur *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *J. Bioma*. 11(1): 24–32.
- Singhania, R.R., Sukumaran, R.K. and Pillai, A. (2006) Solid-state fermentation of lignocellulosic substrates for cellulase production by *Trichoderma reesei* NRRL 11460. *Indian Journal of Biotechnology*, 5, 332-336.
- Widyastuti, S.M., Sumardi, & N. Hidayati. 1998a. Kemampuan *Trichoderma* spp. untuk Pengendalian Hayati Jamur Akar Putih pada *Acacia mangium* secara *In vitro*. *Buletin Kehutanan* 36: 24–38.
- Winda, S. 2009. Pembuatan *Potato Dextrose Agar*. <http://www.mikromedia.co.org>. (diakses tanggal 27 Agustus 2020)

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MIKROALGA *Aurantiochytrium* DARI DAUN MANGROVE PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU, JAKARTA

Hotimatul Husna¹, Rizma Nurul Akhlas¹, Suhendra¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan (UAD). Kampus 4 UAD, Jalan Ringroad Selatan, Bantul, Yogyakarta

Abstrak

Mikroalga merupakan mikroorganisme fotosintetik yang hidup di lingkungan berair, baik di air tawar maupun air laut. Mikroalga *Aurantiochytrium* merupakan mikroalga penghasil omega-3 asam dokosaheksanoat (DHA) dan bahan bioktif yang bernilai ekonomi tinggi. Sampel mikroalga *Aurantiochytrium* penelitian ini di peroleh dari kawasan Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. Tujuan dari penelitian ini merupakan bagian dari tujuan jangka panjang dalam mengoleksi strain dari hutan mangrove Indonesia. metode yang digunakan yaitu teknik isolasi metode gores. Kemudian dilakukan identifikasi morfologi dan indentifikasi molekuler menggunakan gen 18S rRNA.

Kata kunci : isolasi, identifikasi, Aurantiochytrium

PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan makhluk hidup bersel satu yang memiliki ukuran antara 1 mikrometer hingga ratusan mikrometer, memiliki klorofil dan membutuhkan karbondioksida serta beberapa nutrien untuk melakukan fotosintesis. Mikroalga dapat hidup di lingkungan air tawar maupun air laut (Hadiyanto dan Azim, 2012). Mikroalga terbagi menjadi beberapa divisi dan terdiri dari berbagai jenis, salah satunya adalah mikroalga *Aurantiochytrium*.

Mikroalga *Aurantiochytrium* merupakan genus mikroalga yang tergolong kedalam keluarga *Thraustochytriidae*. Mikroalga *Aurantiochytrium* bersifat heterotrof dan memiliki habitat di laut sehingga tidak jarang untuk pengisolasian mikroalga jenis ini dapat diambil dari berbagai sampel air laut dan guguran daun bakau (Lewis *et al.*, 1999). Kandungan yang terdapat dalam *Aurantiochytrium* yang banyak dikaji dan dimanfaatkan adalah lipid, carotenoid, dan terpenoid, yang biasanya digunakan sebagai bahan baku pangan, kosmetik, dan obat-obatan.

Aurantiochytrium sp. merupakan mikroalga dengan potensi ekonomi yang tinggi sehingga hal ini mendorong para peneliti di kalangan industri untuk terus mengeksplorasi *Aurantiochytrium* sp (Aesen *et al.*, 2016). Spesies *Aurantiochytrium* sp. dilaporkan dapat bersaing menggantikan minyak ikan sebagai sumber omega-3 DHA bagi manusia (Russo *et al.*, 2022), mikroalga ini juga dapat memproduksi *squalene* (Patel *et al.*, 2019), beta karoten (Aki *et al.*, 2003), pakan ternak kaya omega-3 (Moran *et al.*, 2018), maupun enzim-enzim komersial (Gupta *et al.*, 2016), komponen pembuatan vaksin (Ramos-Vega *et al.*, 2018), serta mampu menghasilkan senyawa anti kanker (Shakeri *et al.*, 2017). Tiga produk utama yang dapat dihasilkan oleh mikroalga *Aurantiochytrium* adalah *docosahexanoic acid* (DHA), *squalene* dan *astaxanthin* (Aasen *et al.*, 2016).

Mikroalga *Aurantiochytrium* sp. asal hutan mangrove Indonesia yang sekuens 18S rRNA parsialnya sudah disimpan ke dalam *NCBI Gene Bank database* antara lain *Aurantiochytrium* sp. LR52 (nomor akses: KY970085) dan *Aurantiochytrium* sp. LA22 (KY970084). Berdasarkan analisis *NCBI BLAST*, sekuens 18S rRNA parsial isolat asal Indonesia tersebut memiliki kemiripan lebih dari 97% dengan sekuens parsial isolat *Aurantiochytrium limacinum* ANVKK-03 (OK350761) yang diisolasi dari habitat mangrove kepulauan Andaman (Kalidasan et al., 2021).

Eksplorasi mikroalnya *Aurantiochytrium* sp dapat dilakukan dengan mengisolasi dari habitat hutan bakau (Suhendra et al., 2019). Indonesia merupakan negara dengan hutan bakau terluas, namun kajian terkait mikroalga *Aurantiochytrium* sp masih sebatas kajian potensi di bidang pangan dan farmasi (Suhendra et al., 2022). Penelitian ini dilakukan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi mikroalga *Aurantiochytrium* yang diambil dari sampel daun bakau Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. Pulau Pari merupakan salah satu pulau di Kepulauan Seribu, Jakarta yang berjarak sekitar 30 km dari salah satu pelabuhan di kota Jakarta. Luas kawasan mangrove di gugus pulau Pari diperkirakan berkurang sekitar 31, 46% dalam rentang waktu 7 tahun (1999-2006). Oleh sebab itu, penelitian ini diharapkan juga dapat berkontribusi dalam menjaga plasma nutfah mikroba di kawasan mangrove Pulau Pari.

METODE PENELITIAN

1. Pembuatan Media

Tahapan awal penelitian ini adalah dengan membuat terlebih dahulu media untuk isolasi kultur murni mikroalga *Aurantiochytrium* yang dihasilkan dari plating daun bakau pulau pari. Pembuatan media menggunakan komposisi Yeast extract sebanyak 5 gram, glukosa 15 gram, reef salt 7 gram, dan bacteriological agar 15 gram, yang dilarutkan kedalam aquadest sebanyak 1 L.

2. Teknik isolasi

Penelitian ini menggunakan teknik isolasi gores atau streak. Teknik ini dilakukan dengan mengambil sedikit sampel mikroalga *Aurantiochytrium*, yang kemudian akan digoreskan secara zig zag pada media baru dengan metode aseptis.

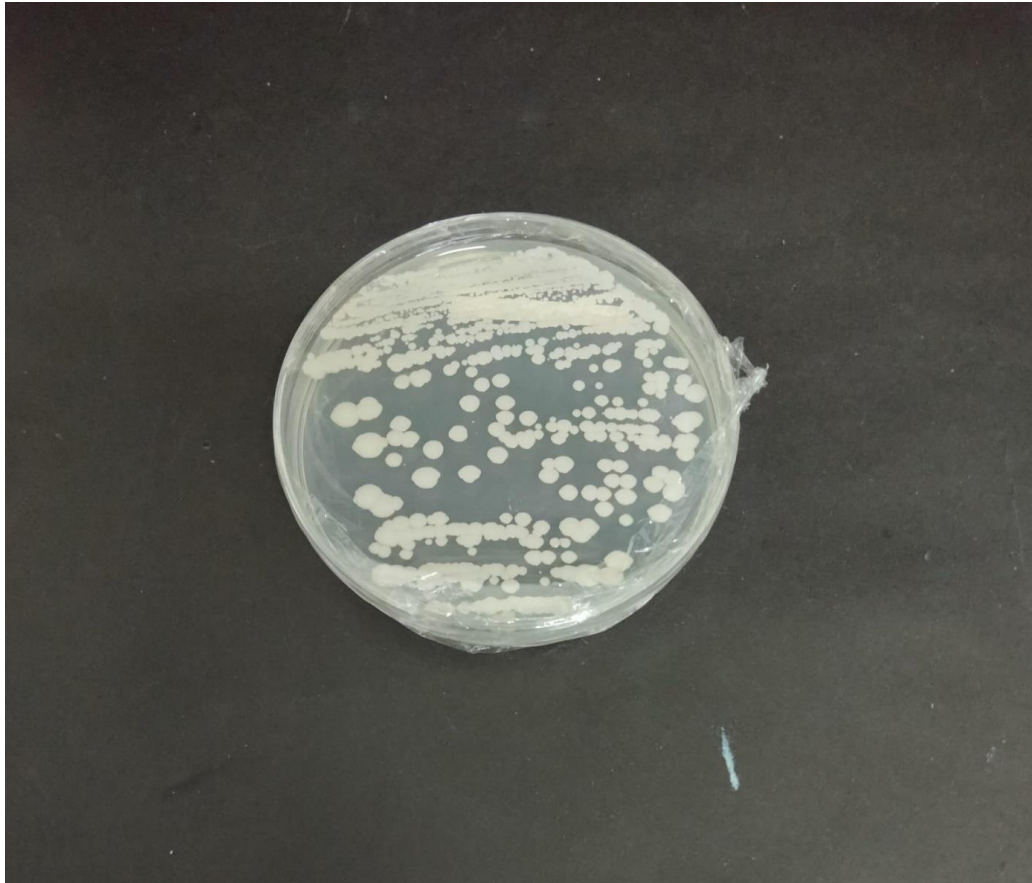
3. Identifikasi Mikroalga

Identifikasi mikroalga *Aurantiochytrium* dilakukan dengan dua cara, yang pertama yaitu dengan identifikasi secara morfologi menggunakan mikroskop. Identifikasi melalui mikroskop dilakukan dengan mengambil sedikit mikroalga *Aurantiochytrium* dengan ose yang kemudian digoreskan pada kaca preparat dan ditambahkan dengan immersion oil, yang selanjutnya ditutup dengan cover slip. Cara identifikasi kedua adalah dengan identifikasi menggunakan gen 18S rRNA. Identifikasi menggunakan gen 18S rRNA dimulai dengan mengisolasi terlebih dahulu DNA dari sampel, kemudian melakukan Amplifikasi yang diteruskan dengan Elektroforesis untuk melihat pita DNA sampel tersebut. Kemudian dilakukan sequencing untuk mengetahui urutan DNA yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Isolat yang Dihasilkan

isolat mikroalga yang dihasilkan dari sampel daun bakau pulau Pari, setelah di streaking dimedia agar didapatkan isolat berwarna putih pucat, yang dimana sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hutari (2022). dimana menurut Gupta et al., (2016) koloni dewasa mikroalga *Aurantiochytrium* sp. umumnya berbentuk bulat atau tidak beraturan, dan sebagian besar koloni berukuran sedang hingga besar. hal ini menunjukkan bahwa isolat yang dihasilkan kemungkinan merupakan isolat mikroalga *Aurantiochytrium*.



2. Identifikasi Isolat Mikroalga *Aurantiochytrium*

identifikasi mikroalga menggunakan gen 18S rRNA menyatakan bahwa mikroalga yang diisolasi dari daun bakau pulau pari merupakan mikroalga *Aurantiochytrium*, dikarenakan setelah proses sequencing yang kemudian di BLAST menggunakan NCBI didapatkan gen mikroalga pulau pari tersebut mirip dengan gen isolat sampel *Aurantiochytrium* sp isolate ANKK1, dengan E Value 0.0 dan persen ident 97.12%

KESIMPULAN

mikroalga *Aurantiochytrium* berhasil diisolasi dari daun bakau pulau pari dengan metode gores, yang kemudian dilanjutkan dengan identifikasi menggunakan mikroskop dan menggunakan gen 18S rRNA yang keduanya mendapatkan hasil bahwa sampel mikroalga pulau pari merupakan sampel mikroalga *Aurantiochytrium*

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami haturkan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan teknologi yang telah memberikan dana hibah pada program Kedaulatan Indonesia dalam Reka Cipta. Terima kasih kepada Universitas Ahmad Dahlan, terima kasih kepada dosen pembimbing kami Bapak suhendra dan Ibu Oktira Roka Aji. serta terima kasih kepada teman teman kedaireka program studi biologi dan teknik kimia yang telah berpartisipasi dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aasen, I. M., Ertesvåg, H., Heggeset, T. M. B., Liu, B., Brautaset, T., Vadstein, O., & Ellingsen, T. E. (2016). Thraustochytrids As Production Organisms For Docosahexaenoic Acid (DHA), Squalene, and Carotenoids. *Applied Microbiology and Biotechnology* 2016 100:10, 100(10), 4309–4321. <https://doi.org/10.1007/S00253-016-7498-4>
- Aki, T., Hachida, K., Yoshinaga, M., Katai, Y., Yamasaki, T., Kawamoto, S., Kakizono, T., Maoka, T., Shigeta, S., Suzuki, O., & Ono, K. (2003). Thraustochytrid As A Potential Source Of Carotenoids. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 2003 80:8, 80(8), 789–794. <https://doi.org/10.1007/S11746-003-0773-2>
- Gupta, A., Barrow, C. J., & Puri, M. (2012). Omega-3 Biotechnology: Thraustochytrids As A Novel Source Of Omega-3 Oils. *Biotechnology Advances*, 30(6), 1733–1745. <https://doi.org/10.1016/J.BIOTECHADV.2012.02.014>
- Hadiyanto, & Azim, M. (2012). *Mikroalga Sumber Pangan & Energi Masa Depan* (Edisi Pert). Semarang: UPT UNDIP Press. Halaman: 15 - 16.
- Kalidasan, K., Vinithkumar, N. V., Peter, D. M., Dharani, G., & Dufossé, L. (2021). Thraustochytrids of Mangrove Habitats from Andaman Islands: Species Diversity, PUFA Profiles and Biotechnological Potential. *Marine Drugs* 2021, Vol. 19, Page 571, 19(10), 571. <https://doi.org/10.3390/MD19100571>

- Moran, C. A., Morlacchini, M., Keegan, J. D., & Fusconi, G. (2018). The Effect of Dietary Supplementation With *Aurantiochytrium limacinum* On Lactating Dairy Cows In Terms Of Animal Health, Productivity And Milk Composition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(2), 576–590. <https://doi.org/10.1111/JPN.12827>
- Patel, A., Rova, U., Christakopoulos, P., & Matsakas, L. (2019). Simultaneous Production of DHA and Squalene From *Aurantiochytrium* sp. Grown On Forest Biomass Hydrolysates. *Biotechnology for Biofuels*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/S13068-019-1593-6/FIGURES/7>
- Ramos-Vega, A., Rosales-Mendoza, S., Bañuelos-Hernández, B., & Angulo, C. (2018). Prospects On The Use Of *Schizochytrium* sp. To Develop Oral Vaccines. *Frontiers in Microbiology*, 9(OCT), 2506. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2018.02506/BIBTEX>
- Ratledge, C. (2013). Microbial Oils: An Introductory Overview Of Current Status And Future Prospects. *OCL*, 20(6), D602. <https://doi.org/10.1051/OCL/2013029>
- Russo, G. L., Langellotti, A. L., Sacchi, R., & Masi, P. (2022). Techno-economic Assessment of DHA-rich *Aurantiochytrium* sp. Production Using Food Industry By-products And Waste Streams As Alternative Growth Media. *Bioresource*
- Shakeri, S., Amoozyan, N., Fekrat, F., & Maleki, M. (2017). Antigastric Cancer Bioactive *Aurantiochytrium* Oil Rich in Docosahexaenoic Acid: From Media Optimization to Cancer Cells Cytotoxicity Assessment. *Journal of Food Science*, 82(11), 2706–2718. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13925>
- Suhendra, E S, H Z, A H. 2019. Kajian Singkat Rancang Bangun Pabrik Docohexanoic Acid dari Mikroalga Species *Aurantiochytrium* dari Hutan Bakau Indonesia. *Konversi*. 8(1):33–44.
- Suhendra S. 2022. Bioprocess of of astaxanthin production as functional food from *aurantiochytrium* microalgae: A review. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*. 8(2):123. doi:10.26555/chemica.v8i2.21954.

KULTIVASI MIKROALGA HUTAN BAKAU SECARA HETEROTROPIK SKALA LABORATORIUM

Yeni Triwidyastuti¹, Az-zahra Sekar Putri¹, Shinta Amelia¹, Suhendra¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan (UAD). Kampus 4 UAD, Jalan Ringroad Selatan, Bantul, Yogyakarta

Abstrak

Paper ini menampilkan tata cara produksi mikroalga *Aurantiochytrium* secara heterotropik. Mikroalga spesies *Aurantiochytrium* merupakan spesies mikroalga yang banyak terapat di hutan bakau. Produk utama yang dihasilkan oleh mikroalga ini adalah omega-3. Selain itu, mikroalga ini juga dikenal sebagai penghasil squalen dan karotenoid. Untuk menghasilkan produk yang diinginkan dari mikroalga ini, pertama-tama perlu melakukan pengambilan sampel dimana terdapat keberadaan mikroalga, Sampling dilakukan di pulau bunyu, Kalimantan Utara. Sampel daun yang dihasilkan diplating di media agar. Setelah itu, isolat murni dari plating tersebut dipisahkan. Isolat murni ini kemudian digunakan sebagai bahan baku produksinya. Nutrien yang diperlukan untuk kultivasi adalah Yeast Extra dan juga Glukosa, Dari hasil eksperimen ini ditemukan bahwa Omega-3 mampu dihasilkan dari kultivasi. Proses kultivasi dilakukan sebanyak tiga tahap yang pertama yaitu standing culture (ST), yang kedua Pre-culture (PC) dan yang terakhir yaitu Main Culture (MC). Pada penelitian ini ditampilkan hasil biomassa yang diperoleh dan karakter morfologis sel pada tiap tahap kultivasi.

Kata kunci : Aurantiochytrium, mikroalga, Omega-3

PENDAHULUAN

Mikroalga spesies *Aurantiochytrium* adalah mikroorganisme laut *unicellular heterotrophic* yang memerlukan bahan organik untuk tumbuh (Sanchez *et al.*, 2015). mikroorganisme ini merupakan Organisme straminipilous laut yang umumnya berasosiasi dengan daun bakau yang membusuk di habitat bakau tropis dan sub-tropis. Spesies yang paling sering berasosiasi adalah halophytophthorans (Leaño, 2001; Nakagiri, 2000) dan thraustochytrids (Fan *et al.*, 2002; Leaño *et al.*, 2003; Raghukumar, 1988). Habitat umum dari *Aurantiochytrium* adalah hutan bakau dan tumbuh dengan memanfaatkan *nutrien* dari bahan organik di ekosistem hutan bakau, seperti dedaunan yang jatuh dan bahan organik dari daratan atau sedimen hutan bakau (Fossier *et al.*, 2018). Organisme ini dilaporkan berperan aktif dalam mengubah kimia detritus mangrove (Raghukumar *et al.*, 1995) karena kaya akan kandungan nutrisi dalam biomasanya (Nakagiri, 2000).

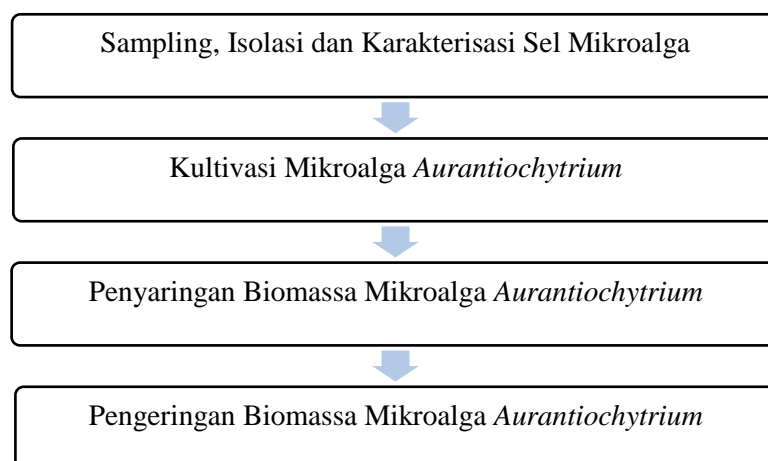
Aurantiochytrium merupakan organisme yang kaya akan asam lemak tak jenuh ganda Omega-3 (PUFA) khususnya asam docosahexaenoic (DHA) (Nakahara *et al.*, 1996). Selain Omega-3 *Aurantiochytrium* memiliki kandungan berupa squalene yang digunakan sebagai Salah satu bahan bantu (*adjuvant*) yang telah lama dikenal untuk vaksin dan pembawa obat. Squalene sudah diujikan secara klinis sebagai *vaksin influenza* dan menunjukkan hasil efikasi yang baik. Saat ini, squalene menjadi pilihan untuk digunakan sebagai adjuvant vaksin *COVID-19* (Gupta, 2020). Bahkan Strain tertentu *Aurantiochytrium* juga menghasilkan karotenoid seperti *astaxanthin* dan *canthaxanthin*. Karotenoid ini memiliki antioksidan yang tinggi oleh karena itu telah banyak diterapkan dalam industri akuakultur, nutraceutical, farmasi, dan kosmetik. Organisme ini dianggap sebagai salah satu sumber alternatif PUFA yang potensial untuk eksploitasi komersial dan industri. Species mikroalga ini

banyak ditemukan pada ekosistem hutan bakau dan berperan sebagai penyedia sumber nutrisi ikan dan udang yang hidup pada hutan bakau. Indonesia sebagai negara dengan hutan bakau terluas di dunia memiliki potensi keanekaragaman hayati terbanyak untuk mikroalga dengan kualitas dan kuantitas lipid yang tinggi. Oleh karenanya, potensi masa depan mikroalga species *Aurantiochytrium* sangat berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku biofuel maupun bahan baku nutrisi fungsional di masa depan.

Sayangnya, meskipun Indonesia memiliki hutan bakau terluas di dunia yang menjadi habitat mikroalga tersebut, akan tetapi kajian potensi mikroalga *Aurantiochytrium* di Indonesia masih sangat minim adanya kebanyakan mikroalga yang dikaji yaitu mikroalga spesies *Chlorella* sp. maupun spesies *spirulina* sp.

METODE PENELITIAN

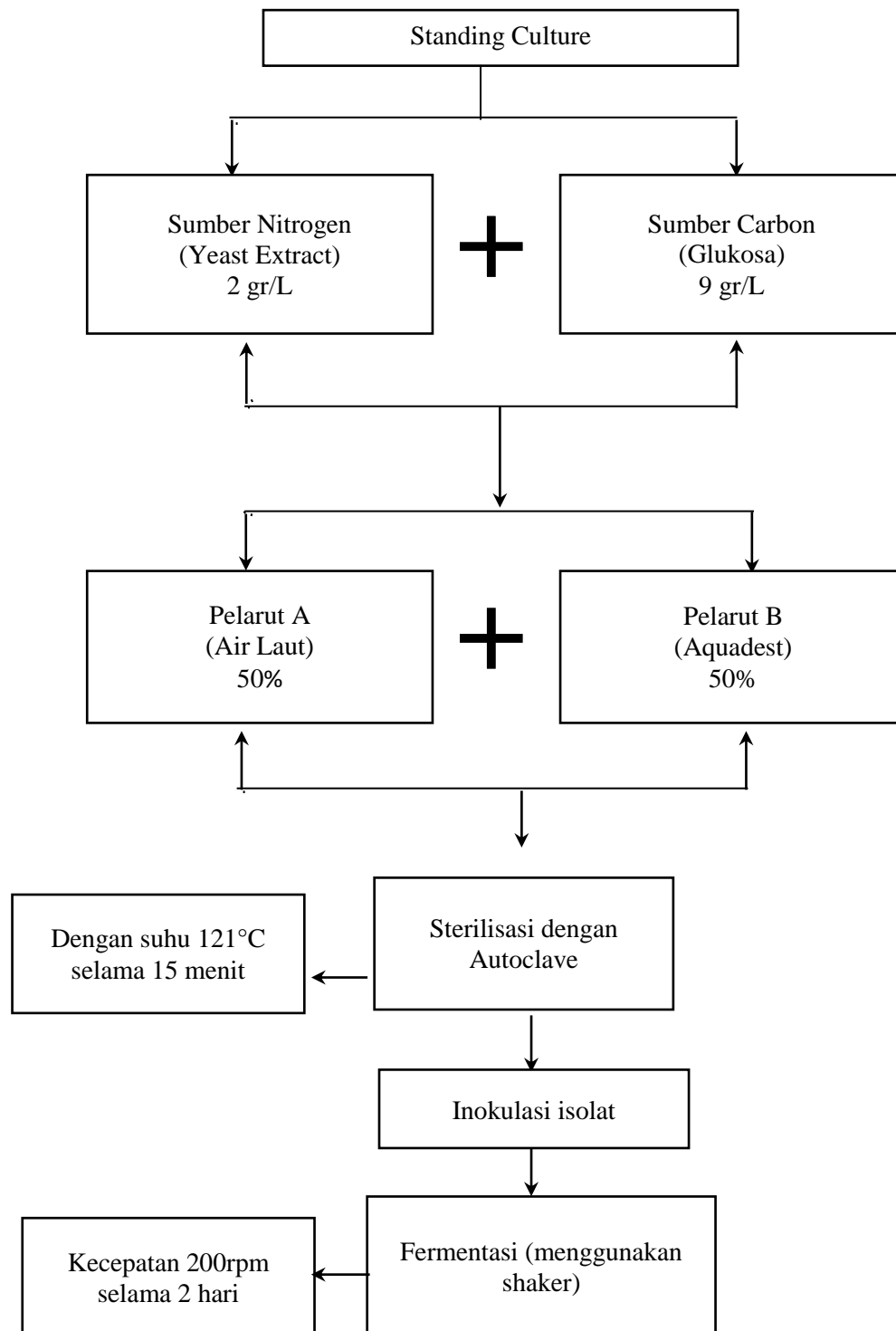
Alur umum penelitian ini ditampilkan pada diagram alir gambar 1, Seperti pada gambar 1, penelitian dimulai dengan tahap sampling, isolasi dan karakterisasi mikroalga. Sampel diambil dari Pulau Bunyu, Kalimantan Utara. Setelah itu, sampel didapat kemudian dilakukan plating dan isolasi, Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Universitas Ahmad Dahlan waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan April 2022. Plating sampel daun dilakukan di media agar, dengan nutrisi berupa yeast ekstrak agar dan glukosa. Setelah 4 hari, sampel dicek. bagian Isolat murni yang dihasilkan kemudian dilakukan kultivasi.



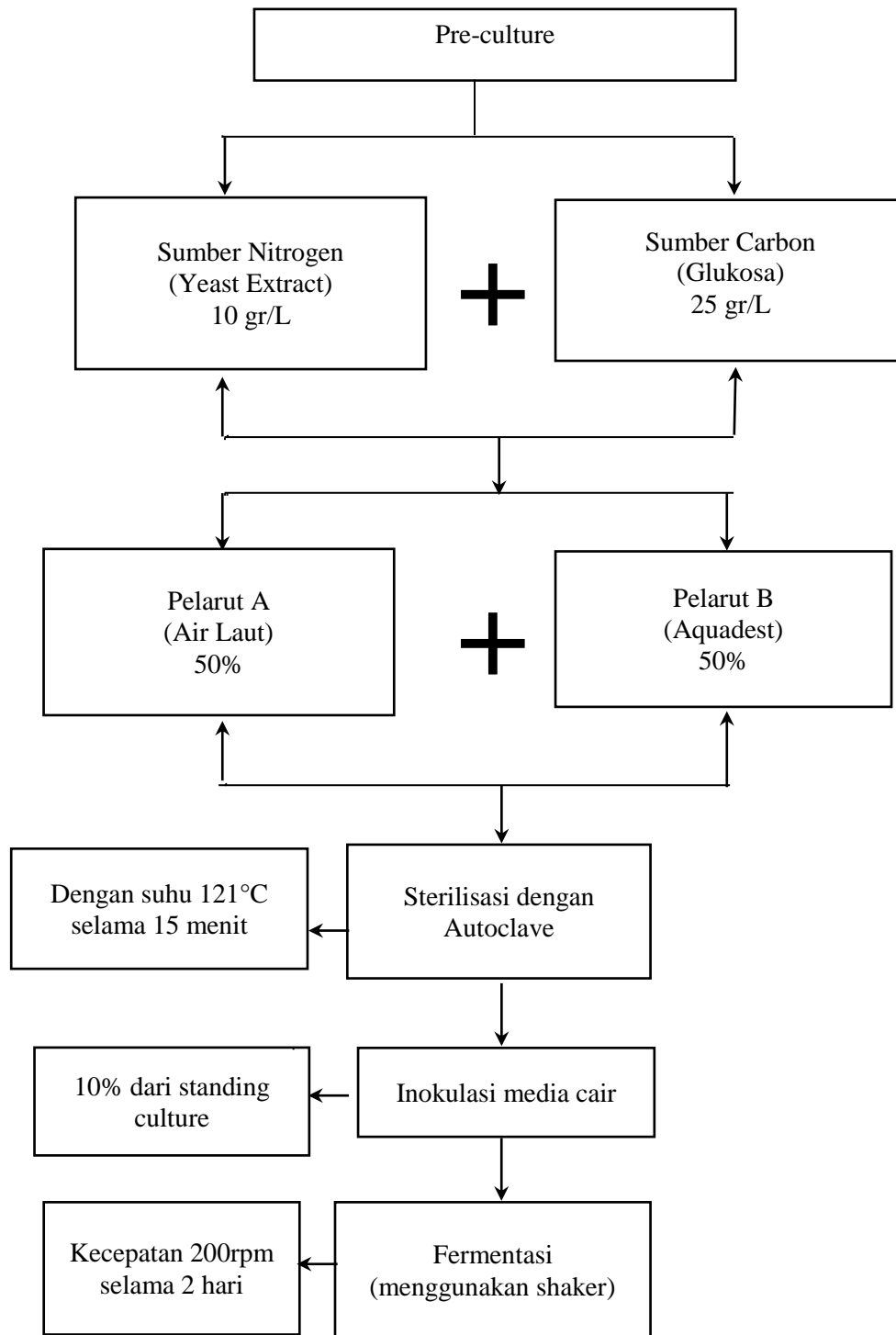
Gambar 1. Bagan alur umum

Kultivasi dilakukan pada tiga tahap. Masing-masing yaitu Standing Culture (SC), Pre-Culture (PC) dan Main Culture (MC). Setelah tahap kultivasi dilakukan maka langkah selanjutnya yaitu Penyaringan Biomassa Mikroalga *Aurantiochytrium*, penyaringan dilakukan setelah dilakukan pengecekan untuk memastikan adanya mikroalga *Aurantiochytrium*. Langkah terakhir yaitu pengeringan, pengeringan biasanya menggunakan inkubator dengan suhu 52°C selama kurang lebih 5

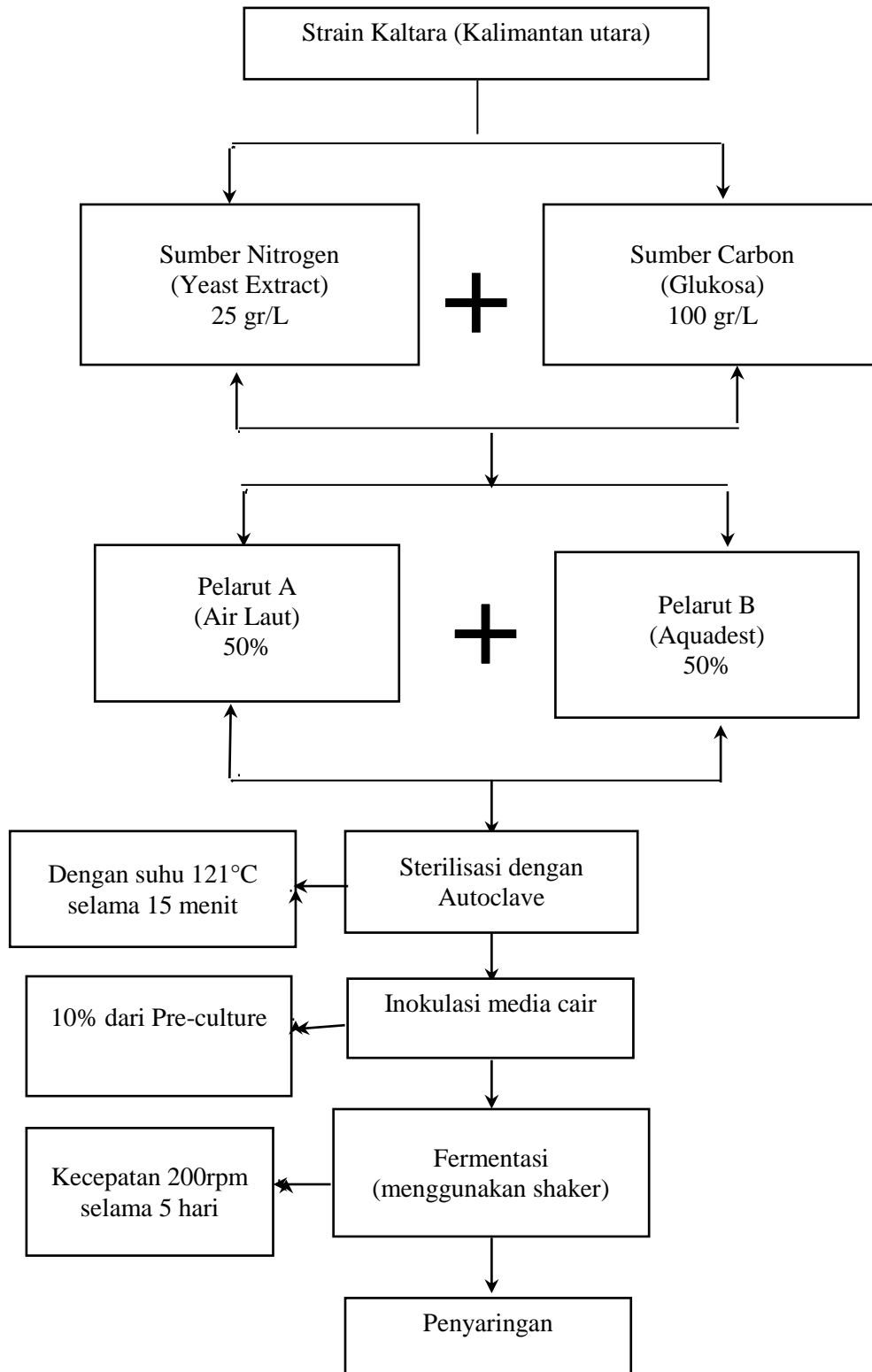
hari atau biomassa benar-benar kering. Formula masing-masing dalam pembuatan media sebagai sarana kultivasi ditampilkan pada gambar 2, 3 dan 4 berikut:



Gambar 2. Alur proses pembuatan standing culture.



Gambar 3. Alur proses pembuatan pre-culture.



Gambar 4. Alur pembuatan media main culture.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa strain dari mikroalga yang dihasilkan dapat digunakan sebagai sumber nutrisi penghasil omega-3, dengan ciri-ciri mikrograf sel berbau amis dan berwarna kuning keemasan, hal tersebut merupakan ciri-ciri mikroalga yang mengandung omega-3 dan dapat digunakan sebagai bahan baku produk yang di inginkan. Contoh sel mikroalga *Aurantiochytrium* ditunjukkan pada gambar berikut:



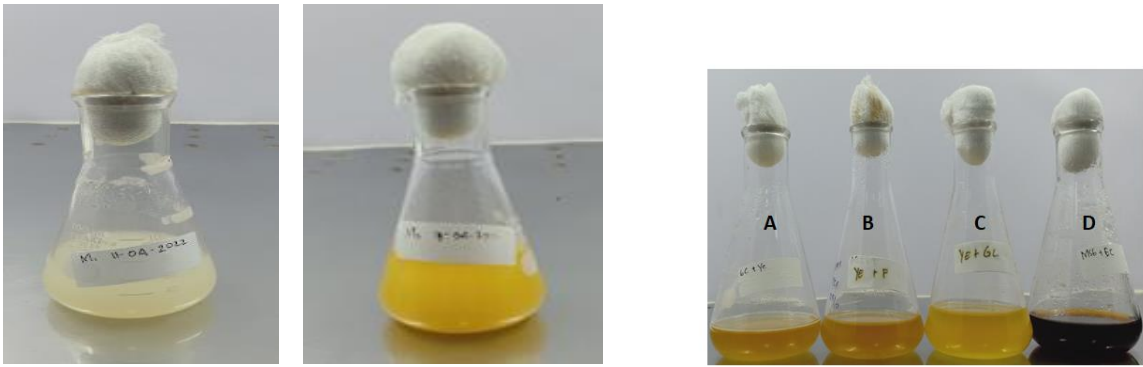
Gambar 5. Hasil pengamatan mikrograf sel mikroalga *Aurantiochytrium* dari hutan bakau Kalimantan Utara.

Pada proses *kultivasi* dilakukan sebanyak tiga tahapan yaitu pada tahap pertama *standing culture* tahap kedua *pre culture* dan pada tahap terakhir yaitu *main culture*. Yang membedakan dari ke-3 tahapan tersebut yaitu massa *nutrisi* yang diberikan. Gambar 6 menampilkan contoh media yang dibuat masing masing untuk media *standing culture*, *pre-culture* maupun *main culture*.

Secara organoleptis, biomassa hasil kultivasi berbau amis seperti ikan dan terdapat endapan biomassa putih kekuningan. Sementara supernatan (cairan) berwarna putih kekuningan untuk nutrisi glukosa dan hitam untuk nutrisi molases.

Pertumbuhan sel *Aurantiochytrium* dipengaruhi oleh banyaknya nutrisi yang diberikan pada saat fermentasi dimulai dari *standing culture* sampai dengan *main culture*. pertumbuhan sel dapat dilihat melalui mikroskop dengan perbesaran 100 kali. Berikut beberapa gambar *Aurantiochytrium* pada *standing culture* pada gambar 7 A, B dan C.

Seperti dapat dibandingkan pada ketiga gambar tersebut, ketiga media tersebut memiliki kerapatan sel berbeda. Sel mikroalga pada *main culture* tumbuh lebih banyak dan lebih besar, dibanding sel pada kedua media lainnya. Sedangkan media *standing culture* memiliki kerapatan paling sedikit karena sel mikroalga pada kondisi baru tumbuh.

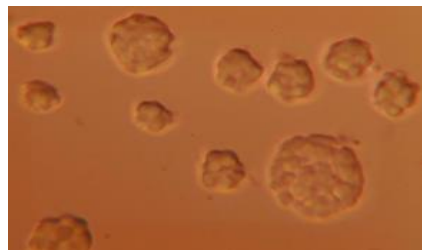


A

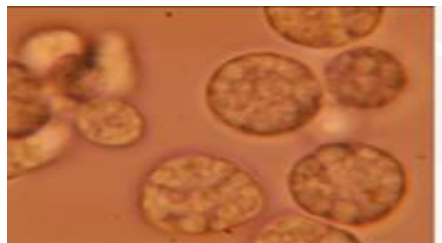
B

C

Gambar 6. A: Media Standing culture (SC), B: Media pre culture (PC), C: 1Media main culture (MC) menggunakan yeast extract dengan sumber karbon berbeda (A) gliserin (B) gula cair (C) glukosa (D) molases



A



B



C

Gambar 7. A: Pertumbuhan sel pada media SC . B: Pertumbuhan sel pada media PC C. Pertumbuhan sel pada media MC

KESIMPULAN

1. Mikroalga *Aurantiochytrium* memiliki kandungan lipid yang tinggi, pertumbuhan yang cepat dan ketahanan terhadap perubahan lingkungan
2. Kultivasi mikroalga *Aurantiochytrium* dilakukan dalam 3 tahap yaitu *standing culture*, *pre culture* dan *main culture* total dari ketiga tahap tersebut adalah 9 hari

UCAPAN TERIMAKASIH

Sebagian riset ini didanai dari dana proyek *Matching Fund* Kedaireka tahun 2022, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi. Karenanya, penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak manajemen Kedaireka.

DAFTAR PUSTAKA

- Fan, K. W., Vrijmoed, L. L. P., & Jones, E. B. G. (2002). Physiological studies of subtropical mangrove thraustochytrids. *Botanica Marina*, 45(1), 50–57. <https://doi.org/10.1515/BOT.2002.006>
- Fossier, L., Lee, K. J., Nichols, P. D., Mitchell, W. J., Polglase, J. L., & Gutierrez, T. (2018). Taxonomy, ecology and biotechnological applications of thraustochytrids: A review. *Biotechnology Advances*, 36(1), 26–46. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2017.09.003>
- Gupta, R. (2020). Anakinra: A silver lining in COVID-19? *Critical Care*, 24(1), 9–11. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03312-8>
- Leaño, E. M. (2001). Straminipilous organisms from fallen mangrove leaves from Panay Island, Philippines. *Fungal Diversity*, 6, 75–81.
- Leaño, E. M., Gapasin, R. S. J., Polohan, B., & Vrijmoed, L. L. P. (2003). Growth and fatty acid production of thraustochytrids from Panay mangroves, Philippines. *Fungal Diversity*, 12, 111–122.
- Nakagiri, A. (2000). Ecology and biodiversity of Halophytophthora species. *Fungal Diversity*, 5(1969), 153–164.
- Nakahara, T., Yokochi, T., Higashihara, T., Tanaka, S., Yaguchi, T., & Honda, D. (1996). Production of docosahexaenoic and docosapentaenoic acids by Schizochytrium sp. isolated from yap islands. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73(11), 1421–1426. <https://doi.org/10.1007/BF02523506>
- Raghu-Kumar, S. (1988). Schizochytrium mangrovei sp. nov., a thraustochytrid from mangroves in India. *Transactions of the British Mycological Society*, 90(4), 627–631. [https://doi.org/10.1016/s0007-1536\(88\)80068-8](https://doi.org/10.1016/s0007-1536(88)80068-8)
- Raghukumar, S., Sath-pathak, V., Sharma, S., & Raghukumar, C. (1995). Thraustochytrid and fungal component of marine detritus. III. Field studies on decomposition of leaves of the mangrove Rhizophora apiculata. *Aquatic Microbial Ecology*, 9(2), 117–125. <https://doi.org/10.3354/ame009117>
- Sanchez, D. M., Kyndt, J., & Martinez, A. (2015). *Heterotrophic growth of microalgae: metabolic aspects*. 1–9. <https://doi.org/10.1007/s11274-014-1773-2>

- Fan, K. W., Vrijmoed, L. L. P., & Jones, E. B. G. (2002). Physiological studies of subtropical mangrove thraustochytrids. *Botanica Marina*, 45(1), 50–57. <https://doi.org/10.1515/BOT.2002.006>
- Fossier, L., Lee, K. J., Nichols, P. D., Mitchell, W. J., Polglase, J. L., & Gutierrez, T. (2018). Taxonomy, ecology and biotechnological applications of thraustochytrids: A review. *Biotechnology Advances*, 36(1), 26–46. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2017.09.003>
- Gupta, R. (2020). Anakinra: A silver lining in COVID-19? *Critical Care*, 24(1), 9–11. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03312-8>
- Leaño, E. M. (2001). Straminipilous organisms from fallen mangrove leaves from Panay Island, Philippines. *Fungal Diversity*, 6, 75–81.
- Leaño, E. M., Gapasin, R. S. J., Polohan, B., & Vrijmoed, L. L. P. (2003). Growth and fatty acid production of thraustochytrids from Panay mangroves, Philippines. *Fungal Diversity*, 12, 111–122.
- Nakagiri, A. (2000). Ecology and biodiversity of Halophytophthora species. *Fungal Diversity*, 5(1969), 153–164.
- Nakahara, T., Yokochi, T., Higashihara, T., Tanaka, S., Yaguchi, T., & Honda, D. (1996). Production of docosahexaenoic and docosapentaenoic acids by *Schizochytrium* sp. isolated from yap islands. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73(11), 1421–1426. <https://doi.org/10.1007/BF02523506>
- Raghu-Kumar, S. (1988). *Schizochytrium mangrovei* sp. nov., a thraustochytrid from mangroves in India. *Transactions of the British Mycological Society*, 90(4), 627–631. [https://doi.org/10.1016/s0007-1536\(88\)80068-8](https://doi.org/10.1016/s0007-1536(88)80068-8)
- Raghukumar, S., Sath-pathak, V., Sharma, S., & Raghukumar, C. (1995). Thraustochytrid and fungal component of marine detritus. III. Field studies on decomposition of leaves of the mangrove *Rhizophora apiculata*. *Aquatic Microbial Ecology*, 9(2), 117–125. <https://doi.org/10.3354/ame009117>
- Sanchez, D. M., Kyndt, J., & Martinez, A. (2015). *Heterotrophic growth of microalgae: metabolic aspects*. 1–9. <https://doi.org/10.1007/s11274-014-1773-2>

EKSTRAK DAUN KERSEN (*Muntingia calabura L.*) SEBAGAI INOVASI HAND SANITIZER ALAMI

Bambang Syachirul Alim¹, Aditya Furqon Hidayat¹, Martomo Setyawan¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan (UAD). Kampus 4 UAD, Jalan Ringroad Selatan, Bantul, Yogyakarta

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan hand sanitizer alami dari ekstrak daun kersen jamaika yang memiliki kemampuan antibakteri. Proses ekstraksi menggunakan metode maserasi dengan variasi waktu 2 hari, 4 hari, dan 6 hari dengan perbedaan konsentrasi etanol 70% dan 96%. Berdasarkan penelitian, formula gel hand sanitizer dengan konsentrasi 70% menghasilkan zona bening masing-masing 8 mm, 11 mm, dan 10 mm. Sedangkan gel hand sanitizer dengan konsentrasi 96% menghasilkan zona bening masing-masing 7 mm, 8 mm, dan 9 mm. Semua formula dapat bertindak sebagai antibakteri.

Kata kunci: hand sanitizer, ekstrak daun kersen, ekstraksi, maserasi, anti bakteri

PENDAHULUAN

Kesehatan menjadi bagian yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan manusia. Jika manusia mengalami gangguan pada kesehatan, maka dapat berdampak buruk pada aktivitas sehari-hari. Gangguan kesehatan ini bisa disebabkan oleh berbagai macam hal seperti salah satunya adalah berbagai jenis bakteri, jamur, dan virus. Penyebaran yang terjadi akibat kontak fisik khususnya melalui tangan dalam kegiatan sehari-hari seringkali membuat masyarakat tidak menyadarinya. Langkah awal untuk memutus penyebaran bakteri, jamur, dan virus pembawa penyakit ini dapat dilakukan dengan mencuci tangan menggunakan sabun. Salah satu alternatif lain saat kesulitan menemukan tempat mencuci tangan menggunakan sabun adalah dengan menggunakan *hand sanitizer* untuk membersihkan tangan sebelum makan dan minum (Pramita 2013).

Akan tetapi, sebagian masyarakat merasa khawatir dalam menggunakan *hand sanitizer* karena dapat menyebabkan iritasi akibat kandungan alkohol di dalamnya. Sehingga tak jarang masyarakat memilih untuk tidak menggunakan *hand sanitizer* saat membersihkan tangan. Padahal kekhawatiran tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan tanaman yang mengandung antibakteri. Menurut Miksusanti (Miksusanti dkk. 2009). Indonesia mempunyai ragam tumbuhan yang bisa dimanfaatkan untuk obat konvensional. Salah satu tumbuhan yang memiliki potensi menjadi antiseptik yakni daun kersen (*Muntingia calabura L.*). Biasanya pemanfaatan tumbuhan kersen hanya terbatas pada pengonsumsi buahnya saja. Bagian tanaman lainnya seperti bagian daun kurang dimanfaatkan secara maksimal. Padahal, setelah diekstrak, daun kersen memiliki beberapa senyawa aktif seperti flavonoid, polifenol, saponin, steroid dan tanin yang bersifat antibakteri.

Hasil penelitian sebelumnya membuktikan adanya aktivitas antibakteri dari ekstrak daun kersen (*Muntingia calabura L.*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (Prasetyo dan Sasongko 2014).

Akibat kandungan senyawa aktif antibakteri, didapatkan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) sebesar 6,25% terhadap bakteri *Bacillus subtilis*. Hal tersebut diakibatkan oleh terjadinya kerusakan pada sel bakteri yang menghambat metabolisme sel karena adanya kontak antibakteri dengan sel bakteri. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti tertarik untuk meneliti ekstrak daun kersen (*Muntingia calabura L.*) menggunakan metode ekstraksi dengan konsentrasi etanol 70% dan 96%.

METODOLOGI PENELITIAN

1. Material

Material utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kersen, aquades, etanol dengan konsentrasi 70% dan 96%, gliserin, natrium CMC, propilenglikol dan material pendukung untuk pengujian antara lain H₂SO₄ dengan konsentrasi 2N, CH₃COOH 1%, NaOH 10%, NaCl 0,9%, *Staphylococcus aureus*, dan media nutrisi agar. Daun kersen diperoleh dari Universitas Ahmad Dahlan dan bahan-bahan yang lain diperoleh dari Laboratorium Rekayasa Proses Kimia, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.

2. Prosedur

1) Pembuatan serbuk simplisia daun kersen

Daun kersen disortasi basah dan dilakukan pengecilan ukuran menggunakan pisau, setelah itu daun dikeringkan di dalam oven dengan suhu 70°C selama 2 jam, setelah daun kersen kering kemudian diblender dan diayak menggunakan ayakan 40 mesh.

2) Ekstraksi serbuk simplisia daun kersen

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan perbandingan 1:4, 50 gram serbuk dimasukan ke dalam toples dan ditambahkan 200 ml etanol kedalamnya, wadah ditutup rapat. Perbandingan yang digunakan adalah perbandingan waktu maserasi selama 2 hari, 4 hari, dan 6 hari. Setelah didiamkan selama kurun waktu yang dikehendaki ekstrak cair kemudian disaring untuk memisahkannya dari residu, filtrat cair yang didapatkan kemudian didistilasi menggunakan *waterbath* selama 3,5 jam dengan suhu 92°C.

3) Pembuatan *gel hand sanitizer*

Ditimbang dan diukur ekstrak kental sebanyak 2,5 gram; Natrium Carboxyl Methyl Celullose 2,5 gram; gliserin 5 ml; propilenglikol 0,5 ml, dan aquades 50 ml. Kemudian ekstrak kental diencerkan dengan aquades pada suhu 50°C, setelah ekstrak larut selanjutnya dimasukan *natrium carboxyl methyl cellulose* ditambahkan ke dalam larutan ekstrak dan diaduk sampai homogen. Gliserin, propilenglikol dimasukan dan diaduk secara kontinyu menggunakan magnetic stirrer selama 1 jam atau hingga terbentuk gel.

4) Identifikasi flavonoid dalam ekstrak

Ekstrak kental sebanyak 2 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan NaOH 10% ke tabung sebanyak 2 ml dan didiamkan selama 1 menit. Ditunggu hingga terjadi perubahan warna, apabila warna yang dihasilkan merah, orange atau kuning maka ekstrak positif mengandung flavonoid.

5) Uji bebas etanol

Uji bebas etanol dilakukan dengan memasukan 2 tetes ekstrak ke dalam tabung reaksi yang kemudian ditetesi lagi dengan H₂SO₄ sebanyak 2 tetes dan menambahkan 2 tetes CH₃COOH, kemudian dipanaskan di atas nyala bunsen.

6) Uji karakteristik *gel hand sanitizer*

Uji organoleptis dengan gel yang diamati secara visual, dicium bau, dan dioleskan pada kulit. Uji pH dilakukan dengan dioleskan gel ke indikator kertas pH, diamati perubahan warna dan ditentukan nilai pH, dan uji waktu kering dilakukan dengan cara dioleskan ke kulit dan dihitung waktu pengeringan.

7) Pembuatan suspensi bakteri

Diambil 1 ose *staphylococcus aureus*, selanjutnya *staphylococcus aureus* dimasukkan ke dalam tabung yang di dalamnya terisi 10 ml larutan NaCl 0,9%. *Staphylococcus aureus* dibiakan di dalam tabung dan dikocok secara perlahan sampai homogen.

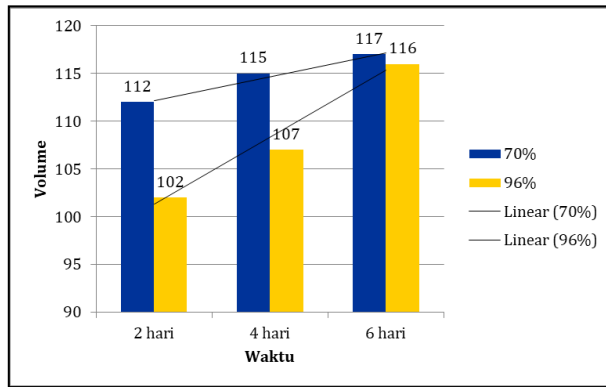
8) Uji kemampuan antibakteri sediaan *gel hand sanitizer*

Sebanyak 20 ml nutrien agar dituang ke dalam cawan patri steril kemudian 20µl suspensi *staphylococcus aureus* dimasukkan, selanjutnya cawan digoyang perlahan agar suspensi merata dan didiamkan sampai mengeras, kemudian dibuat lubang dan diisi 50µl ekstrak kersen kemudian diinkubasi di suhu 37°C selama 24 jam secara *aerob*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Waktu terhadap Ekstrak yang Dihasilkan Pada Konsentrasi Etanol 70% dan 96%

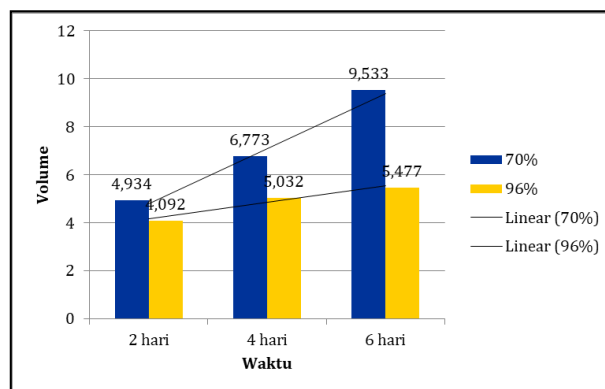
Hasil dari ekstraksi menggunakan etanol 70% dan etanol 96% dengan variasi waktu ekstraksi dijelaskan pada grafik sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik pengaruh waktu terhadap ekstrak cair yang dihasilkan

Berdasarkan gambar 1, hasil ekstraksi pada etanol 70% dan etanol 96% sama-sama meningkat seiring lama waktu perendaman. Hal ini membuktikan waktu berbanding lurus terhadap volume ekstrak yang dihasilkan dimana semakin lama waktu perendaman maka ekstrak yang didapatkan akan semakin banyak. Pada gambar diatas terlihat perbedaan yang cukup signifikan antara ekstrak cair yang dihasilkan dari etanol 70% dan etanol 96%, hal ini disebabkan karena kepolaran dari masing-masing pelarut, dimana etanol 70% lebih polar dibandingkan dengan etanol 96%. Berdasarkan penelitian dari Permatasari dkk. (2019), peningkatan konsentrasi etanol akan menurunkan kepolaran yang pada akhirnya bisa menurunkan kemampuan mengekstraksi senyawa yang kurang polar.

Hasil ekstrak cair terbanyak pada konsentrasi etanol 70% sejumlah 117 ml dengan lama waktu perendaman selama 6 hari. Sedangkan pada konsentrasi 96% diperoleh ekstrak cair terbanyak sejumlah 116 ml dengan lama waktu perendaman selama 6 hari. Selanjutnya ekstrak cair didistilasi untuk menghilangkan kandungan etanol dan mendapatkan ekstrak kental, hasil distilasi dijelaskan pada gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik pengaruh waktu terhadap ekstrak kental yang dihasilkan

Ekstrak kental terbanyak pada konsentrasi 70% diperoleh sebanyak 9,533 gr dengan lama waktu perendaman selama 6 hari. Pada konsentrasi 96% diperoleh ekstrak kental sebanyak 5,477 gr dengan lama waktu yang sama seperti etanol 70%.

2. Identifikasi Flavonoid dalam Ekstrak

Analisis fitokimia kualitatif diharapkan dapat mengindikasikan bahwa terdapat senyawa flavonoid dalam ekstrak yang dihasilkan, adanya flavonoid di dalam ekstrak ditandai dengan terbentuknya warna merah, orange, atau kuning setelah penambahan NaOH (Mulyani dan Laksana 2011). Melalui literatur tersebut didapatkan hasil uji fitokimia yang dijelaskan dalam tabel berikut

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia Sampel

Formula Gel	Perubahan Warna	Hasil Uji Flavonoid
Alkohol 70%, 2 hari	Orange	+
Alkohol 70%, 4 hari	Orange	+
Alkohol 70%, 6 hari	Merah bata	+
Alkohol 96%, 2 hari	Kuning	+
Alkohol 96%, 4 hari	Kuning	+
Alkohol 96%, 6 hari	Merah bata	+

3. Uji Bebas Etanol

Uji bebas etanol dilakukan untuk mendapatkan ekstrak murni tanpa adanya tambahan pelarut lain. Apabila aroma yang tercium berbau khas daun kersen maka ekstrak bebas dari etanol begitupun sebaliknya (Praepandi 2006). Adapun hasil uji bebas etanol adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Bebas Etanol Sampel

Formula Gel	Aroma	Hasil Uji Bebas Etanol
Alkohol 70%, 2 hari	Beraroma khas kersen dengan manis yang tipis	Negatif
Alkohol 70%, 4 hari	Beraroma khas kersen dan manis	Negatif
Alkohol 70%, 6 hari	Beraroma khas kersen dan manis	Negatif
Alkohol 96%, 2 hari	Beraroma khas kersen tajam	Negatif
Alkohol 96%, 4 hari	Beraroma khas kersen tajam	Negatif
Alkohol 96%, 6 hari	Beraroma khas kersen tajam	Negatif

Berdasarkan dari tabel di atas, di dalam sediaan sudah tidak ada lagi etanol yang tersisa dengan terciumnya aroma ekstrak yang kuat setelah dilakukan proses pemanasan dengan nyala bunsen. Ekstrak yang bebas dari etanol akan lebih ramah digunakan bagi mereka yang memiliki kontrakindikasi dengan etanol maupun turunan alkohol lainnya.

4. Uji Karakteristik Gel

Uji karakteristik gel meliputi uji organoleptis, uji pH, dan uji waktu kering. Dari hasil uji organoleptis diharapkan sediaan memiliki daya rekat yang baik pada permukaan kulit, tidak menyengat, dan nyaman ketika digunakan. Hasil uji organoleptis disajikan dari tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Organoleptis Sediaan Gel

Formula Gel	Warna	Aroma	Daya Lekat	Tekstur
Alkohol 70%, 2 hari	Coklat			
Alkohol 70%, 4 hari	Coklat			
Alkohol 70%, 6 hari	Coklat	Aroma Khas Daun Kersen	Melekat dengan Sempurna	Berbentuk Semi Padat
Alkohol 96%, 2 hari	Coklat berbayang hijau			
Alkohol 96%, 4 hari	Coklat berbayang hijau			
Alkohol 96%, 6 hari	Coklat Muda berbayang hijau			

Dari tabel di atas, hasil formulasi gel yang berwarna coklat dipengaruhi oleh banyaknya ekstrak daun kersen yang berhasil diekstrak. Aroma daun kersen tercium sangat khas pada sediaan. Ketika dioleskan pada tangan sediaan ini melekat dengan sempurna, tekstur yang berbentuk semi padat membuat sediaan dapat melekat dengan baik dan tidak lumer dipermukaan kulit. Hasil penelitian ini juga menampilkan pengaruh warna minyak jelantah dapat dilihat pada Gambar 3.

**Gambar 3.** Gel hand sanitizer yang dihasilkan

Uji pH bertujuan untuk mengetahui stabilitas dari sediaan dan menghindari terjadinya gangguan kulit, hasil uji pH disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Uji pH Sediaan Gel

Formula Gel	pH
Alkohol 70%, 2 hari	5
Alkohol 70%, 4 hari	5
Alkohol 70%, 6 hari	5
Alkohol 96%, 2 hari	4
Alkohol 96%, 4 hari	4
Alkohol 96%, 6 hari	4

Dari tabel diatas menunjukkan pH ekstrak konstan pada masing-masing konsentrasi sehingga hasil uji pH dapat dikatakan stabil. Kestabilan pH merupakan salah satu parameter yang penting, diharapkan pH yang dihasilkan tidak bersifat basa dan sebaiknya berkisar pada pH kulit yaitu 4,5-6,5 (Rompis dkk. 2019). Menurut Badan Standarisasi Nasional (2017), pH yang diperbolehkan untuk kulit yaitu 4-10. Nilai pH yang dihasilkan oleh ekstrak yang menggunakan etanol 70% adalah 5 sedangkan

pH yang dihasilkan oleh ekstrak yang menggunakan etanol 96% adalah 4. Sediaan yang dihasilkan berada pada rentan pH kulit sehingga diharapkan sediaan tidak menyebabkan iritasi maupun gangguan kulit lainnya.

Uji waktu kering bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan sediaan *hand sanitizer* dapat mengering dipermukaan kulit.

Tabel 5. Hasil Uji Waktu Kering Sediaan Gel

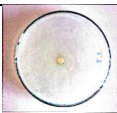

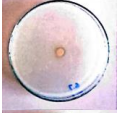
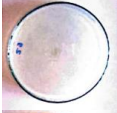


Formula Gel	Waktu kering (s)
Alkohol 70%, 2 hari	98
Alkohol 70%, 4 hari	68
Alkohol 70%, 6 hari	62
Alkohol 96%, 2 hari	74
Alkohol 96%, 4 hari	57
Alkohol 96%, 6 hari	51

Berdasarkan dari tabel di atas rentan waktu pengeringan sediaan relatif cepat. Menurut Fitriansyah dkk. (2016), sediaan *gel hand sanitizer* yang baik memiliki waktu mengering kurang dari 5 menit. Berdasarkan dari hasil uji yang didapatkan bisa dikatakan sediaan sudah baik dengan waktu pengeringan yang cepat.

5. Uji Kemampuan Antibakteri

Uji kemampuan antibakteri yang digunakan pada penelitian ini adalah metode difusi agar menggunakan sumuran dengan media *Nutrient Agar*. Hasil uji disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6. Hasil uji antibakteri

Formula Gel	Diameter Zona Jernih (mm)	Gambar Hasil Percobaan
Alkohol 70%, 2 hari	8	
Alkohol 70%, 4 hari	11	
Alkohol 70%, 6 hari	10	
Alkohol 96%, 2 hari	7	
Alkohol 96%, 4 hari	8	
Alkohol 96%, 6 hari	9	

Berdasarkan dari uji tersebut dapat dilihat bahwa *gel handsanitizer* dengan konsentrasi 70% lebih unggul dari *gel handsanitizer* dengan konsentrasi 96% dengan variasi waktu yang sama yaitu 2

hari, 4 hari, dan 6 hari. Pada formula *gel handsanitizer* dengan konsentrasi 70% menghasilkan zona jernih secara berturut-turut 8 mm, 11 mm, dan 10 mm. Sedangkan *gel handsanitizer* dengan konsentrasi 96% menghasilkan zona jernih secara berturut 7 mm, 8 mm, dan 9 mm. Diameter zona jernih mengindikasikan zona hambat bakteri dari *gel handsanitizer*. Menurut Davis dan Stout (1971), diameter zona jernih 10 mm-20 mm memiliki daya hambat kuat, diameter zona jernih 5 mm-10 mm memiliki daya hambat sedang, dan diameter zona jernih <5 memiliki daya hambat lemah. *Gel hand sanitizer* dengan konsentrasi 70% memberikan daya hambat yang dikategorikan zona hambat kuat dan *gel hand sanitizer* dengan konsentrasi 96% masuk kategori zona hambat sedang. Hal ini terjadi karena peningkatan konsentrasi etanol akan menurunkan kepolaran yang pada akhirnya bisa menurunkan kemampuan mengekstraksi senyawa yang kurang polar. Flavonoid sebagai senyawa antibakteri terekstrak lebih banyak pada alkohol dengan konsentrasi 70% daripada alkohol 96% sehingga hasil uji antibakteri menunjukan bahwa formula *gel handsanitizer* dengan konsentrasi 70% lebih unggul sedikit daripada formula *gel handsanitizer* dengan konsentrasi 96%.

KESIMPULAN

Hasil ekstrak kental terbanyak pada konsentrasi 70% dan 96% diperoleh pada hari ke-6. Semakin lama waktu ekstraksi maka ekstrak cair yang dihasilkan semakin banyak, semua ekstrak yang dihasilkan positif mengandung flavonoid, semua ekstrak yang dihasilkan bebas dari etanol, pH gel berada dalam *range* pH kulit yakni 5 untuk konsentrasi 70% dan 4 untuk konsentrasi 96%, rata-rata waktu pengeringan selama 68,33 detik dan terhitung cepat, semua sampel dapat bersifat antibakteri, dimana formula *gel handsanitizer* dengan konsentrasi 70% lebih unggul sedikit dengan kategori daya hambat kuat daripada formula *gel handsanitizer* dengan konsentrasi 96% yang berdaya hambat sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Martomo Setyawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing penelitian yang telah memberikan doa, arahan, dan dukungan kepada peneliti. Kedua orang tua dan keluarga besar peneliti yang telah memberikan doa, dukungan moril dan materil sehingga penelitian ini dapat diselesaikan, teman-teman baik di dalam kampus maupun di luar kampus serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu dan kebersamai semua proses peneliti. Semoga Allah SWT memberikan balasan atas segala bantuan yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Pramita, F.Y. 2013. "Formulasi Sediaan Gel Antiseptik Ekstrak Metanol Daun Kesum (*Polygonum minus Huds*)". Dalam *Skripsi*. Pontianak: Universitas Tanjungpura
- Miksusanti, Betty sri laksmi et al. 2009. "Antibacterial Activity Of Temu Kunci Tuber (*Kaempheria pandurata*) Essential Oil Against *Bacillus cereus*". Dalam *Jurnal Med J Indones*, vol 18 No 1 : 11

- Angga Dwi Prasetyo dan Hadi Sasongko. 2014. "Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Daun Kersen (*Muntingia Calabura L.*) Terhadap Bakteri *Bacillus subtilis* dan *Shigella dysenteriae* Sebagai Materi Pembelajaran Biologi SMA Kelas X untuk Mencapai Kd 3.4 pada Kurikulum 2013". Dalam *Jurnal JUPEMASI-PBIO*. Yogyakarta : Universitas Ahmad Dahlan
- Permatasari *et al.* 2019. "Optimasi Ekstraksi Alga Coklat (*P australis*) sebagai Sumber Bahan Baku Kosmetik". Dalam *Jurnal IPB Repository*. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Mulyani, Sri dan Toga Laksana. 2011. "Analisis Flavonoid dan Tannin dengan Metode Mikroskopi-Mikrokimiawi". Dalam *Jurnal Biologi Farmasi* .Yogyakarta : Universitas Gajah Mada
- Praepandi. 2006. "Card System Analisa Kimia Farmasi Kualitatif". Bandung : Seksi Diktat Stenhl. Hal 9
- Rompis, Ferna *et al.* 2019. "Formulasi dan Uji Efektivitas Antioksidan Sediaan Masker Peel-off Ekstrak Etanol Daun Sasewanua (*Clodendron squamatum vahl*)". Dalam *Jurnal PHARMACON*, 8(2): Hal 388-396.
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI 2588:2017. "Syarat Mutu Sabun Pembersih Tangan. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional
- Fitriansyah *et al.* 2016. "Formulasi dan Evaluasi Spray Gel Fraksi Etil Asetat Bunga Melati (*Jasminum sambac L.*) sebagai Antijerawat". Dalam *Jurnal Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*. P.79868
- Davis, W. W. dan T. R. Stout. 1971. "Disc plate methods of microbiological antibiotic assay". Dalam *Jurnal Microbiology* 22: 659-665

KONVERSI LIMBAH ORGANIK MENJADI ASAM LEMAK TAK JENUH MENGUNAKAN MIKROALGA *Aurantiochytrium* DARI HUTAN BAKAU BUNAKEN, SULAWESI UTARA

Sekar pratiwi¹, Hutri Puspita Sari¹, Suhendra¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan (UAD). Kampus 4 UAD, Jalan Ringroad Selatan, Bantul, DI Yogyakarta.

Abstrak

Modernisasi dan industrialisasi telah merevolusi sektor pangan dan pertanian, yang mengarah pada peningkatan dramatis dalam produktivitas dan pemasarannya. Dampaknya adalah peningkatan produksi makanan dan limbah agroindustri. Fenomena yang ada di perkotaan adalah penumpukan sampah buah dan sayur yang banyak tidak tertangani dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan serta keindahan. Untuk mengatasi masalah sampah secara terpadu, perlu dikembangkan strategi berkelanjutan yang sangat tergantung pada pemahaman tentang tantangan teknologi dan ekonomi. Dengan memanfaatkan mikroalga *Aurantiochytrium* yang diperoleh dari mangrove. Mikroalga *Aurantiochytrium* sp. saat ini menarik perhatian besar dari para peneliti dan praktik industri karena karakteristik pertumbuhannya yang cepat dalam produksi asam lemak tak jenuh ganda (lemak tak jenuh rantai panjang PUFA) dengan nilai ekonomi tinggi. Produk yang dapat dihasilkan dari mikroalga ini salah satunya yaitu omega-3 DHA (*Docosahexaenoic acid*). Asam Lemak Tak Jenuh Ganda (PUFA) omega-3 yang sangat dibutuhkan tubuh manusia. Kajian ini menggambarkan upaya-upaya yang dapat menggali mikroalga kaya DHA dari mangrove Indonesia. Fase ini dimulai dengan isolasi penyimpanan ini dimulai dengan isolasi dari mikroalga penghasil DHA. Selain itu, produktivitas DHA mikroalga akan dibahas. Memperkenalkan dan melanjutkan penelitian tentang prospek teknologi dan aspek teknis. Akan ditingkatkan menjadi proyek pembangunan pabrik omega-3 skala komersial, Hasil studi ini menunjukkan bahwa spesies ini adalah sumber mikroba penghasil DHA. *Aurantiochytrium* melimpah di hutan mangrove di Indonesia sehingga Produktivitas spesies DHA ganggang tinggi di Indonesia, kemungkinan akan meningkatkan lagi dalam operasi fed-batch skala besar. Serta meningkatkan nilai tambah ekonomi bagi negara demi terwujudnya negara dengan nilai gizi masyarakat dalam program ketahanan pangan pemerintah Indonesia.

Kata kunci : *Aurantiochytrium*, asam lemak tak jenuh, mikroalga, omega-3

PENDAHULUAN

Mikroalga heterotrofik *Aurantiochytrium* telah lama dikenal sebagai mikroba penghasil omega-3 (*docosahexaenoic acid*/DHA) (Nazir et al., 2020). Spesies mikroalga ini banyak ditemukan di dari hutan bakau. Sayangnya, produksi biomassa mikroalga *Aurantiochytrium* untuk menghasilkan omega-3 masih jarang ditemukan pada publikasi di jurnal nasional Indonesia. Selain itu, secara operasional, sumber nutrisi menjadi salah satu tantangan karena operasionalisasinya berbiaya tinggi.

Oleh karena itu, paper ini mempresentasikan metode produksi biomassa mikroalga *Aurantiochytrium* skala laboratorium dengan menggunakan limbah organik sebagai sumber nutrisi organik. Harapannya, nutrisi dari sampah pasar buah dan sayuran yang diubah menjadi omega-3 menggunakan *Aurantiochytrium* memiliki komoditas yang berlimpah sehingga dapat menurunkan biaya operasional untuk produksi biomassa. Pertimbangan tersebut karena limbah organik masih mengandung

nutrisi yang dibutuhkan oleh organisme hidup, seperti air, sumber karbon dan nitrogen, vitamin dan mikronutrien lainnya (Kairupan, Michele, 2019).

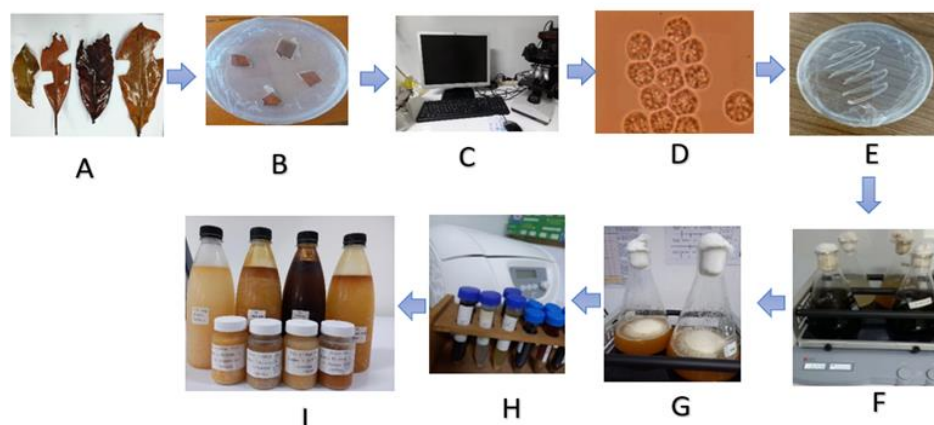
Aurantiochytrium sp adalah *Thraustochytrid Marine* laut uniseluler heterotrofik yang diketahui berkerabat dengan alga heterokont untuk memproduksi DHA yang tinggi. Adapun species ini terdapat di lingkungan laut seperti hutan bakau dan dataran lumpur, terutama pada substrat organik di lingkungan. Pertumbuhan dapat terjadi pada banyak jenis gula, tetapi glukosa sangat mendukung kepadatan sel yang tinggi dengan tingkat dengan ditunjang DHA yang tinggi pula. Dapat diterima sumber karbon dengan konsentrasi tinggi mengandung hingga 120g/l glukosa (Patel et al., 2019). Mikroalga *Aurantiochytrium* identik dengan mikroorganisme penghasil omega-3 kandungan tinggi.

Secara nilai ekonomi, pasar omega-3 di dunia terus meningkat. Pasar omega 3 global bernilai USD 2,43 miliar pada tahun 2022 dan diperkirakan akan berkembang dengan tingkat pertumbuhan tahunan gabungan (CAGR) sebesar 7,8% dari tahun 2023 hingga 2030. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya penggunaan bahan berbasis omega 3 di pola makan manusia untuk mendukung kesehatan otak dan jantung. Selain itu, meningkatnya investasi konsumen dalam perawatan kesehatan dan kesejahteraan juga diharapkan dapat meningkatkan permintaan produk.

METODE PENELITIAN

1 . Tahapan Penelitian

Penataan rangkaian alat dilakukan untuk menjamin hasil yang baik. Pada penelitian ini telah berhasil menata rangkaian alat untuk pengerjaan eksperimen ini. Rangkaian alat meliputi alat-alat untuk pengerjaan sampel daun (Gambar A), alat untuk streaking isolat (Gambar B), alat untuk observasi mikroskopis morfologi sel (Gambar C) hingga diperoleh sel yang diinginkan (Gambar D). Selanjutnya rangkaian alat diperlukan untuk streaking hingga diperoleh kultur murni yang diharapkan (Gambar E). Rangkaian alat berikutnya yang diperlukan adalah alat untuk kultivasi meliputi orbital shaker (Gambar F) dan gelas erlenmeyer (Gambar F), hingga diperoleh biomassa hasil kultivasi (Gambar G). Tahap selanjutnya adalah rangkaian alat pemisahan biomassa dengan cairan supernatan menggunakan centrifuge (Gambar H).



Gambar 1. Rangkaian proses eksperimen mikroalga *Aurantiochytrium*

2 . Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat-alat seperti : Shaker, Autoclave, Mikroskop perbesaran 4x, 10x, 40x, 100x,dan merk Yazumi, Komputer, Lemari LAF (Laminar Air Flow), Erlenmeyer 100, 250 dan 1000 ml, Pengaduk kaca, Gelas beker 250 ml, Kaca preparat, Propipet dan pipet ukur, Gelas ukur 100 ml, Blender, Pipet tetes, Pisau, Botol, Centrifuge, Tabung centrifuge, Bunsen, Korek, Timbangan analitik, Aluminium Foil, Jarum Ose, Kapas, Kasa, Gunting, Sendok,Ph dan TDS (Total Dissolved Solid) meter, Sonikator adapun bahan bahan yang digunakan yaitu yeast extract, MSG, Glukosa, Reef salt, Gula cair, Limbah Apel, Limbah Melon, Molasses, Aquades, Minyak imersi, Hcl 0,1 N, NAOH 5 N.

Tabel 1. Penggunaan bahan sumber nitrogen dan sumber karbon

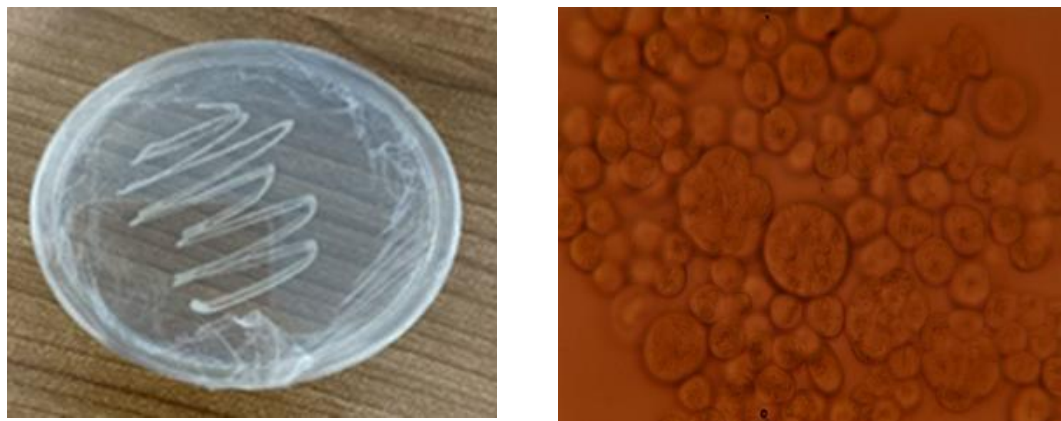
Variabel		Perbandingan Variabel			
Nitrogen	Karbon	Trial 1		Trial 2	
		Berat karbon (gr)	Gula Cair (gr)	Berat karbon (gr)	Gula cair (gr)
Yeast extract	Gula cair	37,5	-	37,5	12,5
	Molasses	37,5	-	37,5	12,5
	Limbah melon	37,5	-	37,5	12,5
	Limbah apel	37,5	-	37,5	12,5
	Air kelapa	37,5	-	37,5	12,5
MSG	Gula cair	37,5	-	37,5	12,5
	Molasses	37,5	-	37,5	12,5
	Limbah melon	37,5	-	37,5	12,5
	Limbah apel	37,5	-	37,5	12,5
	Air kelapa	37,5	-	37,5	12,5

Keterangan : Dalam skala pembuatan 500 ml *main culture* (MC)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Isolat Mikroalga

Gambar 2 merupakan kultur isolat murni hasil streaking dari sampel daun mangrove yang sudah di streaking. Pada Kultur yang ditunjukkan beralur teratur sesuai pola streaking yang dilakukan. Warna kultur isolat murni putih kekuningan.



Gambar 2. Isolat dan mikrograf sel mikroalga *Aurantiochytrium* yang digunakan.

2. Hasil Biomassa

Gambar 3 menampilkan biomassa yang sudah dipisahkan dari supernatannya. Biomassa basah yang dihasilkan rata-rata 50 gram per liter. Hasil ini sangat menjanjikan mengingat pada review penelitian sebelumnya yang menggunakan erlenmeyer flask selalu kurang dari 20 gram per liter (Suhendra et al., 2019). Secara organoleptis, biomassa yang dihasilkan berbau amis, berwarna putih kuning cerah dan sifat cairan agak kental.



Gambar 3. Hasil Biomassa Basah



Gambar 4. Hasil Supernatan

Tabel 2 menampilkan hasil biomassa basah pada beberapa jenis limbah organik. Dari tabel ditampilkan bahwa, limbah dari buah melon menghasilkan biomassa paling tinggi rata rata 113 gram/liter, sementara limbah lainnya masing-masing menghasilkan rata-rata 60 gram/ liter, 51 gram/liter, 30 gram/liter masing -masing-masing untuk limbah apel, molasses, dan air kelapa.

Tabel 2. Pengaruh Variabel Karbon dan Nitrogen terhadap Biomassa yang dihasilkan.

Variabel		Perbandingan Variabel			
Nitrogen	Karbon	Trial 1			Trial 2
		Berat Biomassa (gr)			Berat Biomassa (gr)
Yeast extract	Gula cair	-	-	-	-
	Molasses	-	-	-	23,130
	Limbah melon	53,185	14,266	28,167	28,557
	Limbah apel	7,532	11,898	-	34,560
	Air kelapa	-	-	-	4,202
MSG	Gula cair	-	-	-	-
	Molasses	-	-	-	28,563
	Limbah melon	30,966	80,317	187,110	35,087
	Limbah apel	72,684	13,888	21,892	55,812
	Air kelapa	-	-	-	26,200

KESIMPULAN

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa mikroalga *Aurantiochytrium* dapat dikembangkan dengan menggunakan bahan baku yang bersumber dari limbah organik buah-buahan. Dapat dibuktikan dengan banyaknya biomassa yang dihasilkan. Pengaruh dari nutrisi sumber karbon berupa gula cair dan sumber nitrogen MSG pada limbah buah dapat menghasilkan biomassa yang lebih banyak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini adalah bagian dari proyek Kedaireka tahun 2022 dari Dirjen Dikti dengan mitra PT. Pertamina Research and Technology Innovation. Karenanya, kami mengucapkan terimakasih atas bantuan hibah dana dan peralatan yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kairupan, Michele, D. (2019). Kata kunci *g*. *Kinabalu*, 11(2), 50–57.
- Nazir, Y., Halim, H., Al-Shorgani, N. K. N., Manikan, V., Hamid, A. A., & Song, Y. (2020). Efficient conversion of extracts from low-cost, rejected fruits for high-valued Docosahexaenoic acid production by *Aurantiochytrium* sp. SW1. *Algal Research*, 50(September), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.101977>
- Patel, A., Rova, U., Christakopoulos, P., & Matsakas, L. (2019). Simultaneous production of DHA and squalene from *Aurantiochytrium* sp. grown on forest biomass hydrolysates. *Biotechnology for Biofuels*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13068-019-1593-6>
- Suhendra, E., S., H., Z., & A, H. (2019). Kajian Singkat Rancang Bangun Pabrik Docohexanoic Acid dari Mikroalga Species *Aurantiochytrium* dari Hutan Bakau Indonesia. *Konversi*, 8(1), 33–44.

ANALISIS SIFAT FISIKO-KIMIA DAN TOTAL BAKTERI ASAM LAKTAT TEH KOMBUCHA DAUN MANGGA (*Mangifera indica L*) DENGAN VARIASI KONSENTRASI GULA DAN LAMA WAKTU FERMENTASI

Mega Mustika¹, Titisari Juwitaningtyas¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Ahmad Dahlan (UAD). Kampus 4 UAD, Jalan Ringroad Selatan, Bantul, DI Yogyakarta.

Abstrak

Kombucha merupakan suatu produk minuman hasil fermentasi larutan teh dan gula dengan menambahkan starter kombucha dan beberapa jenis khamir atau jamur kombucha (SCOBY). Daun mangga merupakan salah satu bagian dari pohon mangga yang dianggap limbah dan belum banyak dimanfaatkan. Daun mangga mengandung senyawa tanin, alkaloid, saponin, flavonoid, dan juga senyawa mangiferin yang dapat berperan sebagai antimikroba. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisikokimia dan jumlah bakteri asam laktat kombucha teh daun mangga. Penelitian ini menggunakan 2 faktor perlakuan dengan masing-masing level yaitu kadar gula (10%,20%,30%) dan lama waktu fermentasi (0 hari, 8 hari, 10 hari, dan 12 hari). Sampel dianalisis berdasarkan karakteristik fisik meliputi (uji kadar keasaman, viskositas, analisis derajat brix), kimia meliputi (aktivitas antioksidan), dan jumlah bakteri asam laktat. Data dianalisis dengan menggunakan Two Way Anova taraf signifikansi 5% dan uji lanjut Duncan. Hasil penelitian menunjukkan teh kombucha daun mangga mengandung kadar keasaman (pH) sebesar 2,32 sampai 3,11, kadar gula total (^obrix) didapatkan sebesar 15,67% sampai 19,43%, nilai viskositas sebesar 2,10 mPa's sampai 2,89 mPa's, nilai aktivitas antioksidan didapatkan sebesar 73,11 µg/ml hingga 60,98 µg/ml. Nilai BAL teh kombucha daun mangga ($<1 \times 10^3 - 5,9 \times 10^6$). Teh kombucha daun mangga dengan variasi konsentrasi gula dan lama waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar gula total (^oBrix), pH(keasaman), viskositas dan aktivitas antioksidan. Nilai bakteri asam laktat (BAL) masih memenuhi standar produk probiotik kecuali pada fermentasi hari ke-0.

Kata kunci : Teh kombucha, daun mangga, kadar gula, waktu fermentasi, bakteri asam laktat

PENDAHULUAN

Teh kombucha merupakan salah satu minuman tradisional yang sangat menarik, karena teh ini merupakan hasil fermentasi yang dilakukan oleh kultur simbiotik (Filippis *et al.*, 2018). Menurut (Henry Naland., 2003) dalam bukunya yang berjudul “Kombucha : teh dengan seribu khasiat”, di Indonesia teh kombucha telah dimanfaatkan sebagai minuman kesehatan sejak tahun 1930-an.

Manfaat yang dimiliki teh kombucha antara lain berkhasiat untuk membantu pencernaan, memberikan bantuan melawan radang sendi, bertindak sebagai pencahar, mencegah infeksi mikroba, memerangi stres dan kanker, memberikan bantuan melawan wasir, memberikan pengaruh positif pada kadar kolesterol, dan memfasilitasi ekskresi toksin serta pembersihan darah (Watawana,2015). Keistimewaan yang dimiliki oleh teh kombucha yang membuatnya berbeda dengan teh pada umumnya adalah karena proses pembuatan teh ini melalui proses fermentasi. Dalam aktivitas fermentasi tersebut, bakteri- bakteri bersimbiosis dengan ragi menghasilkan zat-zat yang bermanfaat bagi tubuh, diantaranya asam glukonat, asam kondroitin sulfat, asam hyaluronic, beberapa vitamin dan enzim

yang memiliki peran baik untuk tubuh. Bahan pembuatan teh kombucha kini telah berkembang dengan berbagai pengujian yang dilakukan, kemudian dikembangkan dengan berbagai jenis daun, salah satunya teh kombucha daun manga.

Produk kombucha daun mangga merupakan inovasi baru sebagai produk minuman fermentasi yang diharapkan mampu bersaing dalam industri produk olahan minuman di Indonesia. Kombucha merupakan jenis produk fermentasi yang terdiri atas larutan gula yang dicampur dengan *symbiotic culture of bacteria and yeast* (SCOBY) (Naland, 2008). Kombucha daun mangga dibuat dari seduhan daun mangga yang ditambahkan gula serta diberi SCOBY dengan tujuan agar proses fermentasi berjalan. Tanpa adanya gula sebagai sumber makanan dan simbiosis antara khamir (*yeast*) dan bakteri yang hidup pada medium maka proses fermentasi kombucha tidak akan terjadi dan tidak ada keistimewaan teh kombucha serai dibandingkan dengan jenis produk minuman seduhan lainnya

Pohon mangga hampir seluruhnya dapat dimanfaatkan, mulai dari getah, kulit batang, buah mangga yang masih muda hingga yang telah masak, dan daunnya. Daun mangga memiliki khasiat sebagai antimikroba, ekstrak dari daun mangga diketahui mengandung senyawa tanin, alkaloid, saponin, flavonoid, dan juga senyawa mangiferin (Khaerunnisa et al., 2015). Menurut data Produksi Tanaman Buah-buahan Tahun 2020, yang bersumber dari Badan Pusat statistik, produksi komoditas mangga di Indonesia adalah sebesar 2.898.588,00 ton/tahun 2020.

Menurut (Henry Naland., 2008) faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan fermentasi kombucha pada proses pembuatan antara lain yaitu SCOBY, gula, lingkungan (suhu). Lingkungan yang ideal untuk fermentasi adalah lingkungan udara dengan kadar oksigen yang rendah, bersuhu sekitar 20°C-30°C dengan kelembaban yang tidak begitu rendah. Selain itu, didukung dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Nurmala Sari, 2014) menyatakan dari hasil uji keasaman bahwa semakin lama fermentasi semakin tinggi pula tingkat keasaman kombucha yang dihasilkan. pH yang asam menjadi tempat pertumbuhan yang baik bagi Bakteri Asam Laktat (BAL) yang dapat membantu untuk kesehatan pencernaan.

Secara umum, bahan pangan yang sering digunakan untuk sumber energi mikroorganisme adalah glukosa. Gula yang digunakan berfungsi sebagai sumber rasa manis, selain itu gula juga digunakan sebagai sumber energi serta nutrisi yang baik untuk mikroorganisme. Semakin besar jumlah gula yang ditambahkan maka substrat yang tersedia bagi mikroorganisme semakin banyak dan pertumbuhannya semakin tinggi, sehingga kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi sukrosa dan bahan organik lainnya menjadi asam organik sehingga mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik dan optimal, hal ini sesuai dengan pendapat (Kustyawati et al., 2008) yang menyatakan jika *Acetobacter xylinum* dan *Saccharomyces cerevisiae* mengawali proses fermentasi dengan cara perombakan yang kemudian memecah glukosa dan fruktosa menjadi asam-asam organik secara terus-menerus hingga gula yang terdapat dalam larutan kombucha habis.

Berdasarkan latar belakang, dilakukan penelitian untuk menganalisis Sifat Fisiko-Kimia dan Total Bakteri Asam Laktat Teh Kombucha Daun Mangga (*Mangifera Indica L*) Dengan Variasi Konsentrasi Gula Dan Lama Waktu Fermentasi.

METODE PENELITIAN

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Two Way Anova (Analysis of Variance), Analisis data dilakukan setelah data penelitian terkumpul dari hasil pengujian pH, kadar gula total ($^{\circ}$ brix), viskositas, aktivitas antioksidan dan BAL. Data yang diperoleh diolah menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) dengan taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan pengaruh pada penambahan variasi komposisi gula terhadap pengujian aktivitas. Apabila terdapat pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan analisis uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan aplikasi *software* SPSS versi 15.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis keasaman (pH) teh kombucha daun mangga

pH adalah satuan ukuran yang menggambarkan keasaman atau kebasahan suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 hingga 14. Fermentasi membutuhkan pH optimal selama fermentasi, sehingga kontrol pH sangat penting. Perubahan pH sering terjadi selama fermentasi.

Tabel 1. Analisis keasaman (pH) teh kombucha selama fermentasi

Hari	Gula		
	10	20	30
0	$3,17 \pm 0,02^{d3}$	$3,13 \pm 0,02^{d2}$	$3,04 \pm 0,00^{d1}$
8	$2,64 \pm 0,01^{c3}$	$2,59 \pm 0,00^{c2}$	$2,41 \pm 0,00^{c1}$
10	$2,52 \pm 0,01^{b3}$	$2,42 \pm 0,02^{b2}$	$2,34 \pm 0,00^{b1}$
12	$2,43 \pm 0,02^{a3}$	$2,32 \pm 0,01^{a2}$	$2,21 \pm 0,02^{a1}$

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menyatakan hasil yang berbeda nyata pada taraf signifikansi ($p < \alpha 0,05$) sedangkan jika diikuti dengan huruf sama menyatakan hasil yang berbeda tidak nyata pada taraf signifikansi ($p > \alpha 0,05$) dan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan

Berdasarkan data yang telah diperoleh hasil uji lanjut Duncan pada Tabel diatas menyatakan bahwa variasi konsentrasi gula dan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap proses fermentasi teh kombucha daun mangga dimana hasil pengujian kadar pH berbeda signifikan. pH teh kombucha mengalami penurunan selama proses fermentasi berlangsung. Perubahan pH selama fermentasi dipengaruhi oleh substrat gula yang dihasilkan berupa alkohol dan asam organik. Semakin tinggi jumlah asam organik yang terkandung, semakin rendah pH larutan. Hal ini sesuai dengan Junior.,et al. (2009) penurunan pH selama proses fermentasi disebabkan oleh konversi dari sukrosa menjadi asam organik oleh bakteri dan khamir. Pembentukan asam organik merupakan hasil metabolisme bakteri pembentuk asam yang menurunkan pH media konsentrasi substrat gula yang dimasukkan juga mempengaruhi pH pada masing-masing perlakuan. Semakin tinggi jumlah gula terlarut, semakin rendah pH teh kombucha. Seperti yang dikemukakan oleh (Penfield Murdiyani, 2001), asam adalah substrat yang menyumbangkan ion hidrogen, dan basa menyumbangkan ion hidroksida.

Hasil penelitian pH diatas sesuai dengan penelitian terdahulu yang dilakukan Ningtyas (2015) yang menggunakan teh kombucha dari air rebusan jagung manis, menyatakan bahwa kadar total asam mengalami peningkatan hingga 6,4%. Penurunan pH mencapai 2,15. Dari hasil tersebut dapat

disimpulkan bahwa lama fermentasi teh kombucha dari air rebusan jagung manis berpengaruh meningkatkan total asam dan serta menurunkan pH medium dan total gula.

2. Analisis Kadar Gula Total Teh Kombucha Daun Mangga (^obrix)

Gula total adalah jumlah gula pereduksi dan non-pereduksi. Gula pereduksi adalah karbohidrat yang dapat mereduksi senyawa penerima elektron seperti glukosa dan fruktosa. Gula non pereduksi adalah senyawa karbohidrat yang tidak dapat direduksi oleh zat pengoksidasi.

Tabel 2. Analisis kadar gula teh kombucha selama fermentasi

Hari	^o brix) Gula		
	10	20	30
0	10,77 ± 0,41 ^{d1}	20,27 ± 0,05 ^{d2}	27,27 ± 0,05 ^{d3}
8	10,27 ± 0,05 ^{c1}	19,23 ± 0,05 ^{c2}	27,27 ± 0,05 ^{c3}
10	9,20 ± 0,17 ^{b1}	16,87 ± 0,50 ^{b2}	25,47 ± 0,53 ^{c3}
12	9,00 ± 0,00 ^{a1}	16,17 ± 0,77 ^{a2}	21,83 ± 0,47 ^{c3}

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menyatakan hasil yang berbeda nyata pada taraf signifikansi ($p < \alpha 0,05$) sedangkan jika diikuti dengan huruf sama menyatakan hasil yang berbeda tidak nyata pada taraf signifikansi ($p > \alpha 0,05$) dan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan

Berdasarkan data yang telah diperoleh hasil uji lanjut Duncan pada Tabel diatas menyatakan bahwa variasi konsentrasi gula dan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap proses fermentasi teh kombucha daun mangga dimana hasil pengujian kadar gula total berbeda signifikan. Proses fermentasi dimulai ketika kultur mengubah glukosa menjadi etanol dan CO₂, yang kemudian bereaksi dengan air membentuk asam karbonat.

Glukosa dibentuk oleh inversi sukrosa oleh ragi untuk menghasilkan glukosa dan fruktosa. Acetobacter, bakteri utama dalam kultur kombucha, mengoksidasi etanol menjadi asetaldehida dan kemudian menjadi asam asetat. Afinitas biokimia kedua bakteri Acetobacter adalah oksidasi glukosa untuk membentuk glukonat. Sukrosa dipecah menjadi glukosa dan fruktosa oleh ragi (Sutherland, 1972). Glukosa dan fruktosa kemudian terus menerus diurai menjadi asam organik dan alkohol sampai kadar gula dalam larutan kombucha habis. Oleh karena itu, keasaman yang dihasilkan terus meningkat seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi (Aditiwati dan Kusnadi, 2003).

Hasil analisis kadar gula total minuman serbuk kombucha berkisar antara 9,00-27,27 ^obrix maka telah memenuhi syarat mutu SNI minuman serbuk kombucha (SNI 01-4320- 1996) yaitu jumlah kadar gula (dihitung sebagai sakarosa) maksimal 85%. Menurut penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Astiti Wulandari (2018) mengalami penurunan kadar gula total pada kombucha teh hijau daun jati mengalami penurunan seiring dengan semakin lama waktu fermentasi. Gula yang digunakan pada pembuatan kombucha teh hijau daun jati tidak berfungsi sebagai pemanis melainkan sebagai sumber energi bagi mikrobia untuk tetap bertahan hidup melalui proses fermentasi dan respirasi. Penurunan kadar gula total ini juga terjadi karena mikrobia yang ada di dalam scoby teh kombucha daun jati mengalami fase pertumbuhan sehingga aktivitas mikrobia di dalam kombucha teh hijau daun jati juga tinggi dalam merombak gula yang ada.

3. Analisis Viskositas Teh Kombucha Daun Mangga

Viskositas adalah ukuran kekentalan suatu cairan atau fluida. Viskositas adalah sifat fluida yang berhubungan erat dengan hambatan aliran. Viskositas menentukan seberapa cepat cairan mengalir. Suatu larutan yang mudah mengalir memiliki viskositas yang rendah, dan larutan yang tidak mudah mengalir memiliki viskositas yang tinggi. Setiap zat memiliki kekentalan yang berbeda. Hal ini tergantung pada cairan atau konsentrasi zat terlarut dalam cairan (Atkins, 1996).

Tabel 3. Analisis viskositas teh kombucha selama fermentasi

Hari	(mPa's) Gula		
	10	20	30
0	$2,63 \pm 0,06^{d1}$	$2,87 \pm 0,06^{d2}$	$3,13 \pm 0,06^{d3}$
8	$1,97 \pm 0,32^{c1}$	$2,70 \pm 0,10^{c2}$	$3,00 \pm 0,00^{c3}$
10	$1,83 \pm 0,06^{b1}$	$2,03 \pm 0,05^{b2}$	$2,87 \pm 0,11^{b3}$
12	$1,73 \pm 0,06^{a1}$	$1,83 \pm 0,06^{a2}$	$2,73 \pm 0,06^{a3}$

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menyatakan hasil yang berbeda nyata pada taraf signifikansi ($p < \alpha 0,05$) sedangkan jika diikuti dengan huruf sama menyatakan hasil yang berbeda tidak nyata pada taraf signifikansi ($p > \alpha 0,05$) dan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan

Berdasarkan data yang telah diperoleh hasil uji lanjut Duncan pada Tabel diatas menyatakan bahwa variasi konsentrasi gula dan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap proses fermentasi teh kombucha daun mangga dimana hasil pengujian kadar viskositas berbeda signifikan. Penurunan viskositas juga disebabkan oleh penurunan kadar gula. Semakin rendah kadar gula, semakin rendah viskositas cairan. Hal ini sesuai dengan penelitian Lilis dan Iman (2022) yang menyatakan bahwa viskositas yang dihasilkan dari kombucha teh hitam dan teh hijau semakin menurun pada saat proses fermentasi. Kandungan gula selama proses fermentasi akan semakin menurun sehingga akan membuat aktivitas air semakin meningkat dan cairan menjadi encer. Penurunan pH selama proses fermentasi akan membuat larutan menjadi asam dan tingkat kekentalan larutan akan menurun (Purbat et al., 2018). Gianti dan Evanuarini (2011) juga menyatakan bahwa semakin rendah kadar gula maka semakin tinggi aktivitas airnya sehingga viskositas cairan semakin rendah, begitu pula sebaliknya.

4. Analisis Pengujian Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menetralkan radikal bebas sehingga mampu mencegah kerusakan akibat radikal bebas penyebab penyakit degeneratif seperti kardiovaskuler, karsinogenesis, dan sebagainya.

Tabel 4. Analisis pengujian aktivitas antioksidan teh kombucha selama fermentasi

Hari	(µg/ml) Gula		
	10	20	30
0	60,98 ± 1,8 ^{a2}	55,58 ± 1,7 ^{a2}	44,28 ± 11,7 ^{a1}
8	64,24 ± 2,4 ^{a2}	57,93 ± 1,9 ^{a2}	46,78 ± 11,7 ^{a1}
10	67,57 ± 2,7 ^{ab2}	61,61 ± 1,7 ^{ab2}	49,90 ± 11,7 ^{ab1}
12	73,11 ± 0,9 ^{b2}	68,19 ± 3,2 ^{b2}	54,54 ± 10,3 ^{b1}

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menyatakan hasil yang berbeda nyata pada taraf signifikansi ($p < \alpha 0,05$) sedangkan jika diikuti dengan huruf sama menyatakan hasil yang berbeda tidak nyata pada taraf signifikansi ($p > \alpha 0,05$) dan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan

Berdasarkan data yang telah diperoleh hasil uji lanjut Duncan pada Tabel diatas menyatakan bahwa variasi konsentrasi gula dan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap proses fermentasi teh kombucha daun mangga dimana hasil pengujian aktivitas antioksidan berbeda signifikan. Pengujian aktivitas antioksidan teh kombucha dilakukan menggunakan metode DPPH dengan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 515 nm menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dan senyawa pembanding sebagai kontrol positif.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Agustina et, al (2014) menyatakan bahwa peningkatan aktivitas antioksidan pada teh kombucha diakibatkan oleh hasil metabolisme mikroorganisme pada kombucha selama proses fermentasi (Goh et al, 2012). Mengonsumsi kombucha yang difermentasi terlalu lama juga dapat membahayakan bagi kesehatan sebab kandungan asam asetat yang tinggi di dalam kombucha dapat menyebabkan asidosis (Greenwalt et al, 2006). Mekanisme kerja senyawa antioksidan dengan mendonorkan atom hidrogen atau proton untuk melengkapi kekurangan elektron pada radikal bebas, sehingga menghambat terjadinya reaksi berantai 57 dari pembentukan radikal bebas, sehingga menjadikan senyawa radikal lebih stabil (Fitriana et al., 2015) dan (Setiawan et al., 2018).

5. Analisis Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri Asam Laktat (BAL) banyak digunakan dalam berbagai industri makanan dan minuman sebagai hasil suatu fermentasi. Mikroorganisme tersebut berperan dalam perubahan tekstur, aroma, warna dan kualitas produk fermentasi. Bakteri Asam Laktat (BAL) menjadi pilihan yang tepat karena sifatnya tidak toksik sehingga aman digunakan.

Tabel 5. Analisis bakteri asam laktat teh kombucha selama fermentasi

Hari	(cfu/ml) Gula		
	10	20	30
0	<1x10 ³ cfu/ml	<1x10 ³ cfu/ml	<1x10 ³ cfu/ml
8	1,3 x 10 ⁵ cfu/ml	4,8 x 10 ⁴ cfu/ml	3,4 x 10 ⁴ cfu/ml
10	2,4 x 10 ⁵ cfu/ml	2,5 x 10 ⁵ cfu/ml	9,6 x 10 ⁴ cfu/ml
12	5,9 x 10 ⁶ cfu/ml	2,3 x 10 ⁶ cfu/ml	1,6 x 10 ⁵ cfu/ml

Jumlah minimal strain probiotik yang ada dalam produk makanan adalah sebesar 10⁶ cfu/ml, dengan tujuan untuk mengimbangi kemungkinan penurunan jumlah bakteri probiotik pada saat berada

dalam jalur pencernaan. Jumlah total BAL masih termasuk dalam batasan kandungan probiotik yang dianjurkan dalam standar produk probiotik yaitu $10^5 - 10^9$ koloni/ml (Shah, 2007). Pada penelitian ini kultur bakteri yang digunakan sebagai starter adalah kultur campuran, yang terdiri dari *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Menurut (Nugraheny, 2004) penurunan jumlah BAL pada yoghurt yang menggunakan kultur campuran disebabkan karena kompetisi antar bakteri dan adanya senyawa berbeda yang dihasilkan sehingga menghambat bakteri satu sama lain yang ditumbuhkan secara bersamaan

Bakteri asam laktat adalah bakteri baik yang memfermentasi karbohidrat sebagai sumber energi dan menghasilkan asam laktat dalam jumlah besar. Secara keseluruhan, populasi mikroba menurun selama proses fermentasi. Hal ini disebabkan produksi keasaman yang sangat tinggi selama proses fermentasi, yang selanjutnya menurunkan pH medium. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba adalah pH lingkungan. PH optimum untuk pertumbuhan bakteri adalah antara 6,5 dan 7,5. Nilai pH minimum dan maksimum untuk pertumbuhan sebagian besar spesies bakteri adalah 4 dan 9.

Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri berhubungan dengan aktivitas enzimatik. Enzim diperlukan untuk pertumbuhan bakteri dan perannya adalah untuk mengkatalisis reaksi yang terkait dengan pertumbuhan bakteri. Jika pH lingkungan tidak optimal dan sesuai, kerja enzim ini terhambat, dan akhirnya pertumbuhan bakteri itu sendiri (Pelczar dan Chan, 1986). Pada proses fermentasi terjadi pemecahan senyawa kompleks seperti karbohidrat, protein dan lemak dengan bantuan mikroorganisme tertentu yang dapat menghasilkan asam organik, karbon dioksida, dan zat-zat lainnya. Proses fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat fisika dan kimia bahan pangan (Surono, 2004).

KESIMPULAN

Teh kombucha merupakan minuman fermentasi yang memiliki efek bagi kesehatan tubuh manusia dengan memiliki aktivitas biologis seperti antioksidan, antimikroba, antidiabetes, antikanker, hepatoprotektif dan anti inflamasi. Variasi konsentrasi gula dan lama waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar gula total ($^{\circ}$ Brix), Ph (keasaman), viskositas dan aktivitas antioksidan serta berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) teh kombucha daun mangga.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada ibu Titisari Juwitaningtyas atas segala bimbingan dan arahan yang telah diberikan selama proses penyusunan jurnal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiwati, P., dan Kusnadi., 2003, Kultur Campuran dan Faktor Lingkungan Mikroorganisme yang Berperan dalam Fermentasi Tea-Cider, PROC. ITB Sains dan Teknologi, 35 (2): 147-162.
- Atkins, P. W. (1996). Physical Chemistry (Kimia Fisik Jilid 2). Penerjemah: Irma Kartohadiprojo. Jakarta: Erlangga.

- Gianti, Ice dan Herly Evanuarini, 2011. Pengaruh Penambahan Gula Dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Fisik Susu Fermentasi
- Greenwalt C.J, R.A Ledford, and K.H Steinkraus.1998.Detoxification and Characterization of The Antimicrobial Activity of the Fermented Tea Kombucha.1998 <http://w3.trib.com/-kombu/FAQ/antibiotic.html>. Tanggal akses 15 Desember 2013
- Khaerunnisa, R.R., Priani, S.E., dan Lestari, P., 2015, Formulasi dan Uji Efektivitas Sediaan Gel Antiseptik Tangan Mengandung Ekstrak Etanol Daun Arummanis (*Mangifera Indica L.*), Prosiding Penelitian SPeSIA Unista, 55-561.
- Naland, H. 2008. Kombucha Teh Dengan Seribu Khasiat. Agromedia Pustaka. Jakarta, p. 2- 58.
- Nugroho, E. D., 2013. Pengaruh Kombucha Air Kelapa Terhadap Pertumbuhan Bakteri Salmonella Typi. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Jember.
- Nurmala Sari. A420100043. Program Studi Pendidikan Biologi, Skripsi, Surakarta: Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2014.
- Surono, I.S.2004. Probiotik Susu Fermentasi Dan Kesehatan''. Yayasan Pengusaha Makanan Dan Minuman Seluruh Indonesia. Jakarta
- Watawana, M. I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C. B., & Waisundara, V. Y. (2015). Health , Wellness , and Safety Aspects of the Consumption of Kombucha, 2015

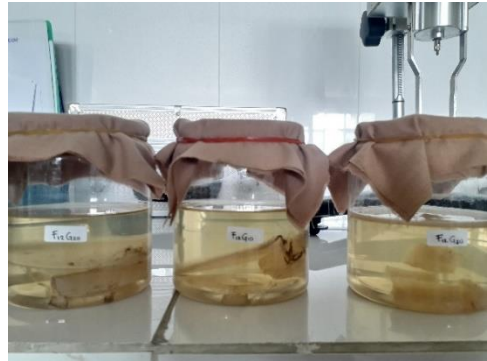
LAMPIRAN

A. Kombucha Teh Daun Mangga

FOG10%



FOG20%



FOG30%



RECYCLE LIMBAH MINYAK PELUMAS DENGAN ADSORBEN SILIKA DARI PASIR PANTAI

Siti Salamah¹, Maudy Cecilia¹, Mega Ninda Wijaya¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan (UAD). Kampus 4 UAD, Jalan Ringroad Selatan, Bantul, DI Yogyakarta.

Abstrak

Dengan berkembangnya industri otomatis, menimbulkan dampak limbah dari minyak pelumas. Berdasarkan data pada tahun 2018 ditemukan limbah minyak pelumas sekitar 800 juta liter oli pertahun. Limbah ini jika tidak diolah dengan baik, maka mengakibatkan pencemaran lingkungan, sehingga dalam penelitian ini dilakukan adsorpsi limbah minyak pelumas dengan menggunakan adsorben silika dari pasir pantai untuk mengetahui karakteristik limbah agar limbah pelumas tersebut bisa digunakan kembali. Pada penelitian ini, pembuatan adsorben silika dilakukan dengan proses refluks 100 gr pasir pantai menggunakan HCl 6 M pada suhu 90 °C selama 4 jam. Pasir disaring dan dicuci hingga filtrat bebas dari Cl⁻. Pasir dikeringkan pada temperatur 120°C selama 2 jam. Pasir tersebut direfluks dengan NaOH 6 M pada suhu 80°C selama 4 jam. Hasil refluks disaring. Filtrat yang diperoleh dicuci dan dinetralkan menggunakan HCl 6 M hingga mencapai pH 7 dan mendingkannya selama 24 jam. Hasil filtrat dipisahkan dan dikeringkan pada suhu 120 °C selama 5 jam. Hasil silika dianalisis *surface area* dan digunakan sebagai adsorben limbah dengan variabel berat adsorben silika dengan berat (10 dan 15 gram) juga waktu kontak silika dengan limbah 90 menit. Hasil penelitian dengan adsorben silika dari pasir pantai yang paling optimal pada variasi 90 menit dengan berat silika 10 gram. Uji karakteristik pelumas setelah diadsorpsi terjadi penurunan *viscosity kinematic at 40°C* sebesar 7% dan kenaikan pada *viscosity kinematic at 100°C* sebesar 1%, *viscosity index* sebesar 7% dan *flash point* sebesar 24%.

Kata kunci: Adsorpsi, limbah, minyak pelumas, pasir pantai, silika.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan ekonomi akan menyebabkan terjadinya peningkatan penggunaan kendaraan di Indonesia, salah satunya ialah kendaraan bermotor. Dengan demikian kendaraan bermotor tersebut perlu pergantian pelumas, pergantian pelumas ini akan menyebabkan adanya limbah sehingga limbah tersebut bila didiamkan terus menerus dan akan membuat lingkungan tercemar (Azteria, V., & Gani, RA, 2020).

Salah satu contoh limbah B3 ialah pelumas bekas, limbah B3 yang tidak diolah dan dibuang akan mengakibatkan kerusakan pada lingkungan, kesehatan manusia dan makhluk lainnya. Maka dari itu hasil limbah B3 yang tinggi ini diperlukan penanganan khusus (Ni'mah, L dkk., 2017).

Limbah pelumas bekas dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia seperti perindustrian, pertambangan, dan bengkel yang terdapat pada kota maupun pedesaan. Proses adsorpsi limbah pelumas merupakan salah satu cara untuk mengatasi limbah, yang tujuannya adalah untuk membersihkan minyak bekas dari logam dan kotoran lainnya, sehingga pelumas bekas menjadi mengkilap dan dapat digunakan kembali (Candra, A dkk., 2016).

Peraturan pemerintah tentang pengelolaan daur ulang pelumas bekas sudah ada, namun hanya diterapkan di sektor industri dan pabrik saja, tetapi dapat kita temui pada limbah rumah tangga juga bengkel besar atau kecil yang ada di desa maupun kota (Arditama dkk., 2019).

Sejalan dengan perkembangan zaman volume limbah minyak pelumas yaitu sekitar 465 juta liter pertahun akan terus meningkat seiring berkembangnya industri dan peningkatan jumlah kendaraan motor itu sendiri. Bengkel-bengkel kecil banyak dijumpai di pedesaan, dan salah satu limbahnya adalah limbah minyak pelumas ; bengkel-bengkel ini biasanya membuang limbah minyak pelumas ke lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa limbah minyak pelumas tersebar luas di Indonesia (Candra A., 2016).

Oli mineral adalah bahan paling umum dalam pelumas, yang digunakan baik di mesin maupun kendaraan. Karena pertumbuhan berbagai industri juga dapat meningkatkan jumlah pelumas yang digunakan, kebutuhan pelumas tahunan Indonesia juga terus meningkat. Bahkan hal ini dapat berkorelasi langsung dengan jumlah limbah pelumas yang dihasilkan. Jika tidak diolah lebih lanjut, limbah pelumas akan mengancam kelestarian lingkungan. Logam berat dan kotoran seperti abu, aspal, air, dan lainnya yang terbentuk di dalam mesin selama proses pelumasan terdapat pada pelumas bekas atau limbah. Adanya polutan dalam limbah salep salah satunya adalah logam berat yang bila dibuang ke iklim tanpa digunakan kembali akan merusak lingkungan, baik tanah maupun air karena sifatnya yang tidak dapat terurai secara hayati (Jodeh dkk, 2015).

Asam dan tanah liat dapat ditambahkan untuk mengolah pelumas bekas. Adsorpsi, pertukaran ion, dan pemisahan membran merupakan tiga metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan logam berat dari limbah. Karbon aktif, silika gel, alumina, zeolit, dan polimer adalah beberapa contoh adsorben yang dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam. Karena luas permukaan yang lebih besar, semakin besar penambahan adsorben, semakin besar penyisihan logam (Suprihatin, 2010).

Metode yang digunakan ialah adsorpsi, adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia adalah dua jenis adsorpsi. Oleh karena itu, adsorpsi fisik (dinding van der) akan terjadi jika adsorben dan permukaan adsorben berhubungan dengan gaya van der Waal. molekul yang dapat dibalik karena mereka teradsorpsi lemah di permukaan. Molekul yang teradsorpsi menutupi seluruh permukaan karena prosesnya tidak terjadi di lokasi tertentu. Adsorpsi menghasilkan panas yang relatif rendah, tepat di bawah 20 kcal/mol (Hasim, U. H., 2016 dan Pingak, R. K., Ahab, A. S., & Baunsele, S. D. (2019).

Salah satu sumber terpenting produksi silika adalah sekam padi, yang merupakan limbah umum, terutama di negara-negara agraris. Setelah pembakaran sempurna, sekam padi mengandung silika sebanyak 87%-97% berat kering. Silika sekam padi dapat diperoleh dengan mudah dan murah melalui ekstraksi alkali, yang didukung dengan jumlah yang melimpah (Handayani, P. A., dkk., 2014).

Selain itu, ampas tebu mengandung 55,5% hingga 70% silika. Kandungan silika dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan silika. Ampas tebu mengandung 23 sampai 35 persen hemiselulosa, 18 sampai 24 persen lignin, dan 40 sampai 50 persen selulosa. Silika dapat digunakan sebagai pengawet makanan (Wulandari & Dewi, 2018).

Pasir pantai merupakan bahan alam yang banyak memiliki fungsi, salah satunya ialah adsorben alami. Pasir pantai banyak mengandung komponen penting seperti silika, kandungan silika pada pasir pantai sangat tinggi (silika dioksida) digunakan sebagai adsorben, desikan, media filter, dan

komponen katalisator (Salamah, S., 2021). Tujuan dari penelitian ini antara lain untuk mengetahui karakteristik silika dari pasir pantai, mengetahui silika dari pasir pantai bisa dijadikan sebagai adsorben, dan mengetahui karakteristik limbah minyak pelumas setelah diadsorpsi. Manfaat yang bias didapatkan dari penelitian ini antara lain dapat menambah nilai ekonomi dari pasir pantai dan adsorben silika dari pasir pantai dapat memperbaiki karakteristik limbah pelumas.

METODE PENELITIAN

1. Alat dan bahan

Alat yang digunakan yaitu: Timbangan OHAUS SPX22210, Kertas saring whatmann, Stopwatch, pengaduk kaca, Statif, Screener, Indikaator PH, Hot plate magnetik stirrer Ci, Thermometer, Batang magnetik stirrer 4 cm, Pipet kaca, Gelas ukur, Pipet volume, Labu leher tiga, Pendingin lurus, Gelas beker 250 & 1000 ml, Cawan Porslen. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu: Limbah Pelumas bekas, Pasir Parangtritis, Aquades Bratachem, Perak(III) Nitrat(AgNO_3) Merck, NaOH 6 M PA Merck, HCl 6 M Merck.

2. Prosedur Penelitian

1. Preparasi silika dari pasir pantai

Pasir pantai sebanyak 5 kg dibersihkan dan diayak dengan ukuran 100 mesh. Pasir dicuci dengan aquades untuk membersihkan dari ion Cl. Mengeringkan pasir pantai pada suhu 120 °C selama 2 jam. Pada penelitian ini, pembuatan adsorben silika dilakukan dengan proses refluks 100 gr pasir pantai menggunakan HCl 6 M pada suhu 90 °C selama 4 jam dengan kecepatan putaran pengaduk 300 rpm. Pasir disaring dan dicuci hingga filtrat bebas dari Cl dengan mereaksikan filtrat dengan AgNO_3 . Pasir dikeringkan pada temperatur 120°C selama 2 jam. Pasir tersebut direfluk kembali dengan NaOH 6 M pada suhu 80°C selama 4 jam. Hasil refluks disaring dan filtrat yang diperoleh dinetralkan menggunakan HCl 6 M hingga mencapai pH 7 hingga terbentuk koloid beerwarna putih dan mendiampkannya selama 24 jam. Natrium silikat yang terbentuk disaring dan di cuci hingga filtrat bebas dari ion Cl. Silika dikeringkan pada suhu 120 °C selama 5 jam. Silika yang terbentuk dianalisis *surface area* di lab. kimia fisika departement kimia FMIPA UGM dan uji aktivitasnya digunakan sebagai adsorben limbah dengan variabel berupa adsorben silika dengan berat (10 dan 15 gram) juga waktu kontak silika dengan limbah 90 menit.

2. Preparasi adsorpsi limbah minyak pelumas dengan silika

Menimbang adsorben dengan berat 10 gram, dan mengukur volume limbah pelumas 500 ml. Adosrben dimasukkan ke limbah pelumas dan diaduk dengan menggunakan *stirrer magnetic* selama 90 menit. Mengukur volume larutan yang telah diadsorpsi. Mengulangi langkah tersebut dengan variaebl berbeda 15 gram. Limbah pelumas yang telah dikontakan dengan silika diuji karakteristiknya di Laboratorium Gas dan minyak Bumi Teknik Kimia Fakultas Teknik UGM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil pengujian *surface area* silika yang terbuat dari pasir pantai. Silika tersebut akan digunakan sebagai adsorben terhadap limbah minyak pelumas. Berikut hasil uji yang diperoleh terdapat dalam tabel 1 :

Tabel 1. Hasil Uji Surface Area Analyzer

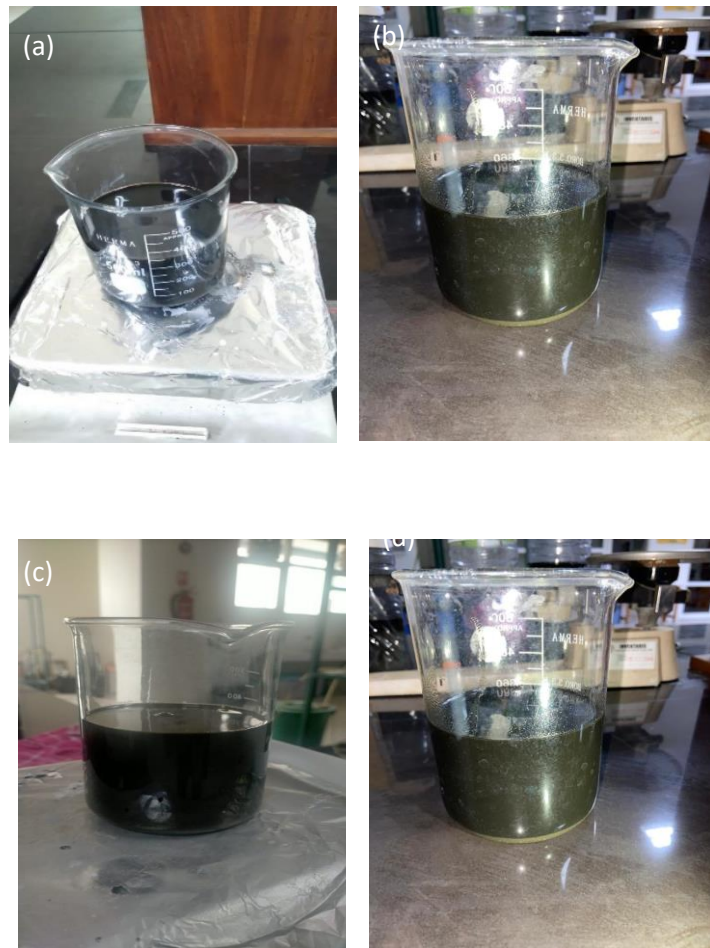
Sampel	Luas area permukaan (m²/g)	Volume total pori(cc/g)	Diameter rata-rata pori (mm)
Silica (S)	20.6	0.156	5,6

Dari tabel di atas dilihat bahwa hasil luas area permukaan silika yang didapatkan lebih kecil jika dibandingkan dengan silika standar yaitu 54,43 m²/g. Hal ini dipengaruhi kemungkinan oleh faktor silika yang terbuat dari pasir pantai masih memiliki zat pengotor yang tersusun atas kandungan silika (SiO₂) yang tinggi yaitu 54,24 wt.%, dengan kandungan Ca yang relatif minimal 15,47 wt.% dan Fe 19,37 wt.% (Salamah, S., dkk. 2021).

Menurut Salamah dkk. (2022) hasil analisis volume pori silika yang diperoleh lebih besar jika dibandingkan dengan silika standar yaitu 0,006 cc/g. Hal ini disebabkan oleh kecepatan putaran yang lebih tinggi akan memberikan pengaruh secara signifikan sementara sifat porositas yang lebih tinggi pada volume pori.

Dari hasil pengujian didapatkan hasil diameter pori silika yang lebih besar jika dibandingkan dengan silika standar yaitu 3,13 nm. Hal ini dipengaruhi oleh peningkatan diameter pori ruang antara lapisan bidang kisi kristal, yang meningkatkan jarak antara bidang kisi kristal dan menyebabkan peningkatan diameter pori (Salamah, S., dkk . 2022).

Silika yang terbuat dari pasir pantai akan digunakan sebagai adsorben terhadap limbah minyak pelumas dengan proses adsorpsi. Adsorpsi adalah peristiwa pengikatan molekul dalam fluida ke permukaan padatan, molekul akan terakumulasi pada batas muka padatan – fluida. Proses adsorpsi dilakukan dengan variable massa 10 gram dan 15 gram dalam waktu 90 menit. Hasil adsorpsi terdapat dalam gambar 1 berikut ini .



Gambar 2. Pelumas bekas dengan massa adsorben 10gram (a) sebelum diadsorpsi dan (b) sesudah diadsorpsi. Pelumas bekas dengan massa adsorben 15gram (c) sebelum diadsorpsi dan (d) sesudah diadsorpsi.

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa hasil pelumas bekas sebelum dan sesudah diadsorpsi terjadi perubahan warna, pelumas sebelum diadsorpsi memiliki warna hitam yang sangat pekat sedangkan pelumas setelah diadsorpsi memiliki warna hitam yang sudah tidak pekat. Dilakukan uji karakteristik limbah minyak pelumas untuk mengetahui perubahan yang terjadi setelah diadsorpsi, Hasil yang diperoleh terdapat pada tabel 2 berikut :

Pada tabel di atas dapat dilihat hasil uji *kinematic viscosity at 40°C* yang lebih besar jika dibandingkan dengan pelumas standar, tetapi sudah terjadi penurunan sebesar 7%. Penurunan yang terjadi belum optimal, karena perubahan temperatur dan tekanan mempengaruhi viskositas pelumas, semakin tinggi temperatur pelumas maka viskositas semakin menurun, dan sebaliknya semakin rendah temperatur pelumas maka viskositas semakin meningkat (Alirejo, M. S., dkk., 2018).

Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik Limbah Minyak Pelumas

No	jenis pemeriksaan	satuan	Hasil pemeriksaan <i>Crude Oil</i>			Metode Pemeriksaan	Standar Pelumas
			oli sebelum diadsorpsi	10 gram	15 gram		
1.	kinematic viscosity at 40°C	mm ² /s	52.97	49.40	49.54	ASTM D445	28.8-35.5
2.	kinematic viscosity at 100°C	mm ² /s	8.229	8.237	8.281	ASTM D 445	11.96
3.	viscosity index	-	121.5	130.0	130.0	ASTM D 2270	152
4.	pour point	°C	< -33	< -33	< -33	ASTM D97	-21
5.	flash point	°C	146.5	181.0	161.0	ASTM D 92	200

Uji karakteristik memperoleh nilai *kinematic viscosity at 100°C* lebih kecil dari standar, terjadi kenaikan sebesar 1%. Kenaikan yang terjadi belum optimal, hal ini disebabkan oleh pelumas bekas memiliki nilai konsistensi yang cukup rendah, hal ini disebabkan oleh debasement panas dan oksidasi yang menyebabkan putusnya rantai karbon serta adanya racun seperti air, logam, penumpukan karbon, puing-puing, gom, lumpur dan noda. sehingga minyak menjadi encer yang mengakibatkan penurunan nilai ketebalan kinematis dari salep tersebut (Da Cunha, T. M., dkk., 2022 dan Siskayanti, R., & Kosim, ME (2018)).

Dari hasil pengujian didapatkan hasil *viscosity index* yang lebih kecil jika dibandingkan dengan standar, tetapi sudah terjadi kenaikan sebesar 7%. Kenaikan yang terjadi belum optimal, hal ini disebabkan oleh Suhu, konsentrasi larutan, berat molekul terlarut, dan tekanan semuanya berdampak pada viskositas. Dengan demikian, suhu memiliki efek berlawanan pada viskositas. Viskositas akan menurun saat suhu naik, dan sebaliknya (Lumbantoruan, P., & Erislah, E. 2016).

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa hasil *pour point* yang didapatkan lebih kecil jika dibandingkan dengan standar. Kenaikan yang terjadi belum optimal, hal ini dipengaruhi oleh Inti naften dan aromatik, yang disusun dalam kelompok hingga enam cincin, merupakan komponen utama yang membentuk molekul minyak pelumas. Menurut Afriana, D., & Dhamayanthie, I. (2018) semakin banyak rantai parafin dan semakin panjang pula rantai parafin yang dapat diikat pada kelompok cincin ini makin rendah titik tuangnya .

Hasil nilai *flash point* yang ada pada tabel didapatkan lebih kecil dari standar, tetapi sudah terjadi kenaikan sebesar 24%. Kenaikan yang terjadi belum optimal, hal ini dipengaruhi oleh viskositas minyak tersebut rendah maka titik flash point rendah karena minyak tersebut encer (Masfitra, E., 2021).

Hasil yang optimal terdapat pada variasi massa 10 gram dengan waktu 90 menit karena lebih mendekati pelumas standar, jika dibandingkan dengan variasi massa 15 gram dengan waktu 90 menit. Hal ini disebabkan oleh adsorben yang telah jenuh, sehingga telah terjadi penurunan penyerapan oleh adsorben. Adsorben yang telah mencapai titik jenuh tidak mampu menyerap ion logam yang ada pada

limbah pelumas. Bila adsorben ini mendekati jenuh terhadap adsorbat ada dua hal yang terjadi yaitu terbentuknya lapisan adsorpsi kedua dengan adanya lapisan adsorpsi yang terikat di permukaan (adsorpsi multilayer) dan adsorbat yang belum berdifusi keluar pori sehingga kembali pada arus fluida (Nur'aeni, D., dkk., 2017).

KESIMPULAN

1. Silika yang terbuat dari pasir pantai memiliki luas permukaan sebesar 20.6 m²/g, volume pori sebesar 0.156 cc/g dan diameter pori sebesar 5,6 nm.
2. Silika dapat digunakan sebagai adsorben terhadap limbah minyak pelumas, hasil yang optimal terdapat pada massa 10 gram dengan waktu 90 menit.
3. Karakteristik limbah minyak pelumas sesudah di adsorpsi mempunyai nilai *kinematic viscosity at 40°C* yaitu 49,40 mm²/s, *kinematic viscosity at 100°C* yaitu 8,237 mm²/s, *viscosity index* yaitu 130, *pour point* <-33°C dan *flash point* 181°C.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima Kasih kepada LPPM UAD yang telah membantu dana penelitian ini dengan surat kontrak Nomor : PD-013/SP3/LPPM-UADVII/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Azteria, V., & Gani, RA (2020). Pengelolaan Limbah Minyak Pelumas Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran Lingkungan. *Biolink. Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan* , 6 (2), 178-185.
- Ni'mah, L., Fyanidah, F., & Maulana, M. D. (2017). Pengolahan Limbah Minyak Pelumas dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 4(1), 21-26.
- Candra, A., Sulastry, T., & Anwar, M. (2016). Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Kontak pada Adsorpsi Arang Aktif Terhadap Viskositas Oli (Minyak Pelumas) Bekas. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*, 17(1), 27-33.
- Ardiatma, D., & Ariyanto, A. (2019). Kajian sistem pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun di pt. Tokai rubber auto hose indonesia. *Jurnal Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan*, 6(02), 7-20.
- Jodeh, S., Odeh R., Sawalha M., Obeid, A.A., Salghi R., Hammouti B., Radi S., Warad, I. 2015. Adsorption of Lead and Zinc from Used Lubricant Oil Using Agricultural Soil: Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Studies. *J. Mater. Environ. Sci.*, 6 (2).
- Suprihatin, Indrasti, N.S. 2010. Penyisihan Logam Berat Dari Limbah Cair Laboratorium Dengan Metode Presipitasi Dan Adsorpsi. *Makara, Sains*. 14(1). P: 44-50.
- Hasyim, U. H., Ningrum, D. A., & Apriliani, E. (2017). Kajian Model Keseimbangan Adsorpsi Logam Pada Limbah Pelumas Bekas Menggunakan Bentonit. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta*, P:2407-1846.
- Pingak, R. K., Ahab, A. S., & Baunsele, S. D. (2019). Pemurnian silika dari pasir tablolong menggunakan metode ekstraksi sederhana. *Jurnal Saintek* , 4(1), 123-126.

- Handayani, P. A., Nurjanah, E., & Rengga, W. D. P. 2014. Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2), 55-59.
- Wulandari, W. T., & Dewi, R. 2018. Selulosa Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Pada Minyak Bekas Penggorengan Kovalen. *Jurnal Riset Kimia*, 4(3), 332-339.
- Salamah, S., Trisunaryanti, W., Kartini, I., & Purwono, S. (2021). Synthesis and characterization of mesoporous silica from beach sands as silica source. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1053, No. 1, p. 012027).
- Salamah, S., Trisunaryanti, W., Kartini, I., & Purwono, S. 2022. Synthesis of Mesoporous Silica from Beach Sand by Sol-Gel Method as a Ni Supported Catalyst for Hydrocracking of Waste Cooking Oil. *Indonesian Journal of Chemistry*.
- Alirejo, M. S., Daging, I. K., Martin, M., Basino, B., & Siahaan, J. P. (2018). Kajian Penerapan Viskositas Minyak Pelumas pada Mesin Penggerak Utama Kapal Perikanan di PT. Hasil Laut Sejati. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1(1), 30-37.
- Da Cunha, T. M., Fone, M. Y., Tawa, B. D., & Ola, A. R. (2022). Karakteristik Pelumas Bekas Hasil Adsorpsi Menggunakan Arang Batang Kesambi (*Schleichera oleosa*) dan Zeolit Alam Ende Teraktivasi H₃PO₄. *Chemistry Notes*, 3(1), 1-11.
- Siskayanti, R., & Kosim, ME (2018). Analisis pengaruh bahan dasar terhadap indeks viskositas pelumas berbagai kekentalan. *Jurnal Rekayasa Proses*, 11 (2), 94-100.
- Lumbantoruan, P., & Erislah, E. (2016). Pengaruh suhu terhadap viskositas minyak pelumas (oli). *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 13(2).
- Afriana, D., & Dhamayanthie, I. (2018). Analisa Fraksi Gasoil Berdasarkan Uji Sifat Fisika. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, (2).
- Masfitra, E. (2021). Pengujian Bahan Bakar Minyak (BBM) Alternatif Dari Pirolisis Limbah Plastik Jenis Pp (Polypropylene). *ENOTEK: Jurnal Energi dan Inovasi Teknologi*, 1(01), 6-10.
- Nur'aeni, D., Hadisantoso, E. P., & Suhendar, D. 2017. Adsorpsi Ion Logam Mn²⁺ dan Cu²⁺ Oleh Silika Gel dari Abu Ampas Tebu. *al-Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 4(2), 70-80.

Seminar Nasional Rekayasa Hayati, Universitas Ahmad Dahlan

Pertamina Transition towards Green Energy Company

Irika Devi Anggraini, S.Si, M.T

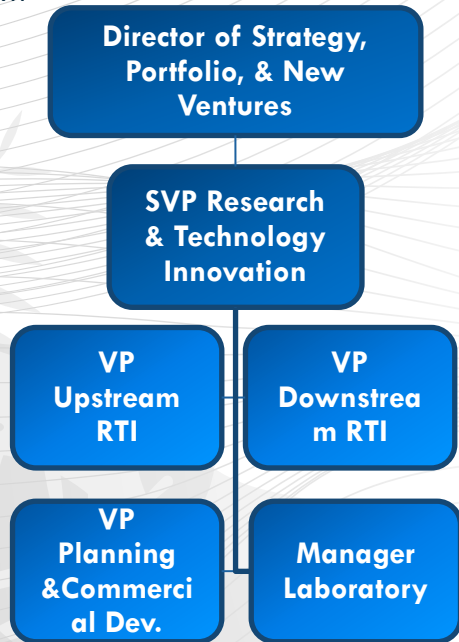
RESEARCH & TECHNOLOGY INNOVATION
Directorate of Strategy, Portfolio &
New Venture Directorate
Jakarta, 28 Desember 2022

Profile of Research & Technology Innovation (RTI)



Organization structure

SVP Research & Technology Innovation is placed under Dir of Strategy, Portfolio, & New Ventures. There're 3 VP (URTI, DRTI, PCD) dan 1 Manager Lab is placed directly placed under SVP RTI



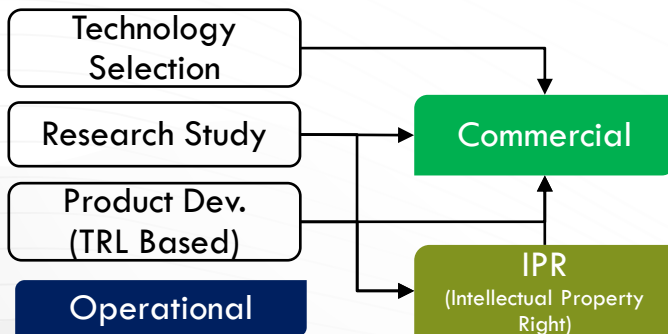
RTI mission

To support existing Pertamina main business & creating new ventures in the future



RTI Business Process

Research & Technology Innovation were focused on commercialization of the Product & Patents to enhance Pertamina Value Creation



Source: Blueprint RTI; internal RTI Data

Research Area & Category of RTI

Focused on 6 research area which's divided into 29 research category

AREA	RESEARCH CATEGORY
Upstream	1 Exploration
	2 Development
	3 Drilling
	4 Primary & secondary recovery
	5 EOR
	6 Production
	7 Reservoir mgmt.
	8 Operations
	9 Facility management
Refining	10 Abandonment & site restoration
	11 Geothermal
	12 Primary process development
	13 Secondary process development
	14 Tertiary process development ¹
Petrochemical & non fuel	15 Material & chemical, incl. catalyst tech.
	16 Fuel quality
	17 Olefin & polymer
	18 Aromatics
NRE	19 Specialty products
	20 Lube base oil
	21 Biofuel
	22 Battery & energy storage
Gas & LNG	23 Solar
	24 Coal conversion technology/ product
	25 Gas in downstream (residential, transport)
	26 Waste management and utilization ²
	27 Energy management
Digital	28 Gas quality
	29 Mini LNG
	30 Digital in upstream
	31 Digital in downstream

Pertamina Research & Technology Innovation Achievements

Since established in 2017 (Previously R&D 1973), RTI has resources, capability, and system to drive Pertamina in Innovation and has been succeed in getting some achievement/award in various field of innovation

Has a footprint in research development from laboratory scale to industrial scale, by establishing catalyts manufacturer in 2021. As well as developing green energy through **Bio-hydrocarbon Demo-plant** and **CCUS Development**



Have **19*** **Granted Patents** and received the WIPO award as the BUMN with the highest number of patents in 2018, received GATRA awards in the field of technology in 2021

**) in 2022 has increased to 36 Granted Patent*

Has carried out **>200 innovation** activities and contributed an innovation value of **23.1 million USD** in 2020



has laboratory facilities for Upstream, Downstream & NRE which has recieved Laboratory Testing Certificate ISO 17025: 2017 from KAN (National Committee Accreditation) for 202 parameter in 25 commodity

Has more than **30 research collaborations** with International institutions, Energy Companies, Government Institutions and Universities from within and outside the country



Has **digital system** in controlling process business innovation, Human Resources, & knowledge management

Actively involved in national strategic projects for the implementation of new technologies/businesses such as **DME, batteries and green energy (bio-hydrocarbons, etc.)**.



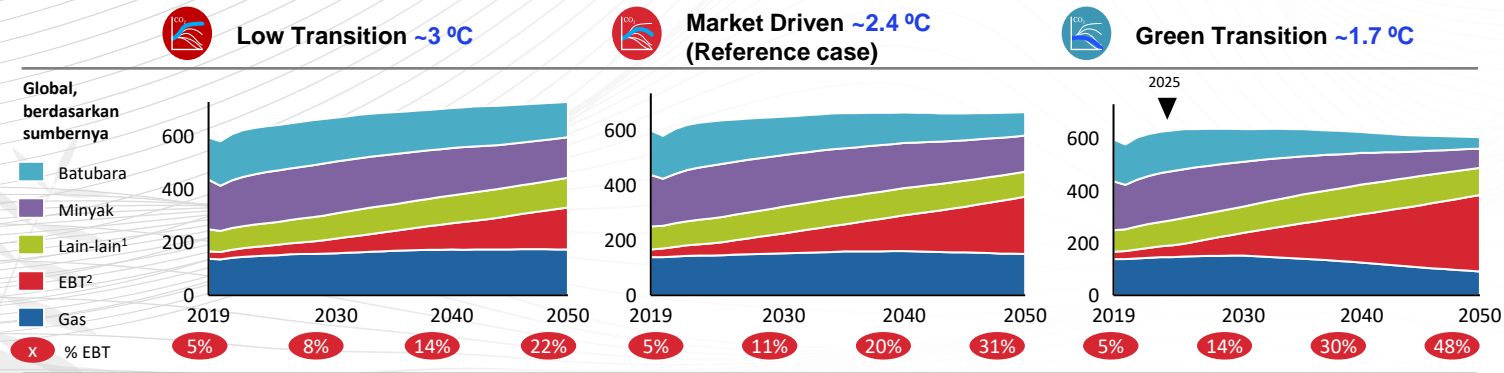
In parallel for enhancing the existing business performance, RTI also contribute for increasing **NRE implementation** to meet government mandate in creating 23% of NRE in 2025

Source: Publication, Report, RTI News

Tren Global dan Target Nasional dalam Pengembangan Bisnis Berbasis NRE

Pengembangan Bisnis berbasis NRE merupakan jawaban atas tantangan dalam menghadapi tren transisi energi dan mendukung komitmen NZE nasional dan global.

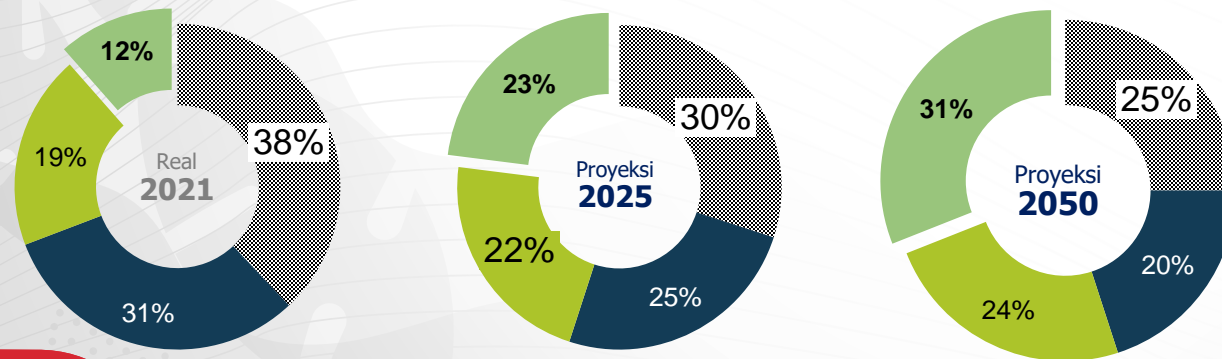
Secara global, permintaan energi terbarukan diperkirakan akan mencapai 11% pada tahun 2030 dan 31% pada tahun 2050 berdasarkan skenario *market driven*.



1. termasuk bioenergy dan nuklir | 2. termasuk hidro, solar, angin, geothermal dan tidal

Grand Strategi Energi Nasional – Pencapaian (2021) & Target (2025 & 2050)

Kebutuhan energy Indonesia diproyeksikan akan meningkat 2.1% per tahun sampai tahun 2050



Realisasi EBT meningkat dari 5% di tahun 2015 menjadi 12% di tahun 2021

■ Batubara ■ Minyak ■ Gas ■ Energi Baru Terbarukan

Ketegangan geopolitik di Eropa telah mengakibatkan pergeseran menuju ketahanan energi, meskipun harga CO₂ meningkat

- Negara-negara di Eropa menargetkan 80% porsi energi terbarukan di 2030 untuk mengurangi ketergantungan gas.
- Beberapa negara mempercepat rencana energi terbarukan dalam jangka pendek untuk fokus pada ketahanan energi (termasuk Eropa, AS, dan Jepang)
- Kenaikan harga gas dan minyak berpotensi menurunkan permintaan.

Pertamina berperan dalam transisi energi dengan berekspansi ke bahan bakar non-hidrokarbon (EBT) dan mengadopsi teknologi dekarbonisasi untuk mewujudkan target NDC dan NZE Indonesia



Pengembangan Bisnis NRE dan Upaya Dekarbonisasi di Pertamina

- Indonesia menyusun komitmen penurunan emisi gas rumah kaca terbaru sesuai dengan pengajuan **Enhanced Nationally Determined Contribution (NDC)** ke Sekretariat UNFCCC tanggal 23 September 2022 dengan **target penurunan sebesar 31.89% dengan upaya sendiri (semula 29%)**, dan mencapai **43,20% (semula 41%) dengan dukungan internasional**.
- Saat ini **sektor energi** merupakan sektor penghasil emisi terbesar kedua dan diproyeksikan akan menjadi **penghasil emisi terbesar di 2030**
- Sektor energi** diharapkan dapat menjadi **kontributor penurunan emisi terbesar kedua (setelah sektor FOLU) di 2030**



Geothermal

Pengembangan kapasitas menjadi 1.128 MW di tahun 2026



Hydrogen

- Pengembangan **Green Hydrogen** dari Panas Bumi, Solar PV, Ammonia, dan Hydro
- Pengembangan **Grey Hydrogen** di Kilang existing Pertamina



EV Battery dan ESS

- Pertamina berpartisipasi dalam **Indonesia Battery Company** dengan BUMN lainnya untuk meningkatkan kapasitas produksi baterai menjadi 140 GWh di tahun 2029
- Pengembangan **2W EV**
- Pengembangan **EV Battery Ecosystem (2W & 4W)** termasuk pengembangan SPKLU, *battery swapping* dan *charging*.



Gasifikasi

- Program gasifikasi untuk mengkonversi BBM menjadi gas bumi yang lebih ramah lingkungan di Pembangkit Listrik milik PLN, Kilang Cilacap & Balikpapan, dan Smelter bekerja sama dengan holding pertambangan.
- Program gasifikasi ke power untuk keperluan internal, eksternal Pertamina, dan IPP.



Solar, Wind, & Hydro

- Melakukan penambahan kapasitas terpasang melalui penembangan proyek dan M&A untuk replacement konsumsi energi fosil own use (own consumption) dalam rangka mengurangi emisi carbon.



Coal to DME

- Implementasi Proyek Coal to DME di Tanjung Enim dengan kapasitas produksi 1,4 Juta ton DME per tahun



Bio-Energy

- Pengembangan **Green Refinery** di Kilang Cilacap, Plaju dan Dumai
- Bio-blending** gasoil dan gasoline
- Penambahan kapasitas pembangkit dari Bio-mass dan Bio-gas dari beberapa feedstock.
- Riset dan pilot project untuk memproduksi biofuel.



Inisiatif Penurunan Emisi & Program Decarbonization lainnya

- Carbon Market di Internal Pertamina dan Kementerian BUMN serta Green Data Center
- Program pengurangan emisi: utilisasi flare gas, energy efficiency, fuel gasification, dan Nature Based Solution bekerja sama dengan BUMN lainnya



Carbon Capture, Utilization & Storage

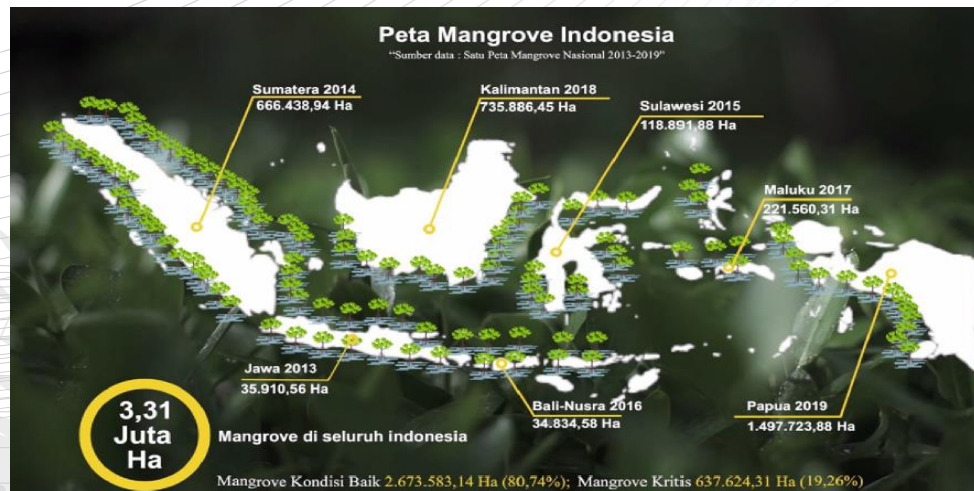
Implementasi dan pengembangan CCUS bekerja sama dengan perusahaan dan institusi dunia.

CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY.

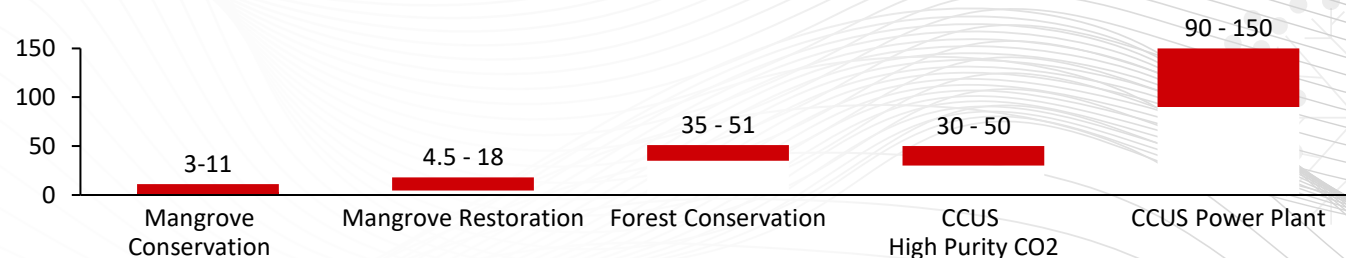
Any use of this material without specific permission of PT Pertamina is strictly prohibited. Should not be reproduced or redistributed to any other person.

Decarbonization Effort to Utilize Local Renewable Sources and Nature-Based Solution

Indonesian Mangrove Map



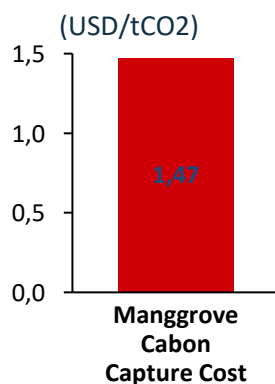
Carbon Mangrove vs CCUS (USD/tCO₂) Offset Cost



- Indonesia has the largest mangrove area (21% globally) in the world, namely 3.49 million Ha, where this land area has been degraded over the years to 3.31 million Ha (2013-2019)
- 80.7% (2.67 million Ha) of Indonesian Mangroves are in good condition, while 19.3% (637 thousand Ha) are in critical condition.
- Cost of carbon offsets with Nature-Based Solution (NBS) seen as the most competitive option compared to CO₂ offsets using CCUS

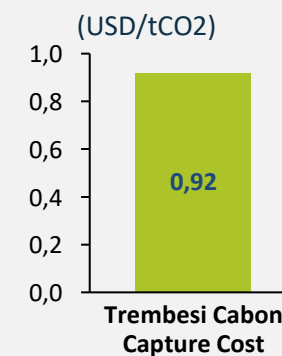
Preliminary Calculation of Mangrove Carbon Cost

Parameter	Unit Cost
CO ₂ Absorption Capacity	264 ton CO ₂ / ha
Planting Target	9,000 trees
Investment Cost	~ 50 M Rupiah



Preliminary Calculation of Trembesi Carbon Cost

Parameter	Unit Cost
CO ₂ Absorption Capacity	28.4 ton CO ₂ / tree
Planting Target	25,000 trees
Investment Cost	~ 9 M Rupiah



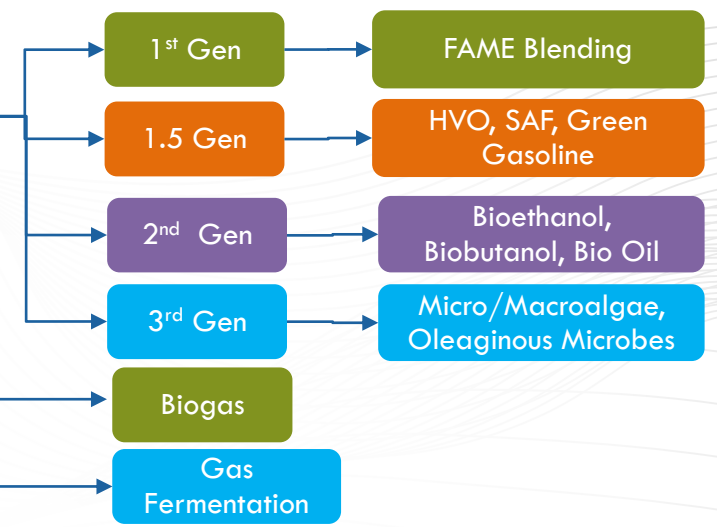
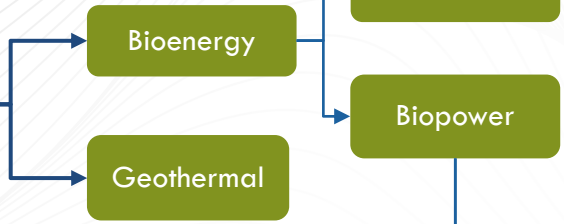
RTI Projects in New & Renewable Energy Sector



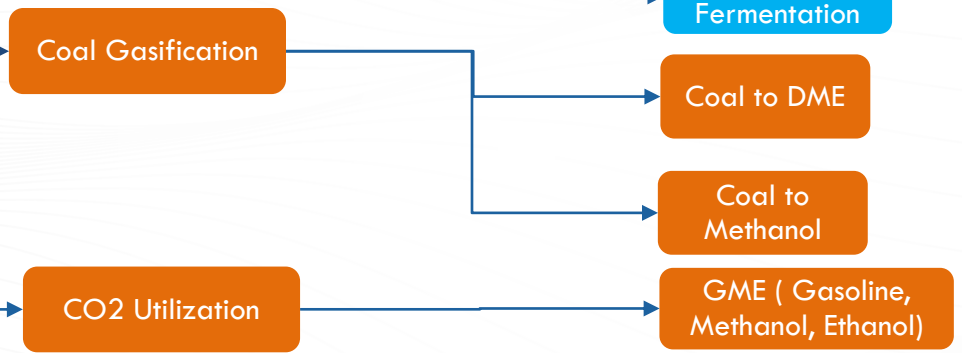
NRE & Low Carbon Projects



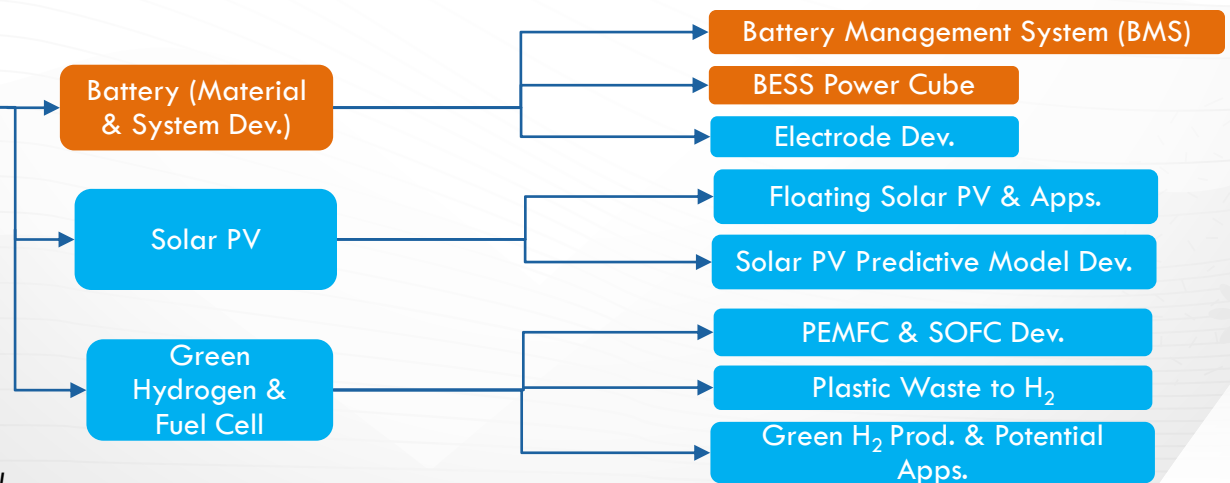
Renewable Energy



New Energy



Power & Development Storage Management



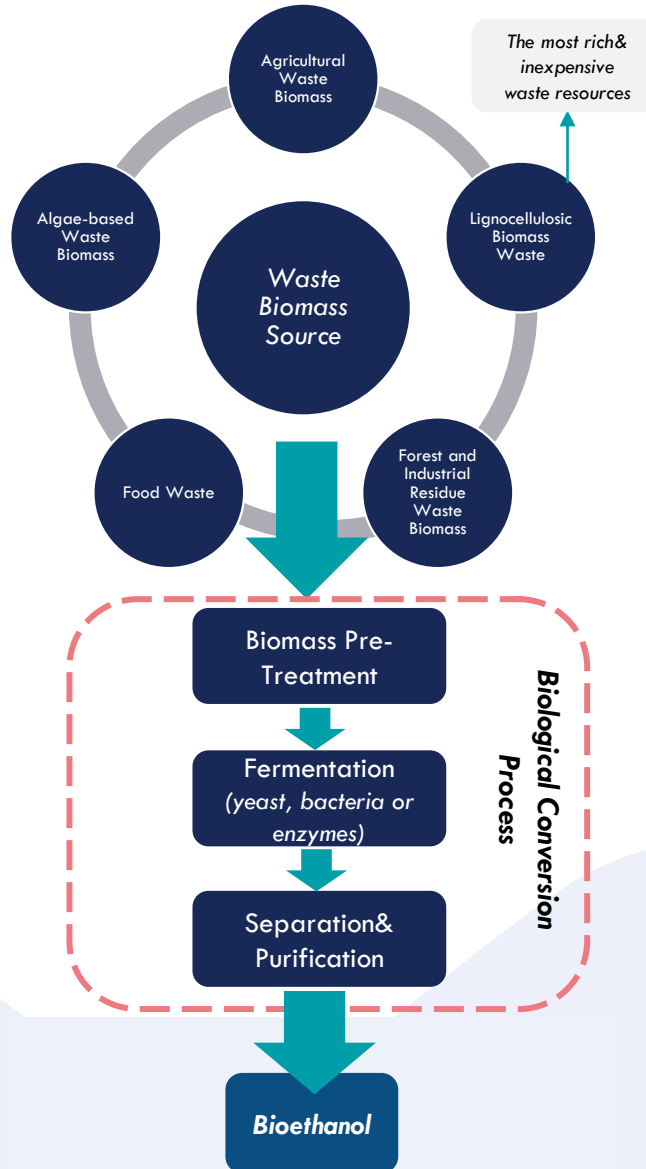
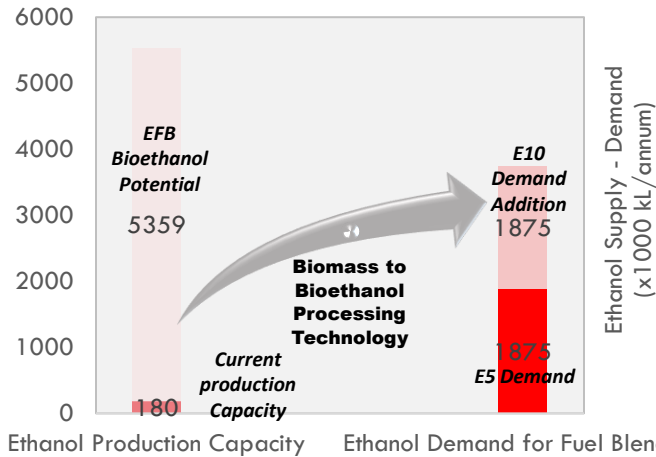
- Revenue Enhancement/commercial
- precommercial
- Pilot / plant test
- Research / study



Waste Biomass to Ethanol

With growing demands to reduce carbon emissions, ethanol from waste biomass plays an increasingly valuable role in cleaner energy production. It significantly reduces the consumption of fossil-based fuels and thereby the net carbon dioxide emission.

Indonesian Ethanol Supply and Demand for Fuel Blending



Characteristics of Lignocellulose Substrates from Various Biomass Waste

Agricultural Wastes and Agro-industrial Wastes				
Substrates	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	Theoretical Sugar (%)
Pineapple peels	21.98	74.96	2.68	109.85
Cocoa pods	16.9	4	69	23.32
Sugarcane bagasse pith	37.6	36.5	24.4	83.35
Sweet sorghum bagasse	48.65	17.63	7.47	74.1
OPEFB	40.52	33.72	22.9	83.42
Rice straw	40.21	22.35	17.15	70.11
Corn stover	37.0±0.1	28.9±0.1	19.4±0.0	74.02
Coconut fiber	32.18±0.12	27.81±0.74	25.02±0.21	67.42

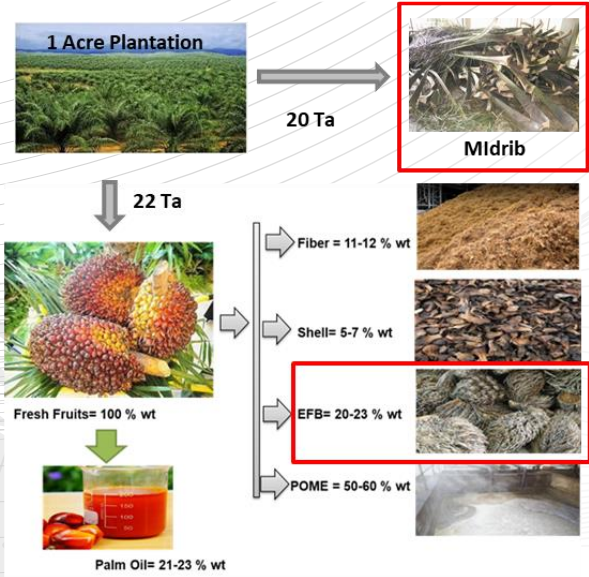
The criteria for preferred waste as ethanol resource are the **high cellulose content with relatively low lignin content**.

Pertamina has a plan to build **2nd Generation Bioethanol Plant** with capacity **50 kta (66 kLa)** using EFB as feedstock in KEK Sei Mangkei or other location to operate in 2026

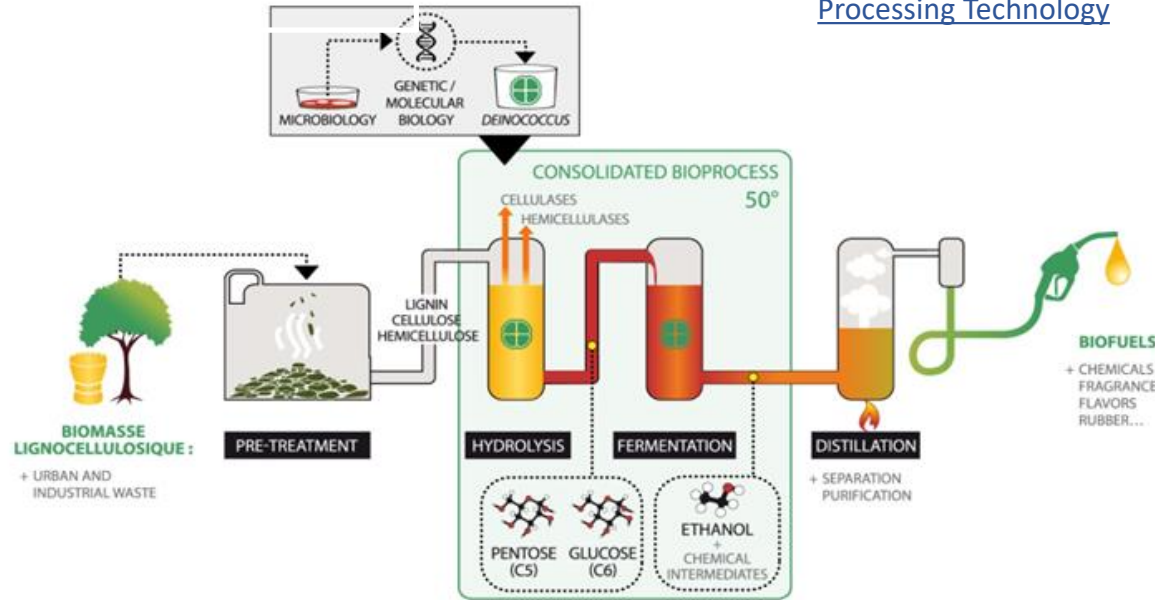


Technology and Business Process of Advanced Bioethanol

Feedstock



Processing Technology



Ethanol as Fuel

Properties	ASTM standard	
	Petrol	Ethanol
Density (kg/m ³)	747.4	794
Vapour pressure (kPa)	36	10
Octane number	RON	91
	MON	85
Flash point (°C)	-65.0	13.0
Heating value (MJ/kg)	44.4	30.0
Auto ignition temperature (K)	519	635
Distillation temperature (°C)	30-190	75-80
Stoichiometric air/fuel ratio	14.7	8.96

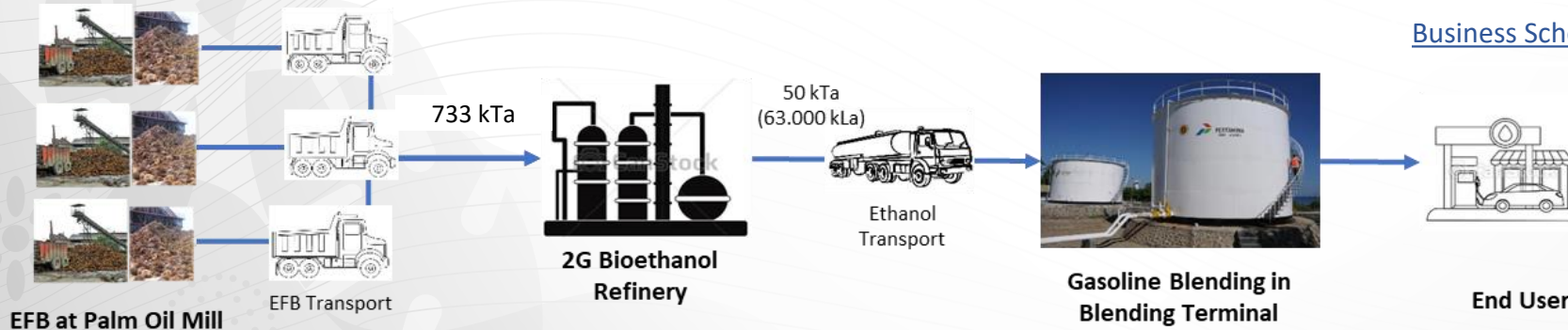
Common ethanol fuel mixtures

Code	E5	E10	E15	E25	E85	E100
Composition	max 5% anhydrous ethanol min 95% gasoline	max 10% anhydrous ethanol min 90% gasoline	max 15% anhydrous ethanol min 85% gasoline	max 25% anhydrous ethanol min 75% gasoline	max 85% anhydrous ethanol min 15% gasoline	~5.3% water 100% Brazilian hydrous ethanol (contains on average 5.3 vol.% water)
Countries	Western Europe today	USA today (Western Europe in near future)	USA EPA approval cars > 2000	Brazil	USA / Europe	Brazil

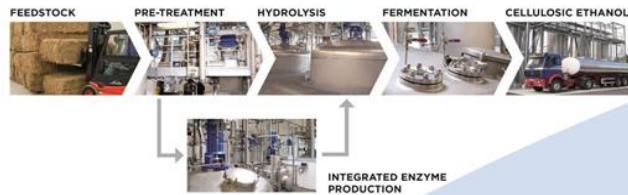
Gasoline blends for use in regular cars

Flex Fuel Vehicles

Business Scheme



Roadmap Pengembangan Bioethanol



Fundamental Research

Nov'17 – Apr'18

Pemetaan potensi biomassa di Indonesia (bersama IPB)

Palm oil Biomass as the most Potential Feedstock

Aug '18 – Jul'19

Pengujian proses produksi bioethanol skala Lab dan Pilot (bersama LIPI)

18% yield of EFB to Ethanol. - 99.6% purity

Technology Selection through Joint Research with Tech. Providers

2019 - 2020

- (1) Knowledge sharing dengan beberapa technology provider
- (2) Pengujian proses produksi bioethanol di Fasilitas skala Lab, Pilot dan Demonstration

Business Model Development & Analysis

2020-2022

- (1) FGD dengan stakeholders terkait untuk memastikan kesiapan implementasi bioethanol
- (2) Pengembangan model bisnis & FS berdasarkan hasil Joint Research dengan provider yang akan menjadi dasar pertimbangan untuk strategi bisnis selanjutnya
- (3) Studi pasar ekspor untuk menjangkau calon pelanggan premium (implementasi RED II)

Pertamina RTI Capacity Improvement

2020- 2023

- (1) Pembuatan Virtual Bioethanol Refinery – menyediakan simulasi Biorefinery
- (2) Peningkatan kemampuan untuk memproduksi Enzyme untuk Hidrolisis

Commercial Plant Development

2022-2023

Melakukan tender dan persiapan untuk pengembangan Pabrik skala Komersial (FS, FEED, DED, cII)

2025-2026

Konstruksi Pabrik skala 50.000 ton/tahun

2nd Gen Bioethanol
Produksi secara Komersial di 2027 !!

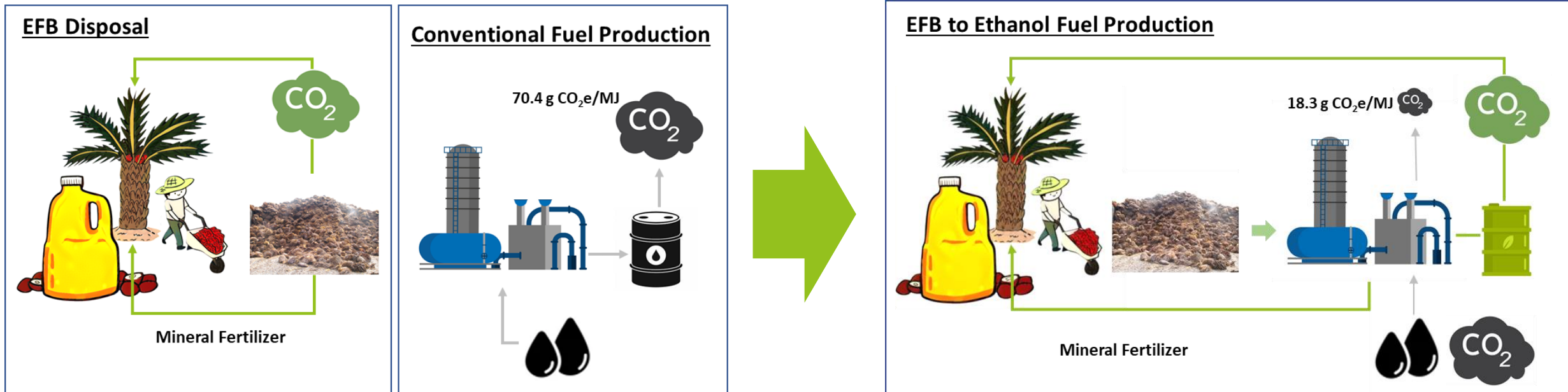


Pabrik Bioethanol

Kapasitas	50 kTa EtOH
Bahan Baku	Palm Oil Biomass
Lokasi yg potensial	Medan – terintegrasi dengan Kebun Kelapa Sawit

Potential CO₂ saving

Potential CO₂ saving of 52.1 g CO₂/MJ by the replacement of fossil fuel with low-emission and environmentally friendly fuel produced from raw materials classified as waste.



Siklus Kerja Saat ini

Kondisi Target

1. Penelitian Pengembangan Teknologi Pretreatment

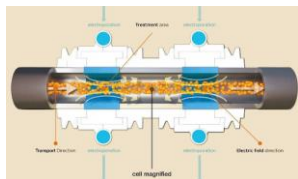
Kerjasama dengan Unibraw

- Pengembangan teknologi pretreatment menggunakan metode pulse electric dan ultrasonic sebagai alternatif teknologi baru untuk pretreatment biomassa
- Penelitian ini bertujuan untuk memutus ikatan lignin dari selulosa dan hemiselulosa yang ditandai dengan penurunan kandungan lignin setelah pretreatment
- Penelitian sampai di skala meja dilaksanakan pada 2019-2022



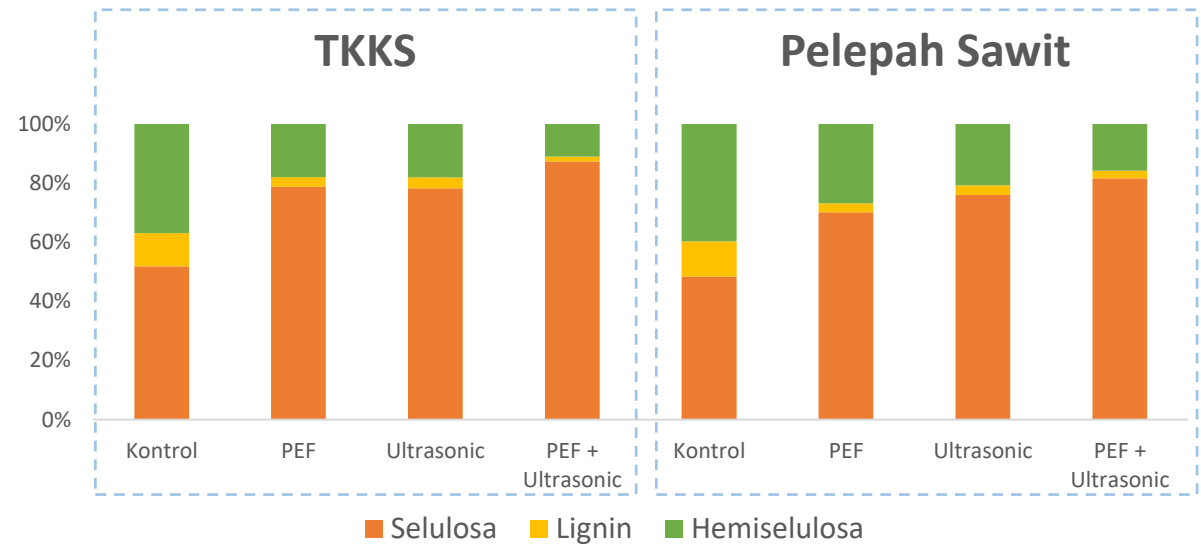
Ultrasonik

Metode pretreatment dengan menggunakan gelombang ultrasonic dengan variasi amplitudo 30%, 60%, dan 90%



Pulse Electric Field

Metode pretreatment dengan menggunakan aliran listrik dengan variasi kuat medan listrik 5-20 kV/cm

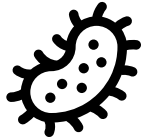


Kesimpulan :

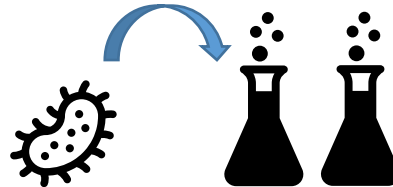
1. Kandungan selulosa tertinggi diperoleh pada perlakuan gabungan (PEF + Ultrasonic)
2. Penurunan kandungan lignin dan hemiselulosa menurun karena degradasi pada pretreatment

1b. Penelitian Pengembangan Teknologi Enzim Indonesia

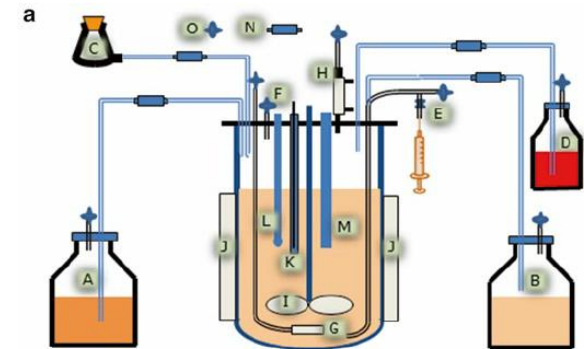
- Komponen biaya operasi terbesar adalah pengadaan enzim. Menemukan enzim sendiri merupakan upaya penting untuk mengurangi biaya operasi
- Sejak 2018 Pertamina RTI telah melakukan riset cellulolytic enzyme production system dengan target domestik production capability di tahun 2026
- Harga enzim setara dengan 110 euro/ton Bioethanol, potensi penghematan dari produksi enzim sendiri adalah 5.5 Juta euro / Tahun atau setara dengan 90.45 juta IDR (1 Euro=16.446 IDR) utk 50 kTa bioetanol
- Karakterisasi biokatalis selulase telah dilakukan, saat ini penelitian menuju tahap optimasi skala meja



1. Konstruksi gen menggunakan 3 gen selulase (Endo glukonase, Ekso glukonase, dan Beta glukosidase) dari jamur *Trichoderma*
2. Tiga gen selulase yang dibangun dimasukkan secara terpisah ke dalam 3 ragi *Pichia pastoris* sebagai inang ekspresi protein



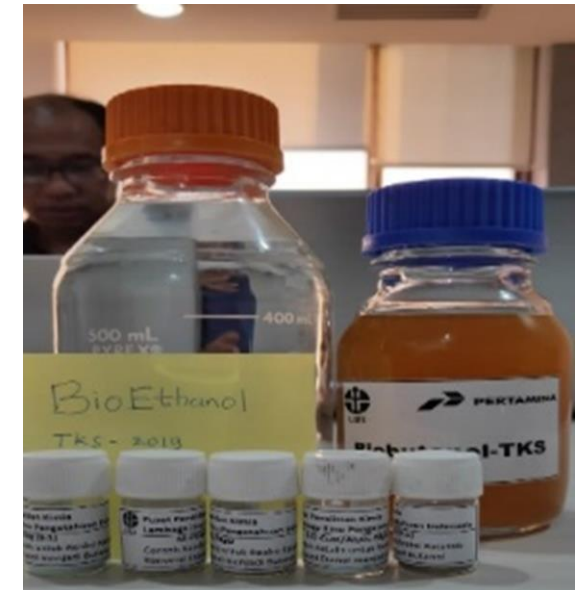
Pengujian ekspresi protein dan karakterisasi dengan *Pichia pastoris* yang membawa gen rekombinan



1. Mengontrol produksi protein menggunakan fermentor dan memeriksa stabilitas ekspresi protein pada skala meja
2. Produksi bench scale dan optimasi proses (70 ton/tahun)

2. Penelitian Skala Pilot Bekerjasama dengan LIPI-BRIN

- Kapasitas produksi pilot : 100 Kg / hari
- Bahan Baku : Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) 60 kg/batch
- Proses : Pretreatment , Hidrolisis, Fermentasi , Destilasi, dan Dehidrasi
- Enzyme : Novozyme (Ctec2 dan Htec2)
- Yeast : *Saccharomyces Cereviciae*
- Hasil : Bioethanol dengan kemurnian 96% v/v
(Yield : 17-19% bioethanol/kg biomassa)
- Pelaksanaan : 2018 sd 2019

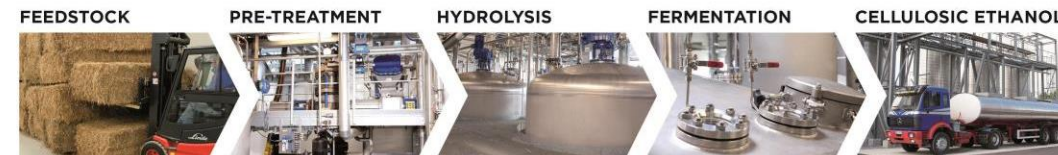


3. Penelitian Tahap Demo Plant Bekerjasama dengan Lisensor Eropa

- Kapasitas produksi pilot : 1000 Ton/tahun , setara 3000 kg/hari
- Bahan Baku : Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebanyak 60 Ton (tandan + pelepah)
- Proses : Pretreatment , Hidrolisis, Fermentasi , Destilasi, dan Dehidrasi
- Enzyme & Yeast : Integrated enzyme&yeast production
- Hasil : Bioethanol dengan kemurnian 99,7% v/v
- Pelaksanaan : 2019-2020



60 Tons
of Palm Biomass



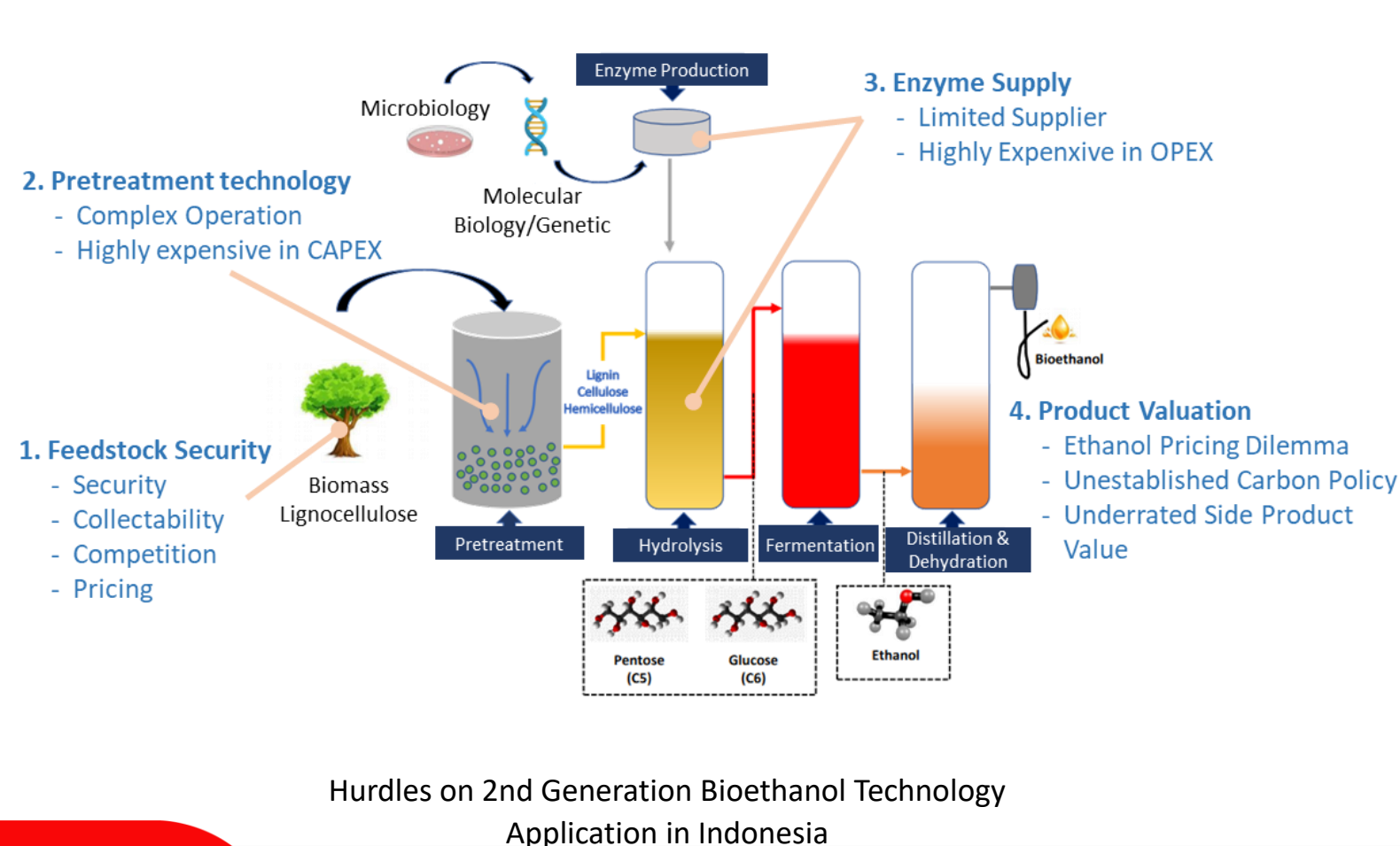
INTEGRATED ENZYME
PRODUCTION



1 kTa Pre-commercial Production Test

Technology Development through National Joint R&D Platform

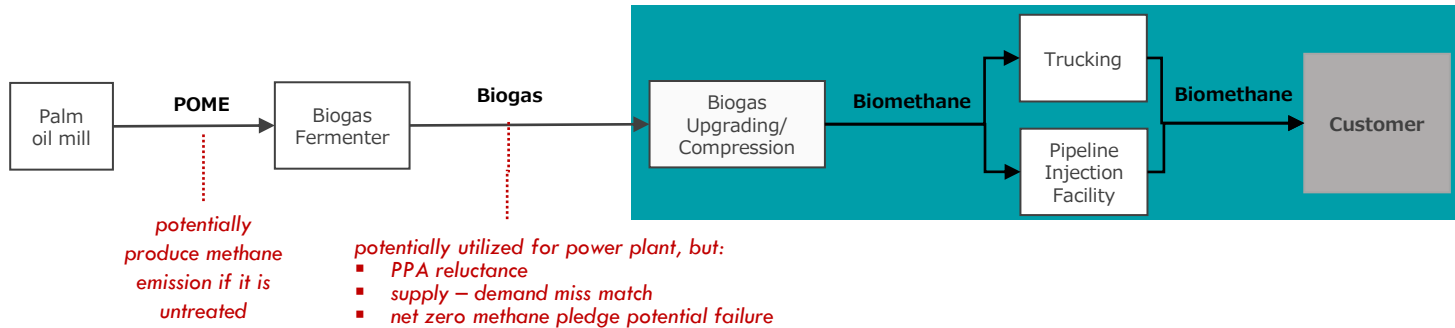
Pertamina proposes a joint R&D Platform across the 2nd Generation Bioethanol potential stakeholders in Indonesia. It is expected that each of the stakeholders, along with their specific expertise and authority, could contribute to leverage the application of the technology.



No	Issue	Potential Solution
1	Feedstock Supply	
	- Security	Cooperation for biomass supply management
	- Collectability	Introduction of wood biomass residue as potential feedstock
2	Pretreatment Technology	
	- Complex Operation	Simplification & Local Manufacturing of the Technology Platform
3	Enzyme Supply	
	- Supply	Development of Local Enzyme Production System
4	Product Valuation	
	- Ethanol Pricing	Central Policy for Supporting Business Feasibility
	- Unestablished Carbon policy	Side Product Valorization
	- Alternative product value	- Vinasse - Xylitol - Furfural - Bioplastics

Liquid Waste to Biomethane

Palm oil production process will produce palm oil mill effluent (POME), i.e. a waste-based feedstock that could release methane if it is untreated. Every ton of CPO produced generating an average of 2.43 ton of POME. Trapped POME through anaerobic digestion could produce biogas and also can be purified into biomethane.



Biomethane vs Biogas vs Natural Gas

Gas composition	Biomethane	Biogas	Natural Gas
Methane	94 - 99.9%	50 - 75%	93 - 98%
Carbon dioxide	0.1 - 4%	25 - 45%	1%
Nitrogen	<3%	<2%	1%
Oxygen	<1%	<2%	-
Ethane	-	-	<3%
Propane	-	-	<2%
LHV	36 MJ/m ³	16 - 28 MJ/m ³	37 - 40 MJ/m ³

With properties comparable to natural gas, biomethane has various potential end-uses similar to natural gas such as vehicle fuel, electric generators, and heaters. Besides, it is also better in terms of carbon footprint.

Why Considering Biomethane?

clean product

Bio-based, prevent emissions across the whole value chain.

sustainable feedstock

Organic matter that is needed to produce biomethane is basically indefinite.

ease of application

The existing gas infrastructure is biomethane-ready, does not require the investment of additional resources to develop new infrastructure

support global energy transition

the energy transition requires green gases, and in particular biomethane, to decarbonize all sectors.

Indonesia Biomethane Potential



Source: GIZ, ESDM EBTKE, team analysis

Microalgae Biorefinery



- Feedstock security for Pertamina Biorefinery in 2025
- Feedstock Price: RBDPO = 650-800 USD/ Ton, Used Cooking Oil = 320-480 USD/Ton



- Aim to reduce 30% of GHG Emission by 2030 to support Indonesia's Nationally Determined Contribution



Creating new business market by selling high-value product from algae (Fish Feed, Food & Health supplement, Cosmetics)

- Total volume of harvested fishes in Indonesia can fulfill 3%-vol. of total fish in global market.
- Algae biomass is widely used for fish feed.
- The potency of circular economy from algae as fish feed in Indonesia's fishery industry under Ministry of Marine Affairs and Fisheries Republic of Indonesia,



Health supplement can be marketed in Pertamina hospital and pharmacy stores

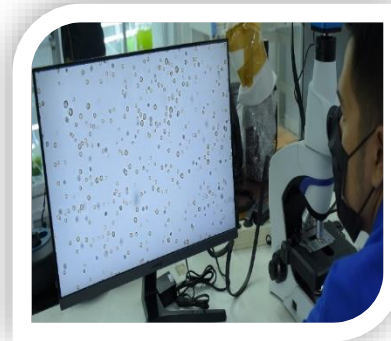
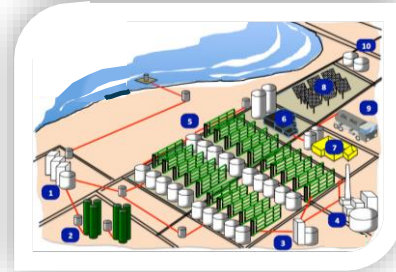
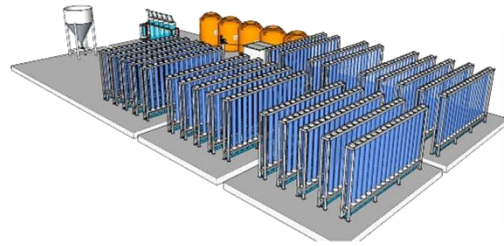
Food/dietary supplements can be marketed at BRIGHT minimarket which easily found in every Pertamina gas station located in big cities in



BUMN
Hadir untuk negeri

BUMN Synergy

Microalgae R&D Milestones



2012-2015

2015-2018

2018-2019

2019-2020

2020-2021

2021-2022

- **Strain selection** using diatomic microalgae to get higher lipid content
- Microalgae **Cultivation & Extraction** **Optimization** in lab scale

- Pertamina Design & Construction **Photobioreactor (PBR) 5000 Liters**



- **Road Testing** using green diesel which the oil is come from microalgae lipid

- **Conceptual Design & simulation** in **10.000 Liters** microalgae biorefinery
- **Mass cultivation** in Pertamina PBR using diatomic microalgae strain
- Microalgae **Cultivation & Extraction** **Optimization** in Pilot scale
- **CO₂ Utilization** for diatomic microalgae cultivation

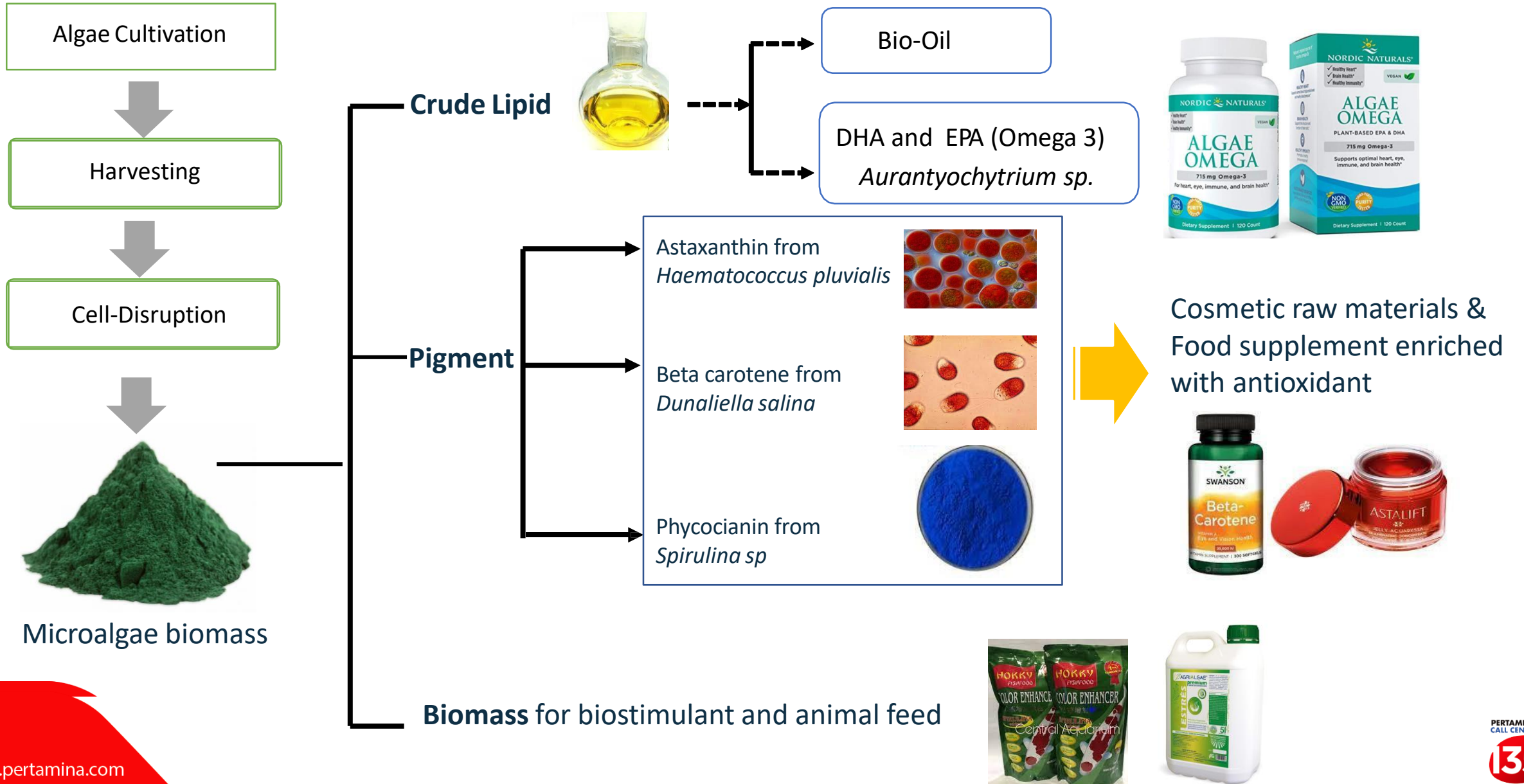
- **Strain selection** using **Green microalgae** to get higher lipid content and bio-chemical
- **Biomass characterization** for specialty biochemicals
- **R&D in microalgae nutrition**

- **Construction** of microalgae open pond facility
- **R&D in Microalgae consortium**
- **CO₂ Utilization** for green microalgae cultivation
- **R&D in microalgae nutrition**
- **Outdoor cultivation trial**
- Techno-economic analysis with PT KPI on microalgae to biofuels and biochemicals

- Low-cost nutrient development for outdoor cultivation
- Pilot cultivation
- R&D in **oleaginous Microalgae** for producing essential lipid (omega-3)

Biorefinery Products from Microalgae

Some microalgae products commercialized in Indonesia or overseas market



Microalgae Research Facility in PERTAMINA RTI



Microalgae Laboratory



Open Pond Facilities @13.5 m3 x 3 pond



Photobioreactor Facilities 5000 L



Pengembangan Kultivasi dari Lab hingga Pilot

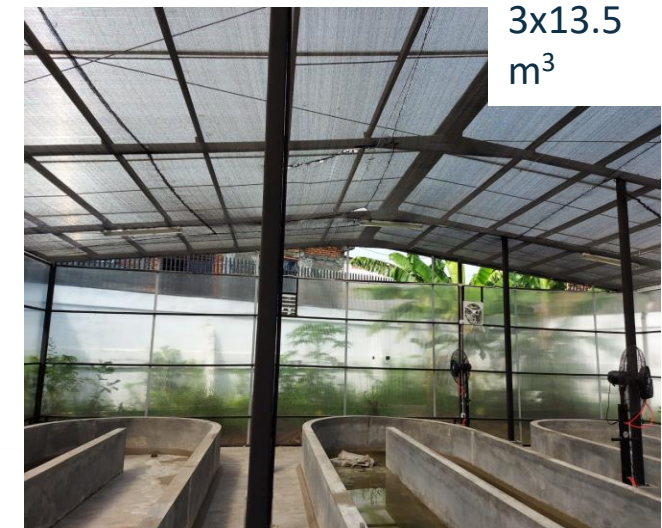


Indoor

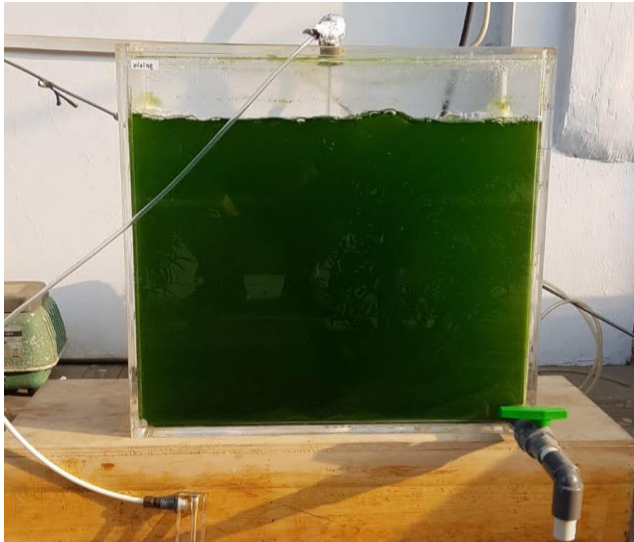
- Pemeliharaan kultur stok dengan media standar laboratorium
- Pengembangan nutrisi ekonomis untuk kultivasi outdoor di skala meja hingga pilot
- Volume kultur 2 hingga 5 L
- Lama kultivasi 10-14 hari
- Pengembangan metode ekstraksi skala laboratorium

Outdoor

- Kultivasi dengan nutrient inorganic berbasis pupuk
- Kondisi pertumbuhan : pH 7.0-8.0; suhu 29°C-35°C , aerasi udara
- Reaktor PBR, minipond, open-pond
- Lama kultivasi 10-14 hari
- Menggunakan PBR, minipond (200-600 L), open-pond



Pengembangan Kultivasi dari Lab hingga Pilot



Tahap Aklimatisasi Kultivasi Outdoor dan Perbanyakkan Kultur di Fotobioreaktor dan Minipond



Scale Up Kultivasi Open-Pond Mikroalga dan Ekstraksi Minyak



- Pengembangan nutrisi dengan komposisi 70% pupuk urea dan proses untuk scale-up kultivasi mikroalga sudah berhasil hingga kultivasi skala pilot (10 kL kultur)
- Perolehan yield minyak terhadap berat kering 20-30% w/w
- Beberapa tantangan dalam pengembangan mikroalga hijau, seperti biaya investasi dan *operational cost* yang masih jauh lebih tinggi dibandingkan perolehan minyak untuk produk non-fuel, proses pemanenan yang sulit, proses ekstraksi minyak yang belum efisien, dan optimasi proses untuk yield biomassa dan minyak tinggi masih dibutuhkan



Perbandingan Squalene level pada berbagai Sumber

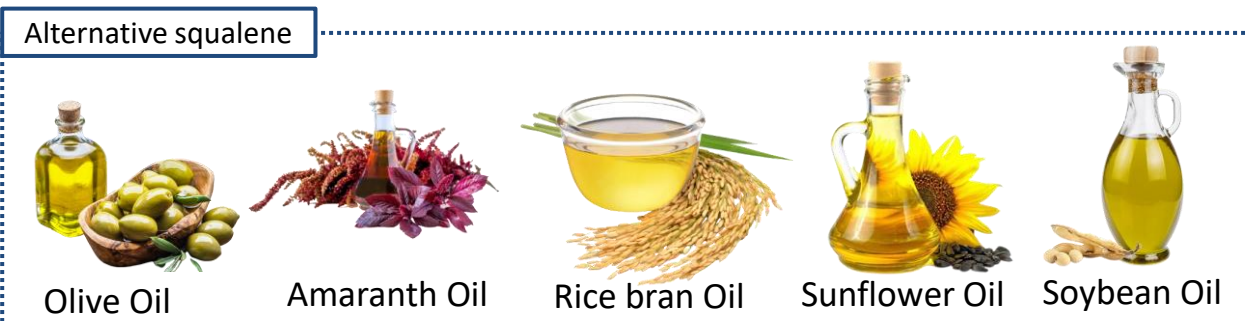
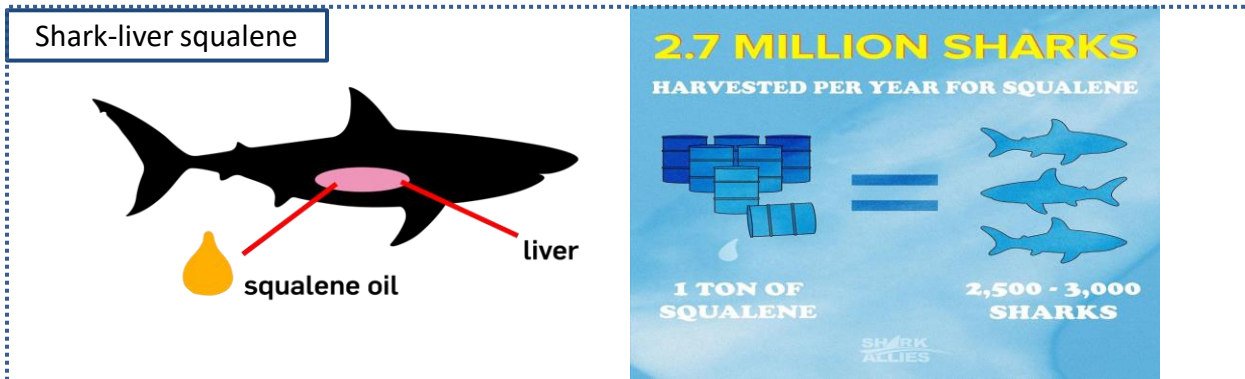


Table 1. Comparison between squalanes from different sources*

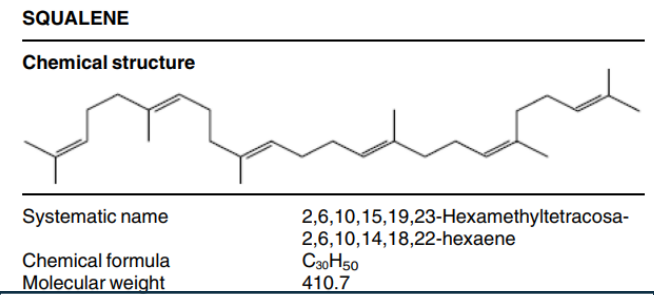
	Shark Squalane	Olive Squalane	Sugar-derived Squalane
Squalane C ₃₀ H ₆₂ content	Approx. 99%	Approx. 92–94%	Approx. 92–94%
C ₃₀ content	Approx. 99%	Approx. 92–94%	Approx. 99%
Minor constituents	None in a good quality product	Complex composition, mainly phytosterol esters and long chain waxes, which varies according to the producer	C ₃₀ isomers of squalane

* Adapted with permission from F. Laserson, Neossance, 3rd generation squalane, Expression Cosmétique, 2013 AZ Guide of Cosmetic Ingredients, pp 325–328

Sources	Squalene Level
Vegetable (mg/Kg)	
Olive Oil	1.500-7.470
Amaranth Oil	70.000-96.000
Olive oil distillates	100.000-300.000
Virgin Olive Oil	800-12.000
Olive oil deodorizer distillate (OODD)	280.000
Rice bran Oil	2800-3.200
Seed of grape	27-141
Pistachio	11-22
Walnuts, Macadamia	9-186
Peanuts	98
Maize Oil	100-270
Sunflower Oil	220-260
Palm Oil	1-13.000
Soybean Oil	12-1800
Animal (mg/Kg)	
Shark (liver oil)	500.000-900.000
Yeast and Fungi	
<i>Saccharomyces cereviceae</i>	40 mg/L
<i>Aurathiochytrium</i> sp. (Mikroalga)	900-6940 mg/L
<i>Pseudozyma</i> sp.	340.5 mg/L
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	1.1 mg/g DCW
<i>E. Coli</i>	11.80-230 mg/L
<i>Torulasporadelbrueckii</i>	μ237.25 g/g DCW
<i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803	3.16 mg/g DCW
<i>Schizochytrium mangrovei</i>	1.30 mg/L

Apa itu Squalene?

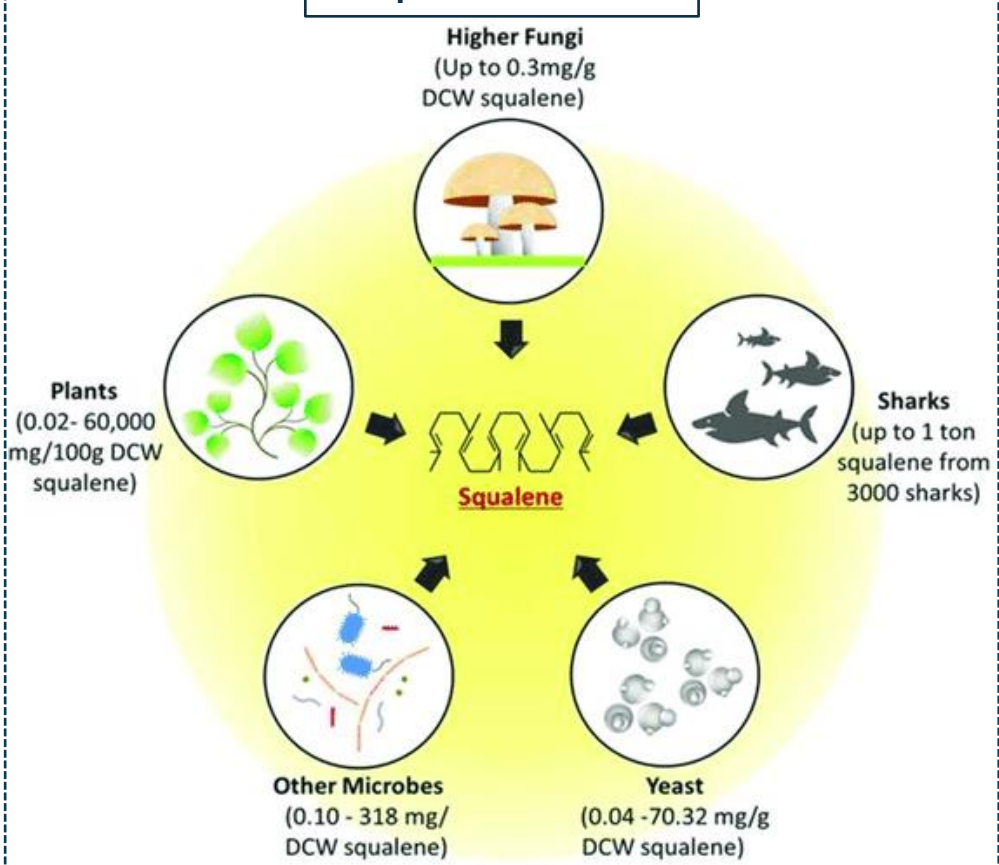
Squalene is a triterpene hydrocarbon, a biochemical precursor for all steroids in plants and animals.



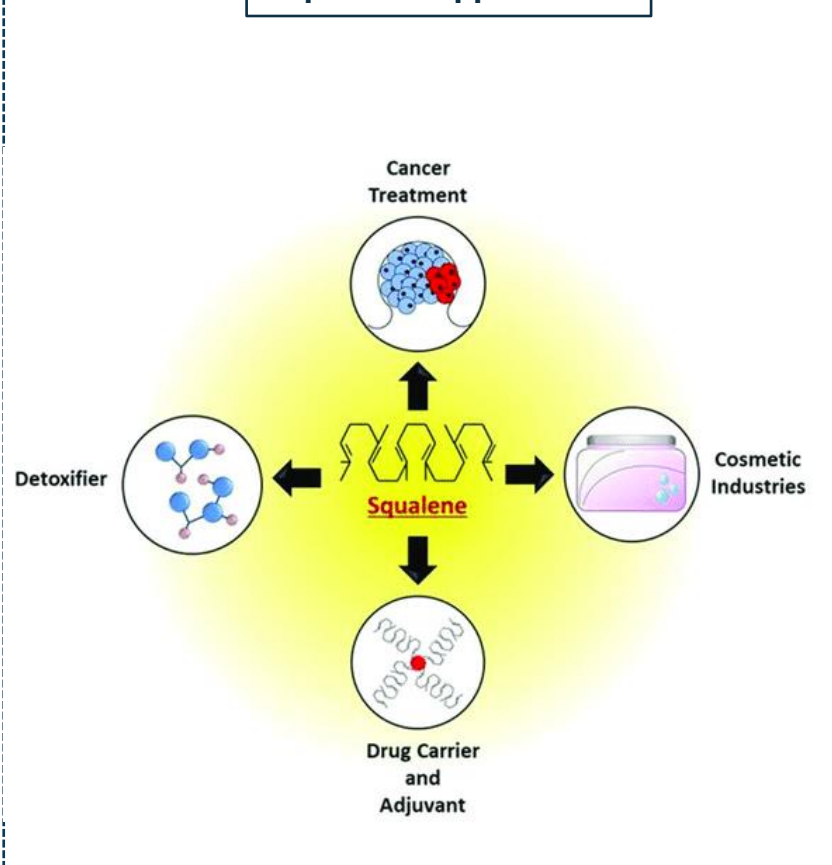
Yield (%/g oil)

Shark liver-based	: 50-90%
Plant-based:	
Olive Oil	: 0.15-0.74%
Olive Oil distillates	: 10-30%
Amaranth Oil	: 7-9.6 %
Microorganism-based	
Saccharomyces cereviceae	: 0.004 %/L

Squalene sources

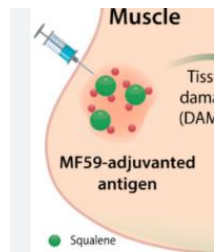


Squalene Applications



Beberapa contoh Produk Komersial Squalene

Kosmetik



Vaccine Adjuvant



Anti-cancer Drugs

Detox Drugs

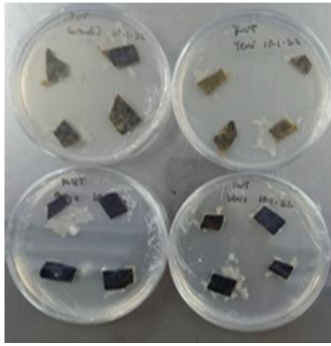


Inisiasi Riset dan Pengembangan Mikroalga untuk High Value Product (bersama Teknik Kimia UAD)

Isolasi Mikroba dari Hutan Bakau



Pengambilan sampel daun bakau

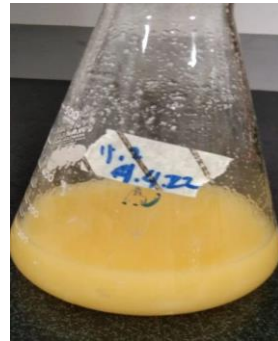


Isolasi sampel daun bakau



Isolat Aurantiochytrium

Produksi DHA/EPA-Squalene



Seed



Proses Fermentasi



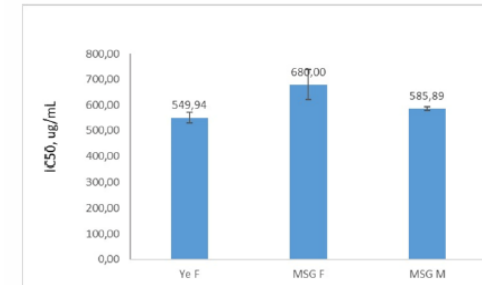
Produk Squalene



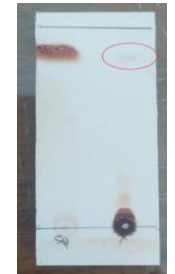
Cell untuk Analisis DNA

Uji Efikasi Produk

- Uji Farmakologis;
 - Uji In vitro; Antioksidan (DPPH) dan Uji Sun Protection Factor (SPF)
 - Uji In vivo; Uji antikerut, dan uji kerapatan kolagen
- Analisis GC MS dan HPLC

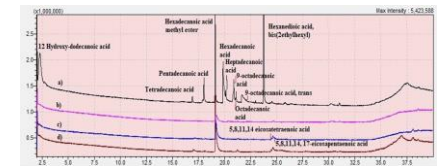


Uji Antioksidan (DPPH)



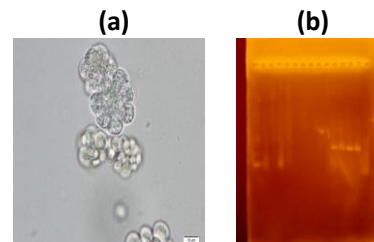
Squalene Test

Sampel	Nilai IC50 (ug/ml)		Kategori
	Replikasi 1	Replikasi 2	
Ekstrak n-Heksan	486.59	537.74	Tidak aktif
Ekstrak Etil Asetat	114.96	111.87	Sedang
Ekstrak Metanol	182.00	174.66	Sedang



Analisis PUFA

Uji Sun Protection Factor (SPF)



(a) Kajian Biologis
(b) Ekstraksi DNA



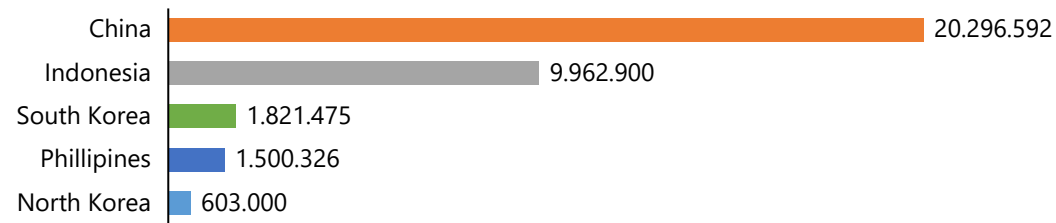
Purifikasi Komponen

Menggali Potensi Makroalga di Indonesia

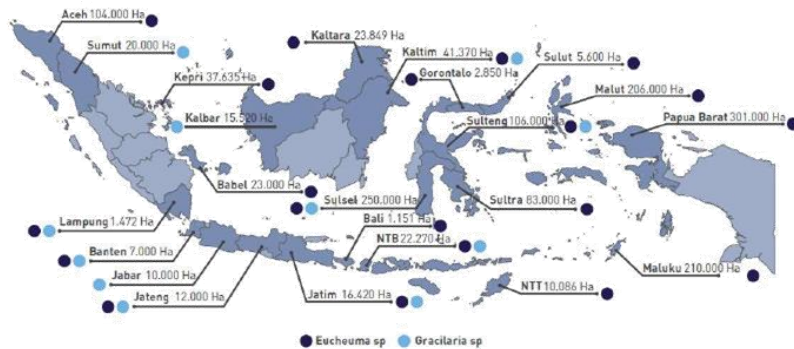
Makroalga, atau lebih dikenal sebagai rumput laut, merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia dengan beragam potensi pemanfaatannya. Di tahun 2019, Indonesia merupakan negara penghasil makroalga terbesar kedua di dunia setelah China.

Top 5 produsen budidaya dan non-budidaya makroalga

(produksi dalam ton, 2019)



Peta Potensi Areal Budidaya Rumput Laut



- Luas area budidaya di tahun 2019 adalah sekitar 1,1 juta Ha atau **baru sekitar 9%** dari seluruh kawasan potensial sebesar 12.2 juta Ha
- Produktivitas dapat mencapai **100-500 ton/ha/tahun biomassa basah** tergantung pada kondisi iklim

- Indonesia merupakan negara exportir kedua setelah china
- Komoditas ekspor mayoritas dalam bentuk rumput laut kering dan *hydrocolloid* (produk turunan).
- Data berikut mengindikasikan bahwa **ekspor Indonesia lebih banyak berupa bahan baku atau produk bernilai tambah rendah**, sehingga diperlukan strategi hilirisasi untuk meningkatkan nilai tambah komoditas makroalga yang dimiliki.
- Tantangan :
 - ✓ Teknologi dan SDM
 - ✓ Daya Saing thd Produk Import
 - ✓ Kualitas dan sustainability
 - ✓ Akses ke pasar

Mengapa budidaya Makroalga sangat potensial?

- Biodiversitas varietas makroalga
- Lokasi di khatulistiwa
- Produksi relatif cepat
- > C14 Triglycerides
- berpotensi untuk 3G biofuel

Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), FAO, Kemenko Bidang Perekonomian

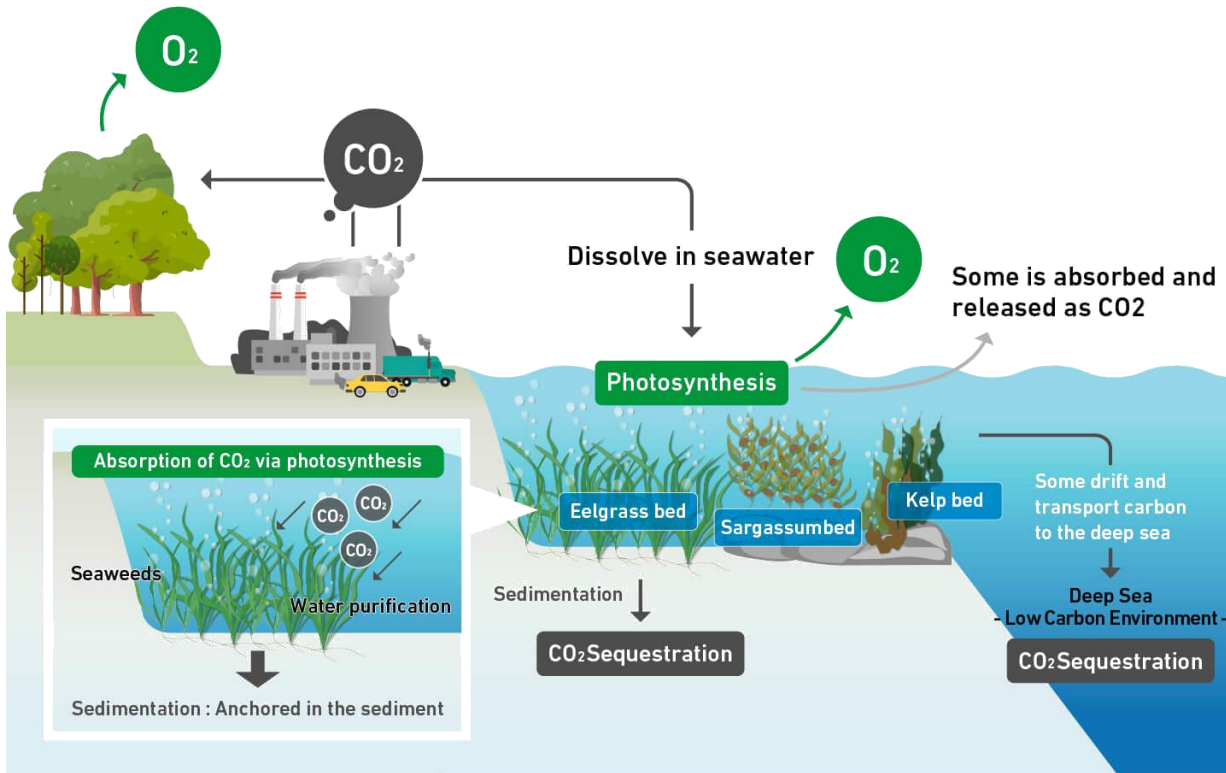
Kontribusi Pengembangan Alga untuk Penurunan Emisi Nasional dan Global

Makroalga dapat menjadi salah satu upaya *nature-based solution* (NBS) *blue carbon*, terlebih jika ke depannya terdapat keterbatasan ketersediaan lahan di daratan.

CO₂ capture per ton fresh weight biomass

	Dry matter content (DW)	Average total carbon content	CO ₂ capture from 1 t of fresh weight FW (kg)
<i>Saccharina latissima</i>	15.10% ¹	26.20% ¹	140
<i>Laminaria digitata</i>	15.50% ¹	29.20% ¹	170
<i>Fucus vesiculosus</i>	16.00% ²	36.90% ³	220
<i>Ulva intestinalis</i>	12.50% ⁴	35.00% ⁵	160

1. (Schiener et al. 2015) 2. (Catarino et al. 2018) 3. (Balina et al. 2016) 4. (Ruangchuay et al. 2012) 5. (Gubelit et al. 2015)



- Rumput laut memiliki kemampuan mengikat karbon untuk kebutuhan fotosintesis.
- **Daya serap karbon pada rumput laut dapat mencapai angka 173 ton per hektar**, sedangkan hutan konservasi memiliki potensi daya serap karbon kurang lebih sebesar 275 ton per hektar.
- Potensi penyerapan CO₂ sebesar 2.1 miliar ton¹
- Angka tersebut menunjukkan bahwa rumput laut memiliki daya serap karbon yang cukup tinggi sehingga dapat dikatakan cukup sepadan dengan daya serap karbon pada hutan konservasi.

Sumber:

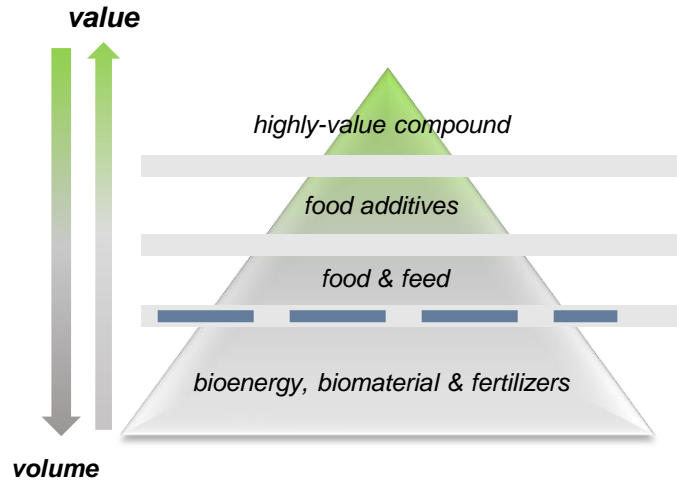
- <https://pslh.ugm.ac.id/mitigasi-perubahan-iklim-dengan-ekonomi-pesisir/>
- Pertamina Foundation

Note:

- 1. Potensi sebesar 12.2 juta Ha

Pengolahan Makroalga menjadi High Value Added Produk

Saat ini, pemanfaatan makroalga di dunia masih berfokus pada pengolahan produk *edible*. Dengan mempertimbangkan potensi dan tren kebutuhan akan energi, upaya dekarbonisasi dan kenaikan kebutuhan *chemical* global, tidak menutup kemungkinan bahwa makroalga akan dikaji potensinya menjadi produk dengan nilai tambah yang lebih tinggi.



fokus dari industri global saat ini

potensi blue bioeconomy ke depan



Jenis-jenis Makroalga

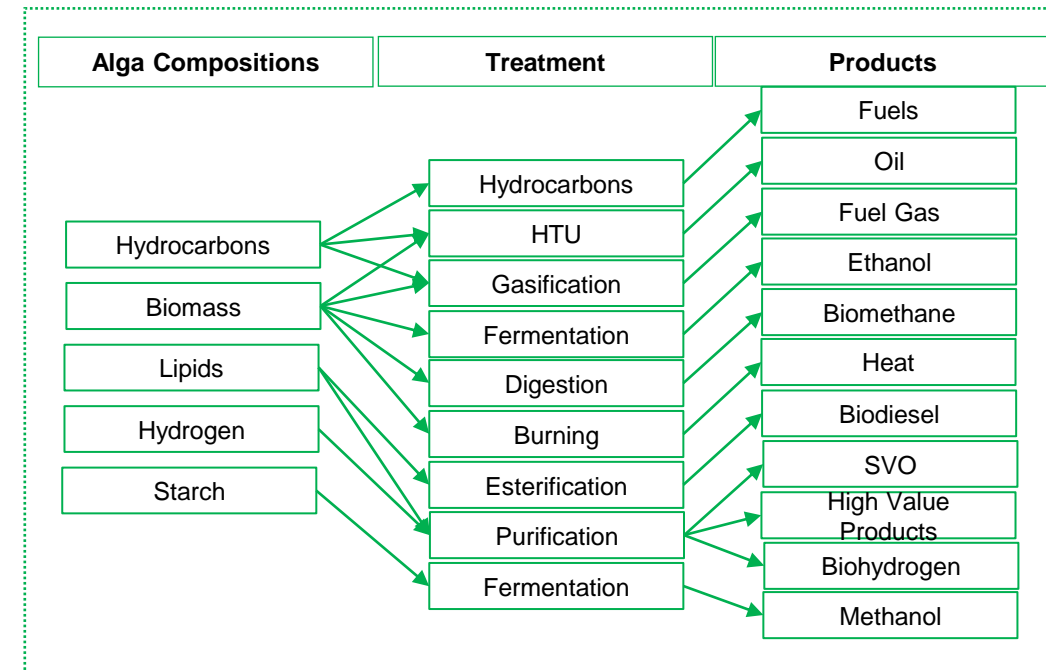
Di perairan Indonesia, makroalga yang telah teridentifikasi sebanyak **782 spesies**; terdiri dari 452 alga merah, 196 alga hijau dan 134 alga coklat.

Komposisi Sel Makroalga¹

karbohidrat	35% - 65%
protein	10% - 20%
lipid	<7%
abu	5% - 25%

Potensi menjadi biofuel²

- **Bioethanol** : 24 – 175 ton / Ha / tahun
- **Biomethane** : 2.3 – 3.38 ton / Ha / tahun

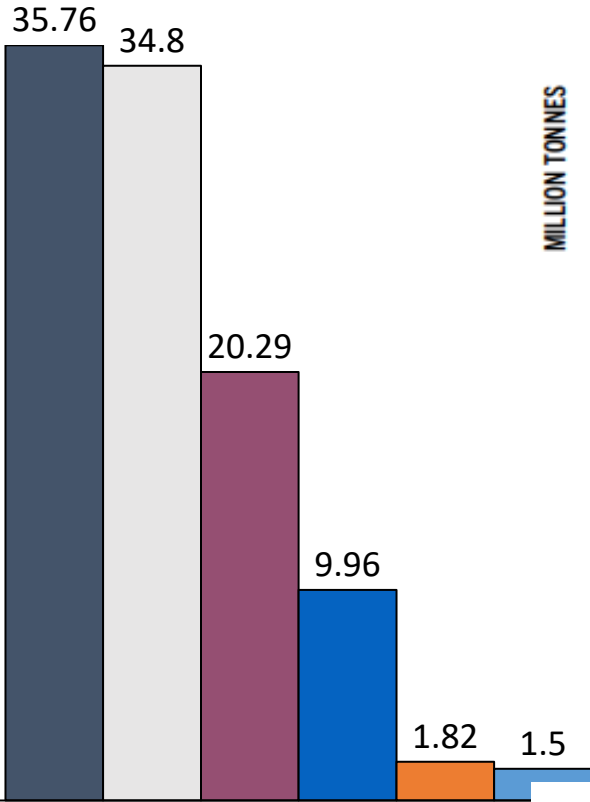


¹ masing-masing spesies bisa memiliki komposisi yang berbeda

² theoretical yield based on published journal

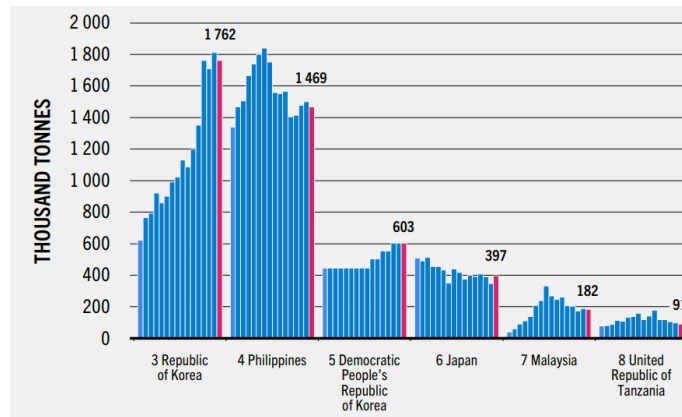
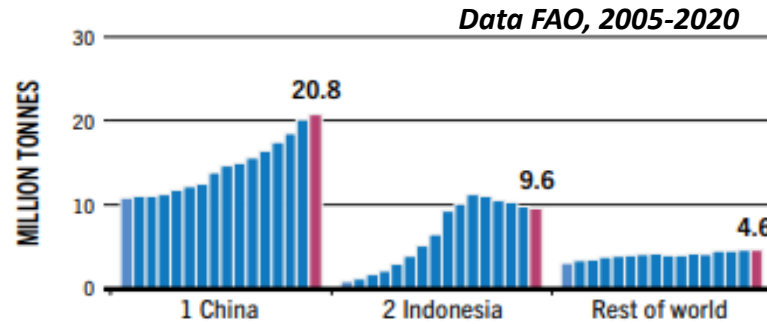
Potensi Rumput Laut/Makroalga Sebagai Penggerak Ekonomi Biru

Vol.produksi (juta ton)

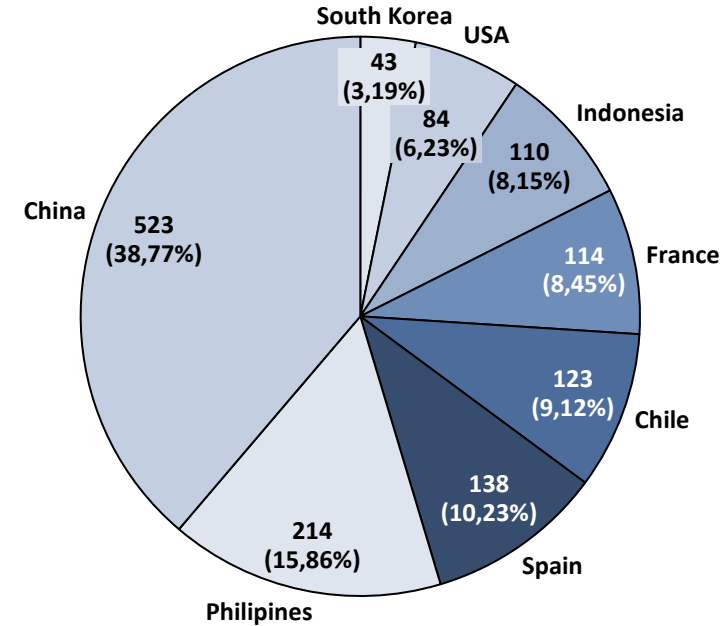


FAO 2019

- Dunia
- Asia
- China
- Indonesia
- Korea Selatan
- Filipina

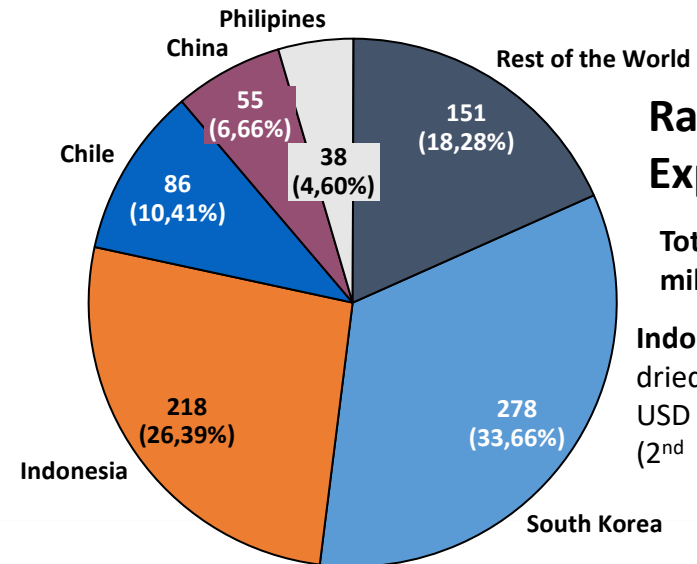


- Volume produksi rumput laut Indonesia mencapai 9.96 juta ton, dengan total nilai ekspor 329 juta USD (218 Juta USD Raw Material + 110 Juta USD Processed), dimana terbesar kedua setelah China dan memenuhi 30% kebutuhan global
- Volume produksi rumput laut Indonesia cenderung turun sejak 2017 dengan persentase penurunan 2.3 %



Processed Seaweed (Hydrocolloids Exporter)

Total value : 1743 million USD
Indonesia Export Value of hydrocolloids : 110 Million USD (6th in rank (FAO, 2019))



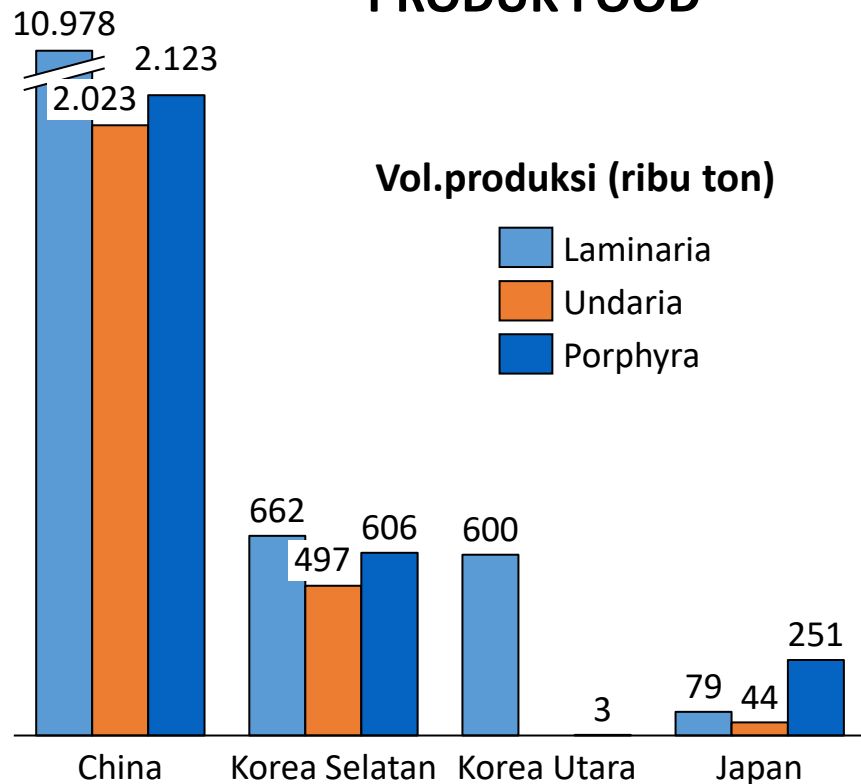
Raw Seaweeds Exporter

Total value : 909 million USD
Indonesia Export Value of dried seaweed : 218 Million USD (2nd in rank (FAO, 2019))

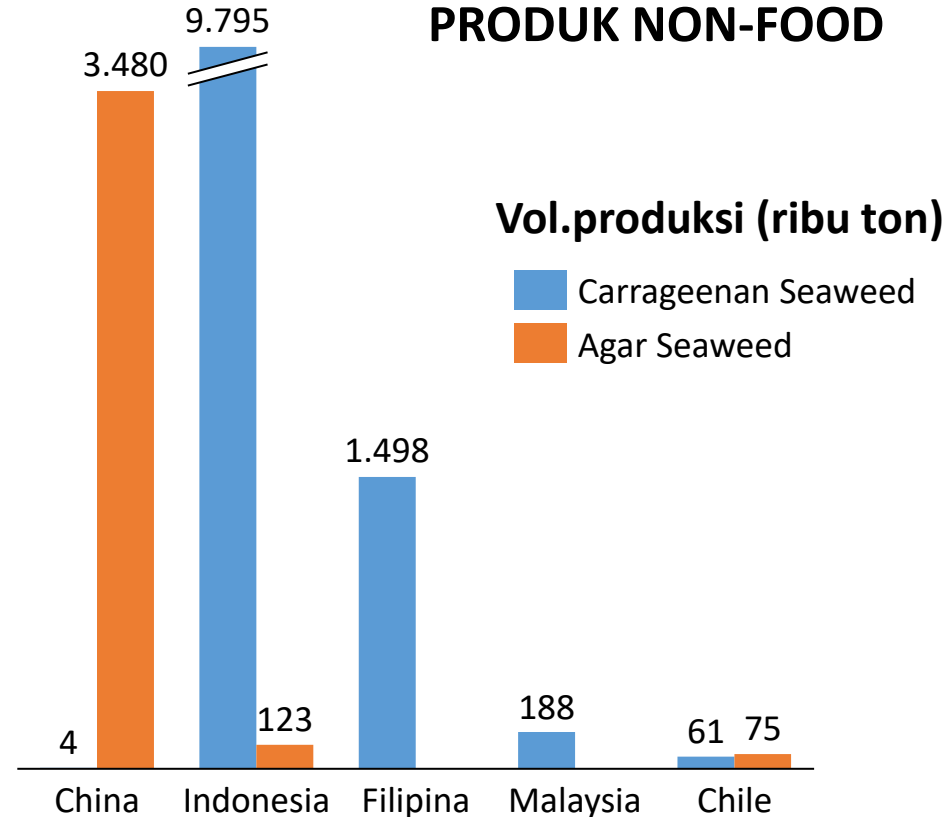
Distribusi Produksi Rumput Laut Global Berdasarkan Spesies

Referensi : FAO, 2019

PRODUK FOOD



PRODUK NON-FOOD



- China sebagai produsen no.1 Dunia dominan memproduksi jenis rumput laut untuk makanan seperti **Laminaria untuk Kombu (10 juta ton)**, **Undaria untuk Wakame (2.02 juta ton)**, dan **Porphyra untuk nori (2.12 juta ton)**
- Indonesia sebagai produsen no.2 Dunia dominan memproduksi jenis rumput laut non-food seperti **Kappaphycus dan Euchema sp. untuk produk karaginan (9 juta ton)**, dan **Gracillaria untuk produk agar (123 ribu ton)**

Rumput Laut Hydrocolloid Indonesia



Gracillaria



Euchema



Sargassum

KOMPONEN UTAMA RUMPUT LAUT

Spesies	Kelompok	Karbohidrat (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Abu (%)
Ulva	Alga Hijau	54.3	20.6	6.2	18.9
Sargassum	Alga Coklat	39.6	13	1.4	46
Euchema	Alga Merah	60.7	17.4	0.8	21.1
Gracillaria	Alga Merah	63.13	10.86	0.19	6.78

Produk Komersil Berbasis Rumput Laut



AGAR

Emulsion stabilizer, thickening agent, gelling



CARAGEENAN

dispersant, thickening agent, moisturizing, moisturizer-water bending agent



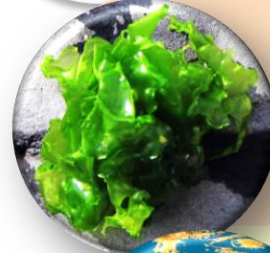
ALGINATE

Emulsifier, protective-colloid agent, immunostimulating, gelling, chelating, moisturizing

Komponen Aktif Rumput Laut



FUCOXANTHIN DAN KAROTEN
(*Sargassum dan Gracillaria*)
Antioksidan tinggi untuk mencegah radikal bebas yang berasal dari sinar UV, antiaging, pewarna alami



SQUALENE
(*Ulva lactuca*)
memberikan nutrisi pada kulit karena berperan sebagai bioregulator dalam sel, meningkatkan hidrasi kulit



FUCOIDAN
(*Sargassum*)
Tabir surya (UV-Protection), Mencegah penuaan yang berasal dari sinar UV, antioksidan, aktivitas kolagenase, skin-whitening



SULFONATED POLISAKARIDA
(*Ulva lactuca*)
memiliki kapabilitas menahan air yang tinggi (hyaluronic acid alami), memberikan efek *soothing* sehingga cocok untuk moisturizer, masker, essence



VITAMIN DAN MINERAL
Rumput laut mengandung vitamin B1, B2, B3, B5, B6, B12 serta trace mineral seperti Fe, K, Mg, Na yang berasal dari laut



Other Potential Product – Bioplastic

Bioplastic using seaweed as raw materials currently developed by start-up companies in some countries



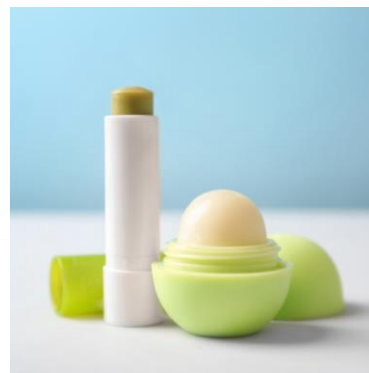
AlgoPack, France



- Up to 40% reduction in petroleum sourced content by the use biogranules from *Sargassum*



UK-based, developed FDA-approved materials for food packaging, personal hygiene products, clothing and accessories

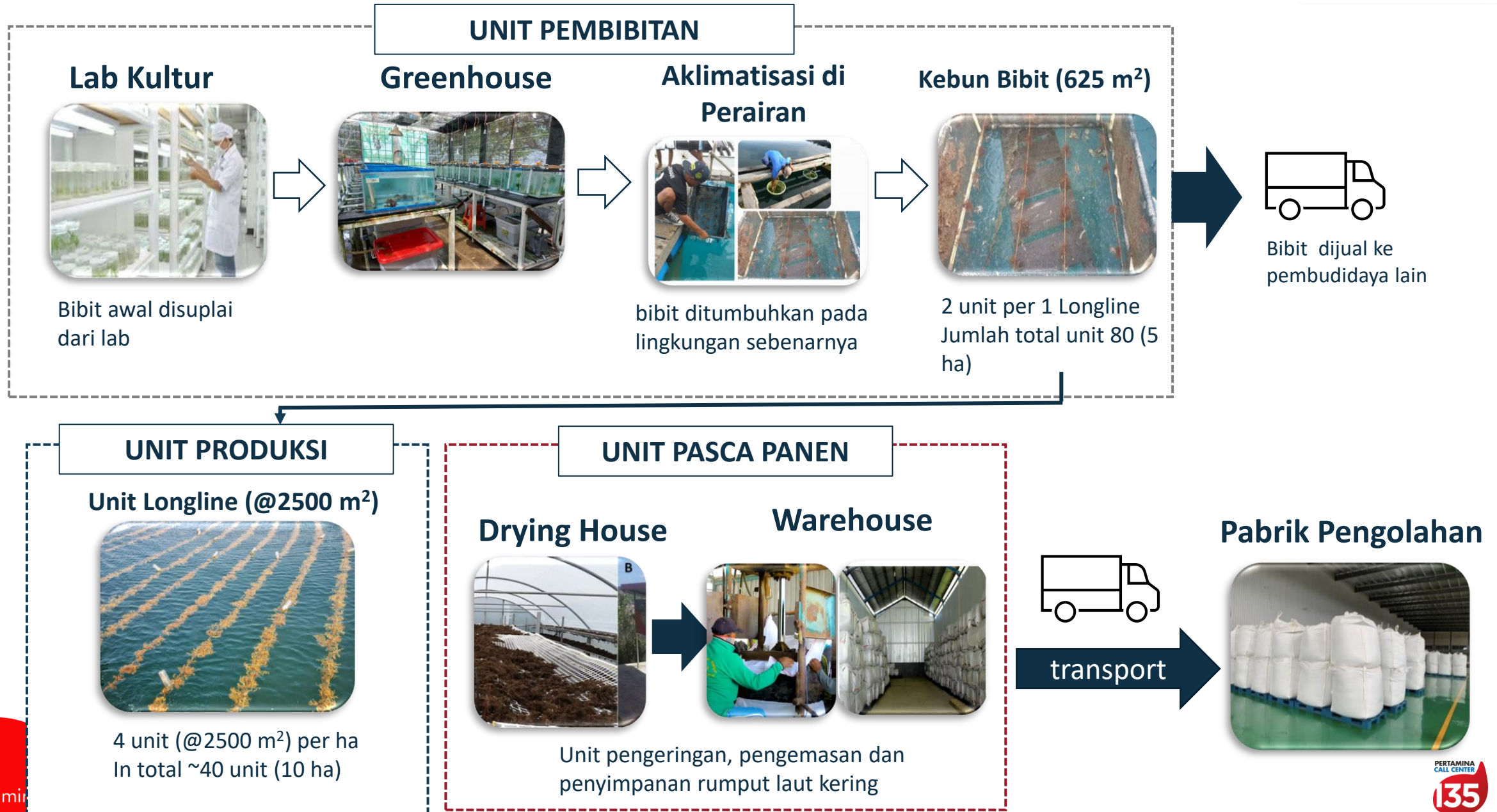


Seaweed as Food Packaging

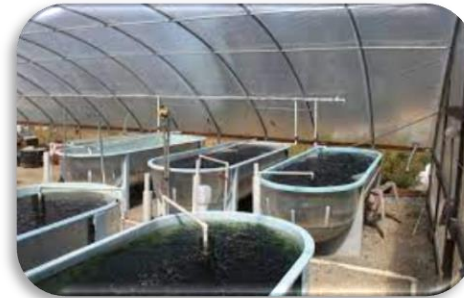
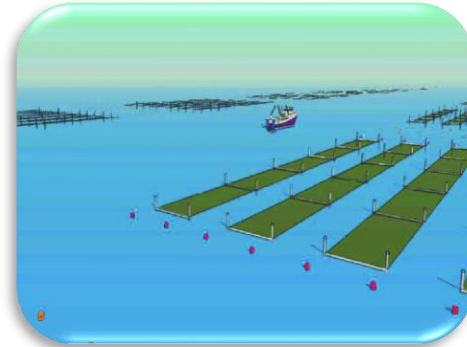
Seaweed	Characteristics	Applications
Red Seaweed <i>Poryphyra capensis</i> <i>Aeodes orbitosa</i> Agar Carrageen	Sustainable Source Eco-friendly and Biodegradable Reduces carbon emission Active Functions Antioxidant Antimicrobial agent	→ Sustainable Packaging → Bioactive Plastic
Green Seaweed <i>Ulva</i> <i>Monostroma</i> <i>Cladophora rupestris</i> <i>Codium tomentosum</i>	Shelf Life Enhanced low water content Increased stability Health Nutraceutical Nutritious	→ Active Packaging → Edible Packaging
Brown Seaweed <i>Laminaria</i> Kelp Fucus, <i>Sargassum muticum</i>	Market Value Colourful Flavourful Plasticizers Cross-linking agent	→ Sachet Packaging



Pengembangan Budidaya Rumput Laut Hulu Hingga Hilir



Integrated Seaweed Farming



- ❑ Pembangunan lab kultur jaringan untuk penyediaan bibit yang unggul bekerja sama dengan berbagai pihak

- ❑ Budidaya Rumput Laut terintegrasi di darat atau perairan
- ❑ Penguatan proses pascapanen (pemanenan dan pengeringan)

Pabrik untuk proses pengolahan lanjutan menjadi berbagai produk yang siap dipasarkan



Bioplastic



Nori



Cosmetics



Karaginan

POWDER



PERTAMINA CALL CENTER

Agar-agar

38

THANK YOU

“Mewujudkan Ketahanan, Kemandirian, & Kedaulatan Energi **untuk Indonesia”**

CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY.

Any use of this material without specific permission of PT Pertamina is strictly prohibited. Should not be reproduced or redistributed to any other person.

Rekayasa Separasi Bahan Alam Potensial untuk Produk Obat dan Kosmetik

Dr.rer.nat. Agus Chahyadi

ebmⁱscitech



**PUSAT PENELITIAN
BIOSAINS & BIOTEKNOLOGI**
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG





- ✓ Indonesia is 2nd biggest country on Biodiversity
- ✓ Including marine biodiversity and microbe, Indonesia become the no. 1 in the world
- ✓ Estimation of 25% medicines contain chemical compounds from plants
- ✓ **Jamu**, Javanese/Indonesian Traditional Medicines is one of popular traditional medicines in the world, like TCM (China), Ayurveda (India), Kampo (Japan)

Introduction

.....evolution from traditional to modern industries



Factory: Nyonya Meneer

Factory: Sido Muncul

Global New Drug Development

Herbal Medicines in Indonesia

Simplisia → herbal preparations
Jamu 14,610
OHT 97
FF 33

Herbal Plants

Indonesian Biodiversity

> **30.000 plant species**, 7500 species could be used as medicinal plants [LIPI, 2015]
± **5000 simplisia** have been used for traditional medicines products

Safety and Efficacy

9100 jamu products are based on empirical use

Jamu

Standardized Herbal Medicines

safety and Efficacy

63 products are proven by pre-clinical studies

Safety and Efficacy

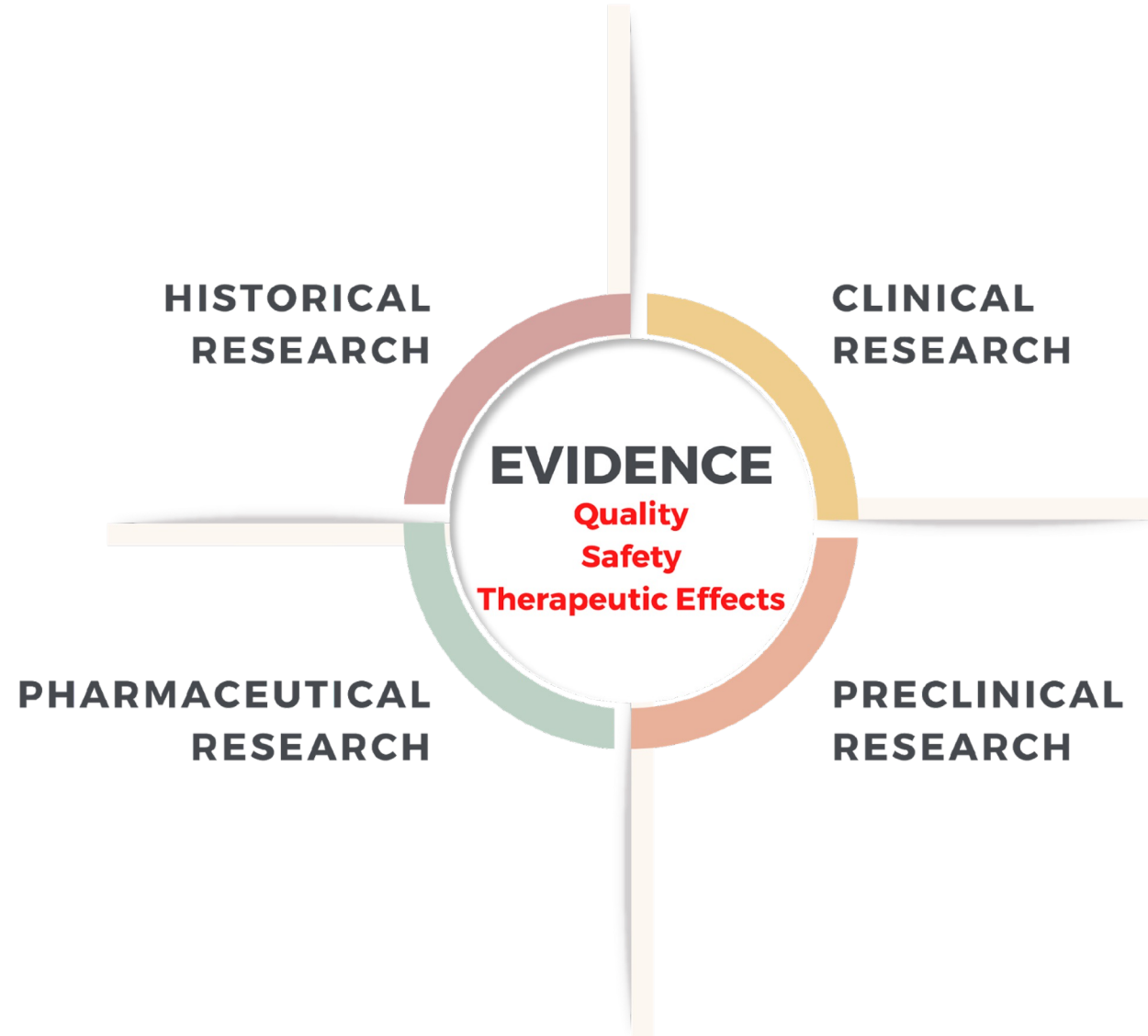
25 products are scientifically proven by clinical studies

PHYTOPHARMACA

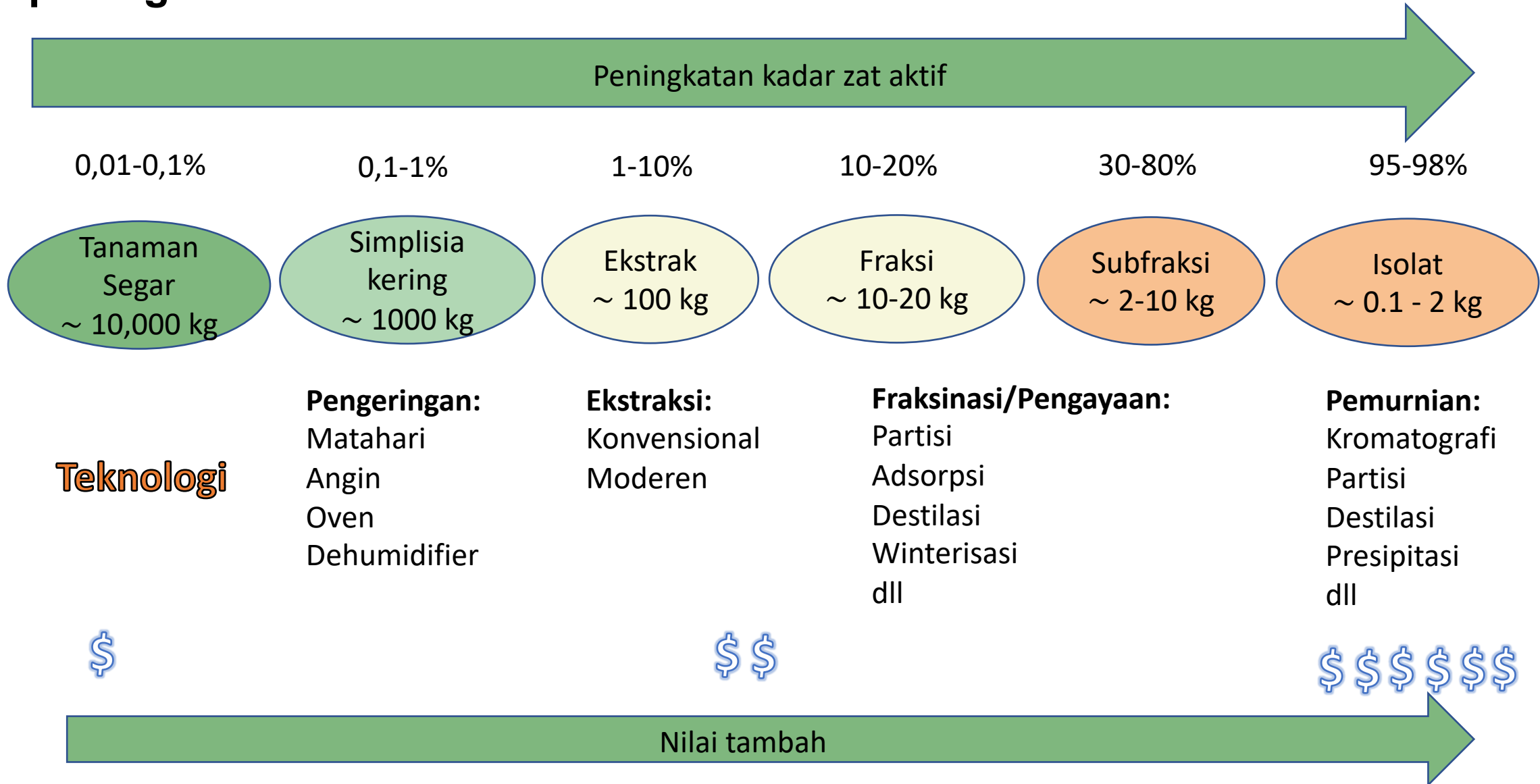
Past, Present, and Future of Herbal Medicine

Drug Discovery and Development Workflow

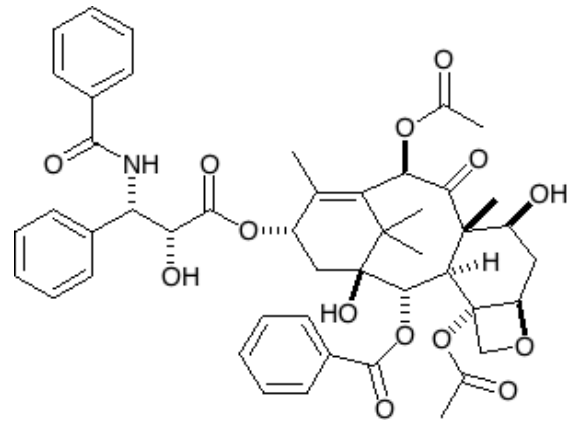
Establishing Evidence for THMP



Peran tahapan ekstraksi, fraksinasi, dan pemurnian terhadap peningkatan kualitas dan nilai tambah obat bahan alam



Paclitaxel (Taxol)



Paclitaxel (Taxol)

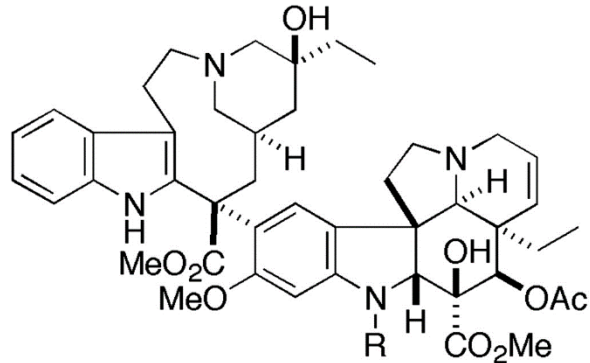


Taxus sp.



Kadar pada kulit batang 0.01-0.02%, 1 g taxol/3 batang pohon, pengobatan membutuhkan 2 g, permintaan pasar 250 kg/tahun, USD600,000/kg. Sintesis kimia sulit dan sangat kompleks

Vincristine & Vinblastine



R = Me: (+)-vinblastine (1)
R = CHO: (+)-vincristine (2)

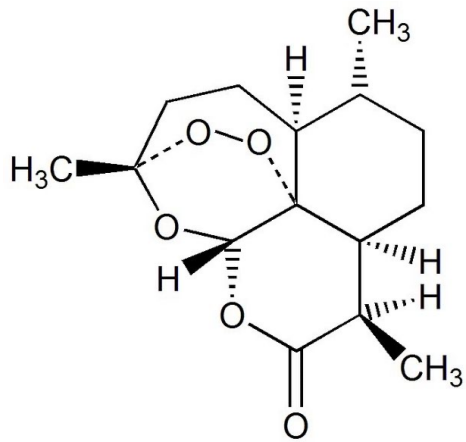


Catharanthus roseus

Kadar 1 mg/kg BK daun, untuk 1 kg vincristine diperkirakan dibutuhkan 1000 ton daun kering yang ditanam pada lahan 1000 ha, USD1,000,000/kg vinblastine, USD2,000,000/kg vincristine. Sintesis kimia sulit.



Artemisinin



Artemisinin



Artemisia annua L.

Kadar pada daun (normal 0.05-0.2%, tertinggi 1.4%), hanya disimpan di kelenjar sekresi trichome, USD400/kg. Sintesis kimia sulit.

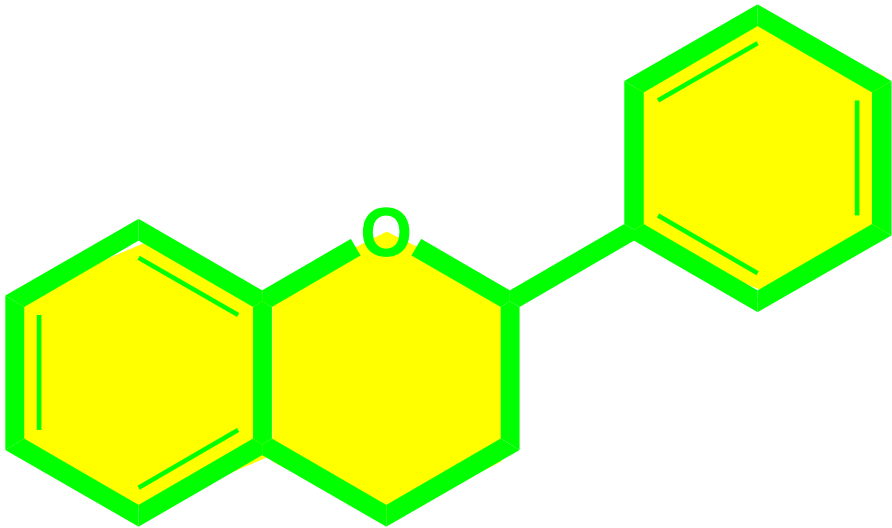
Experiences in Purification of Natural Products

from basic to advance technology

from lab to industrial scale

from bench to market

Flavonoid



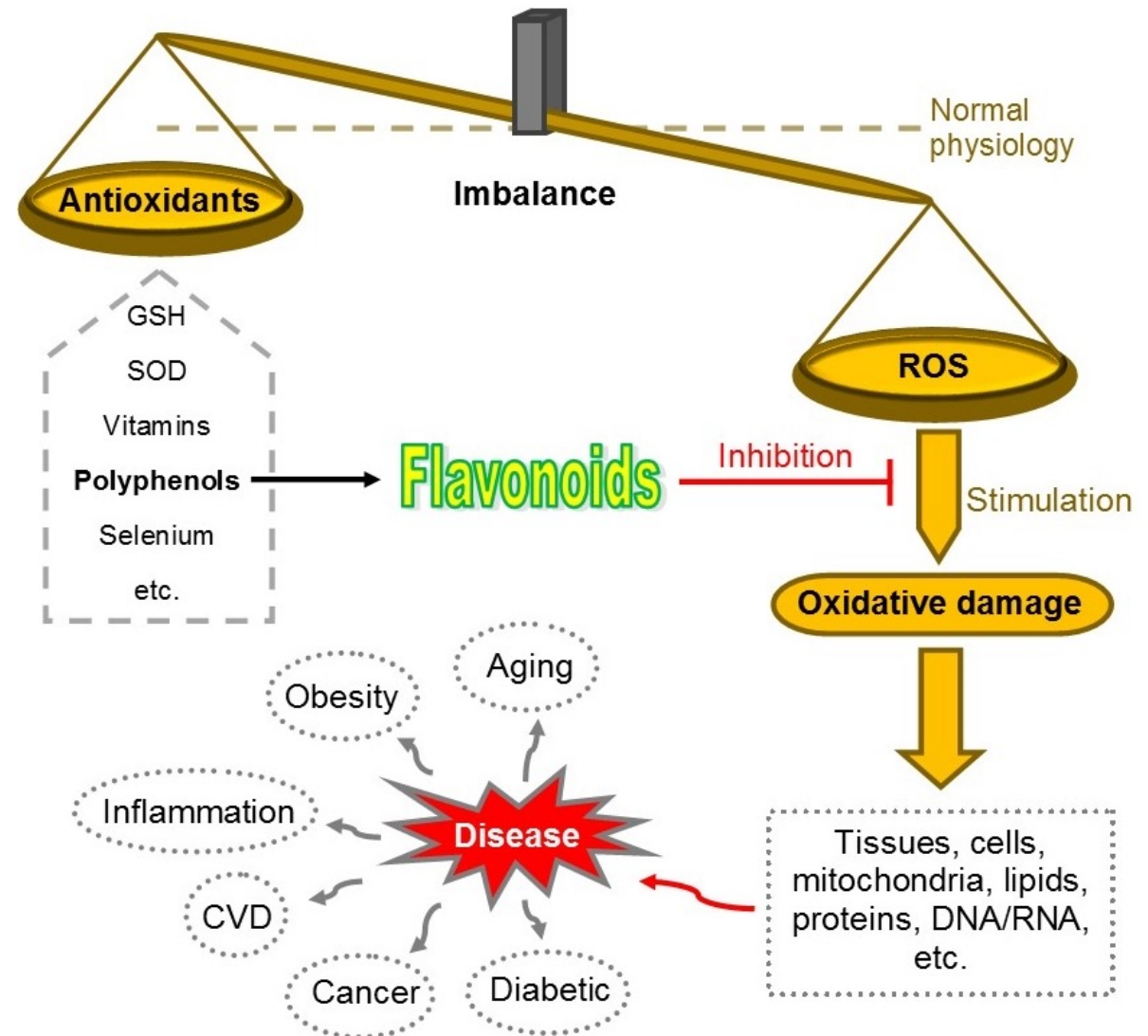
Golongan besar dari senyawa fenolik yang selalu ditemukan pada tanaman tingkat tinggi

Berfungsi sebagai sistem pertahanan alami tanaman menghadapi stress biotik dan abiotik, pigmen, dan sebagainya

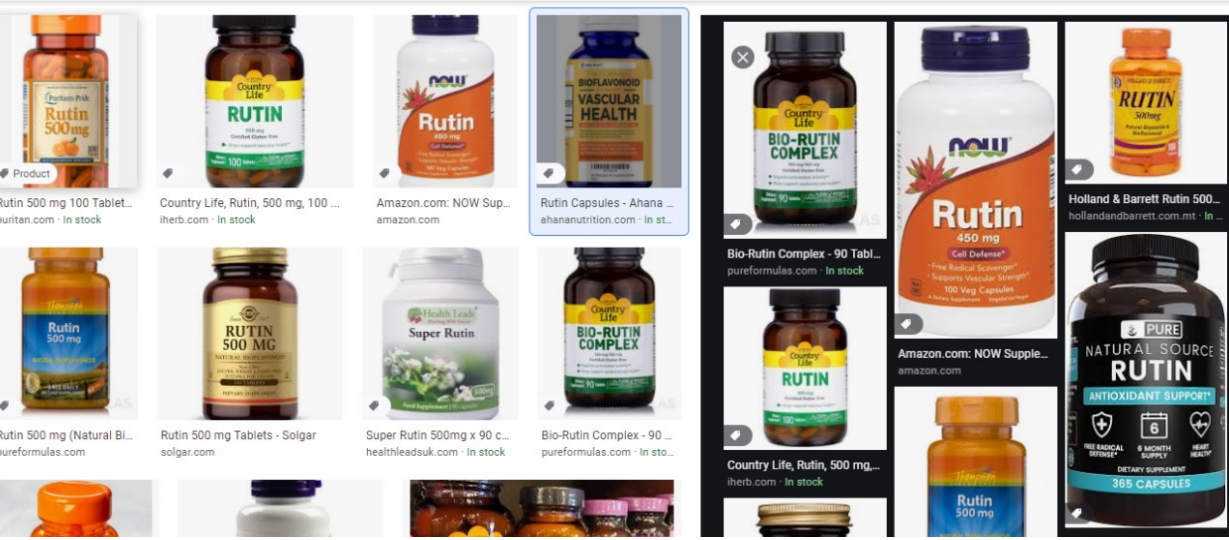
Digunakan dalam produk nutrasetikal karena manfaat kesehatannya

Manfaat kesehatan flavonoid

Anti oksidan
Anti inflamasi
Anti diabetik
Anti kanker
Anti obesitas
Anti penuaan
Kardioprotektif
Neuroprotektif
Immunomodulator



Produk bioflavonoid di pasar global



Singkong



Ladang singkong



Umbi



Batang



Daun

Indonesia menghasilkan lebih dari 20 jt ton singkong (7.5% produksi dunia). Produsen ke tiga terbesar di dunia.

Daun merupakan bagian tanaman yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Daun singkong mengandung flavonoid dalam jumlah besar

Daun singkong dapat dimanfaatkan sebagai sumber baru flavonoid & sumber ekonomi baru

Flash & Preparative Chromatography

Purification of cassava bioflavonoids (CBDs)



Cassava leaves

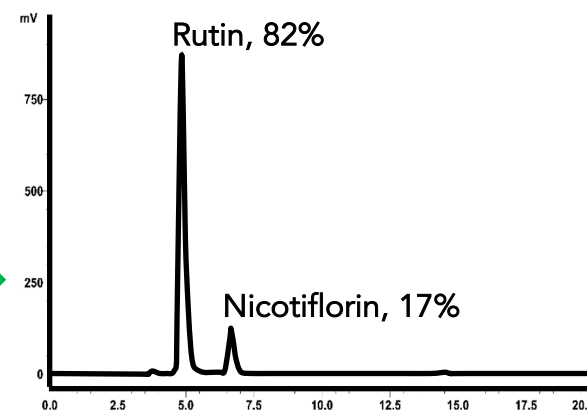
2.4% CBDs
(per dry weight)



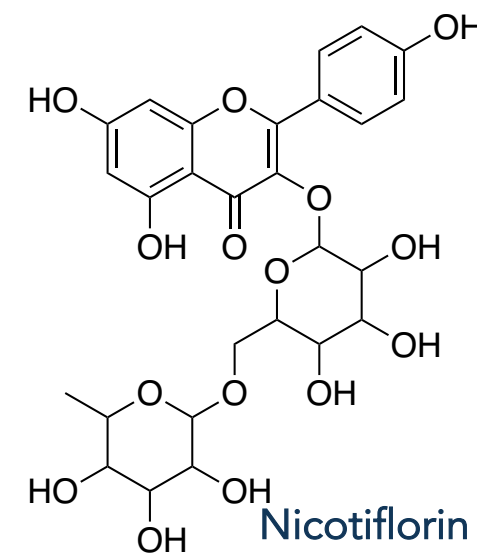
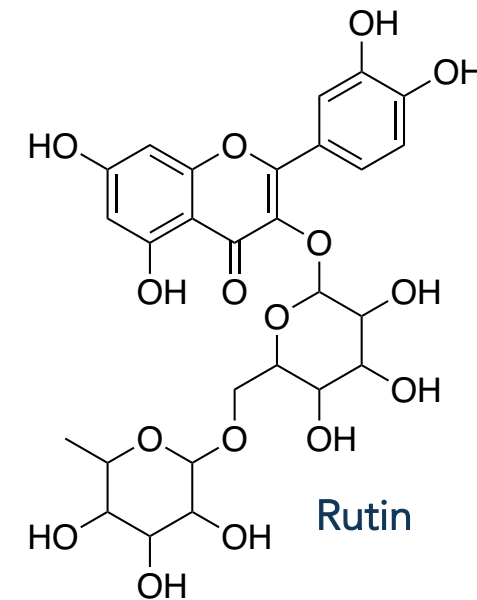
Green extraction and
advance
fractionations



Purified CBDs

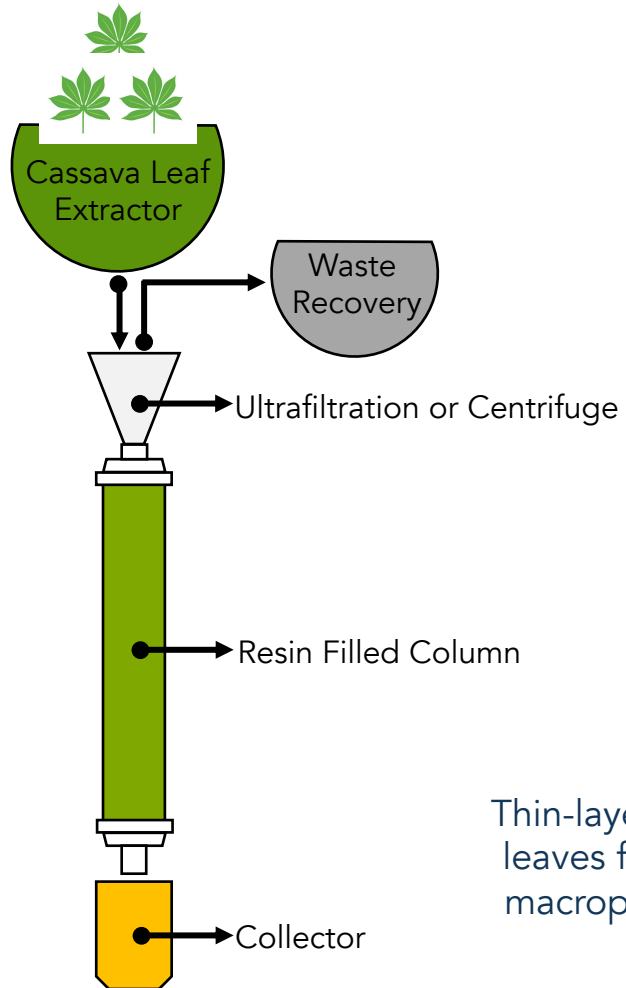


Composition of CBDs

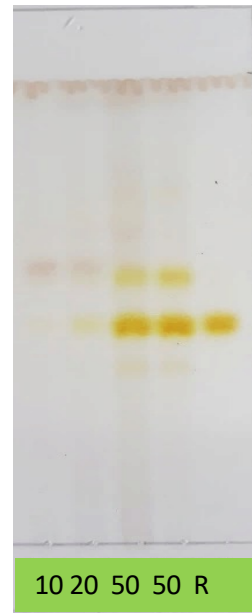


Flash & Preparative Chromatography

Purification of cassava bioflavonoids (CBDs)



Resin column



Thin-layer chromatography of cassava leaves fraction after desorption from macroporous resin. R: rutin standard

Nicotiflorin
Rutin

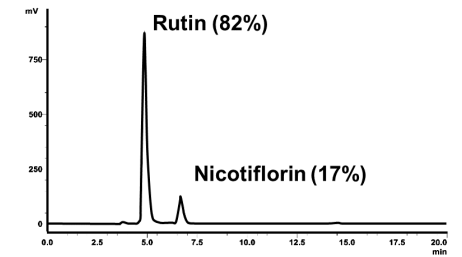
Purification (Precipitation, washing, filtration, re-crystallization)



Precipitate of crude CBDs



Purification of crude CBDs



Pure CBDs

Flash & Preparative Chromatography

Purification of cassava bioflavonoids (CBDs)

Flash

Method Name:

Run Name: RUTIN NICOTIFLORIN/2020-10-09_12-39-16 Rut-Nic 8

Run Date: 2020-10-09 12:44

Column: FP SELECT C18 20g
Flow Rate: 20 mL/min
Equilibration: 2.0 CV
Run Length: 11.0 CV
Mode: Flash Dry

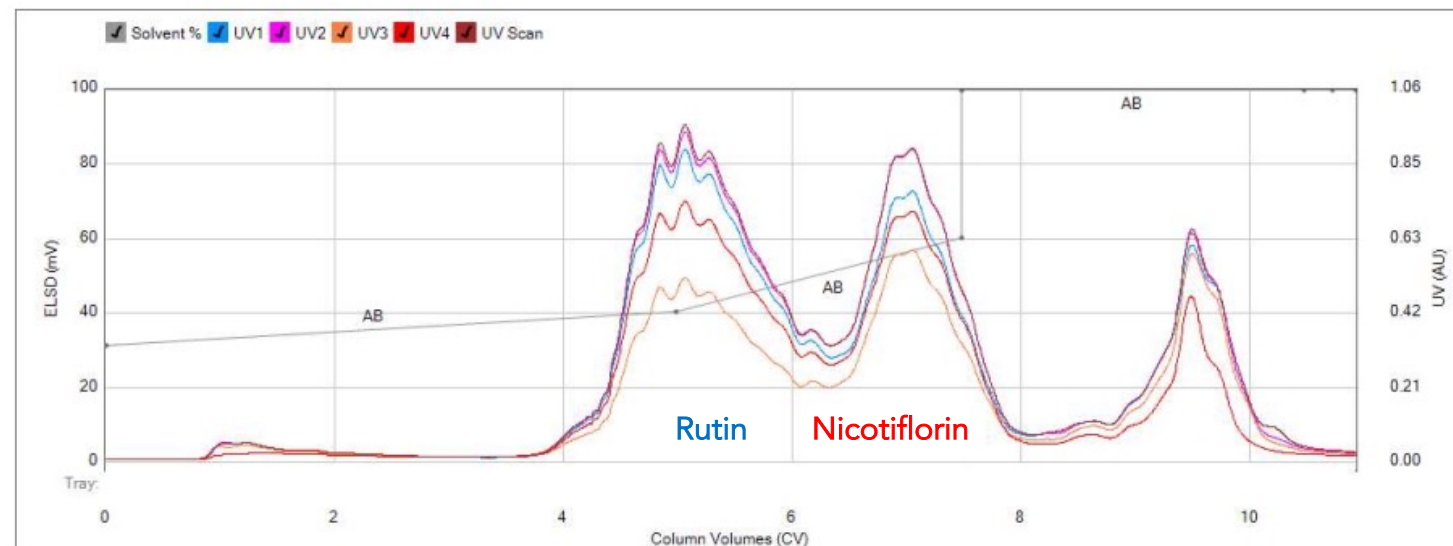
Solvent A: Water
Solvent B: Methanol
Solvent C: Empty
Solvent D: Empty
Slope Detection: Off

UV Threshold: 0.05 AU
UV Sensitivity: Low
UV1 λ : 254 nm
UV2 λ : 265 nm
UV3 λ : 280 nm
UV4 λ : 360 nm
UV scan start λ : 254 nm (M)
UV scan end λ : 400 nm (M)

ELSD Threshold: N/A
ELSD Sensitivity: Low
Collection: Collect None
Per-Vial Volume: 25 mL
Non-Peak Volume: 25 mL



Büchi Pure C-850
Flash & Prep



Pengembangan produk berbasis CBDs

Nutrasetikal

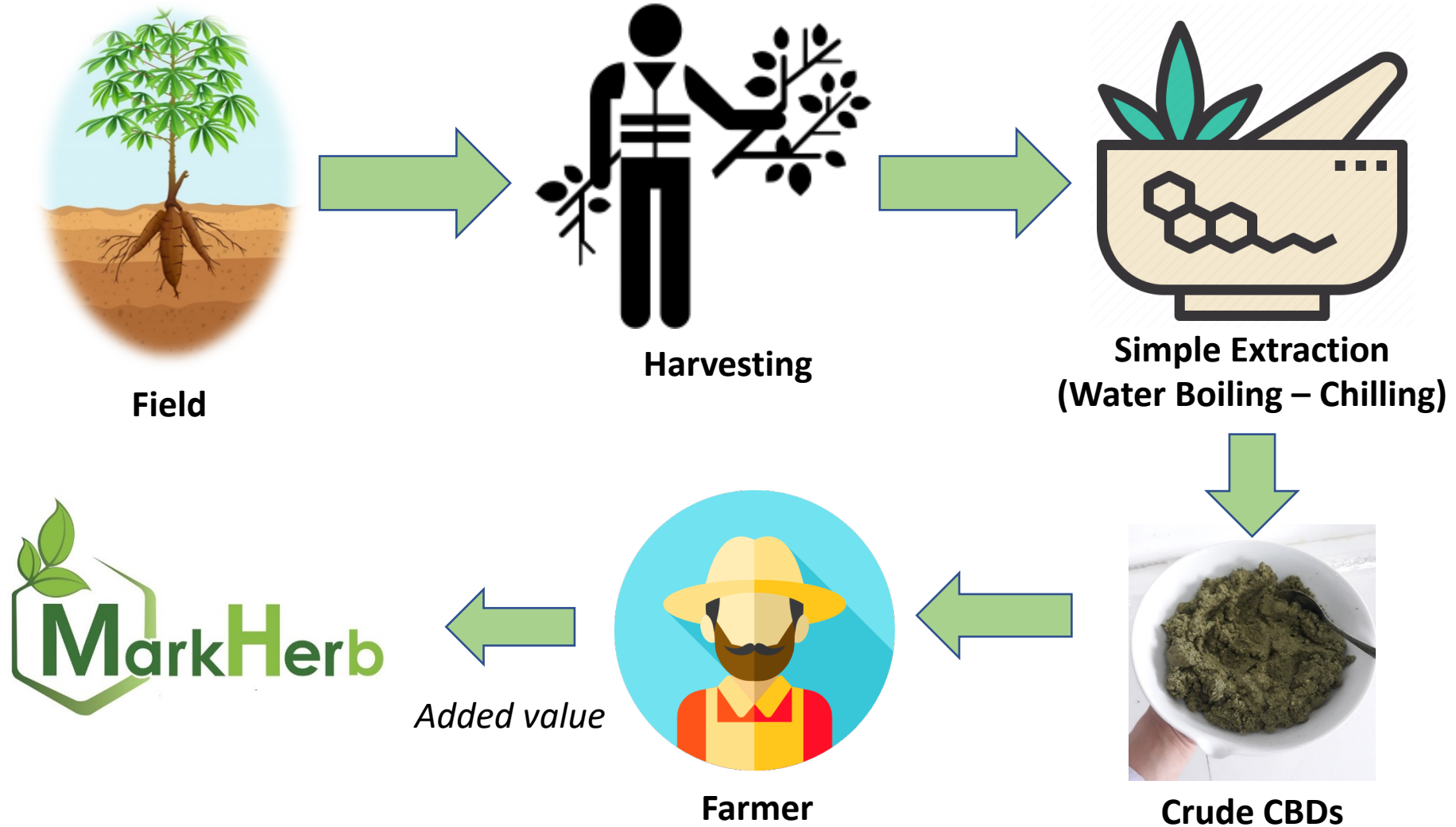


Senyawa marker

Kosmetik



Metode ekstraksi – Aplikasi di tingkat petani

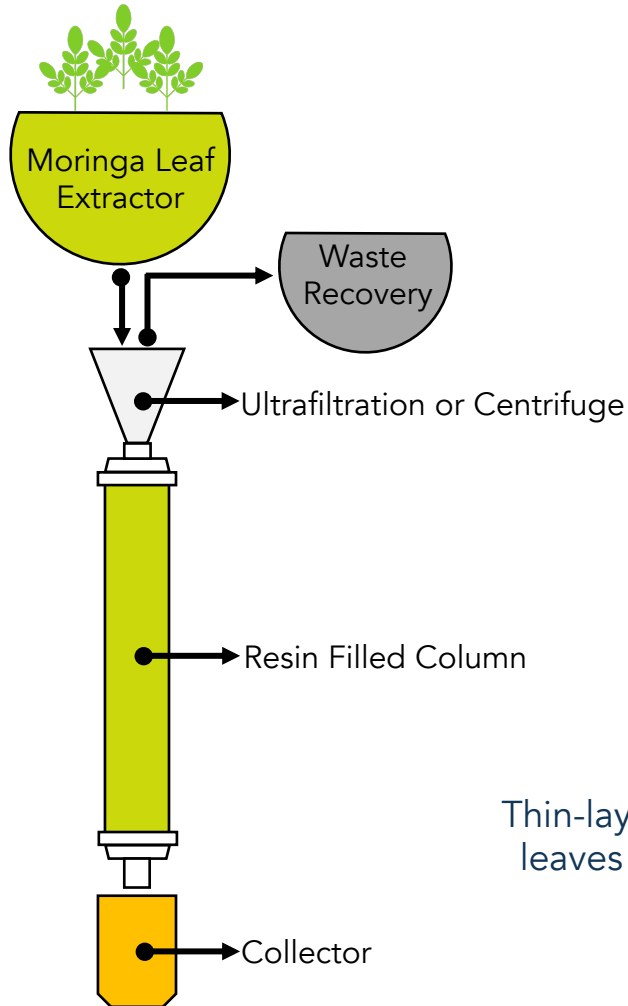


Purification of moringa bioflavonoids (MBDs)

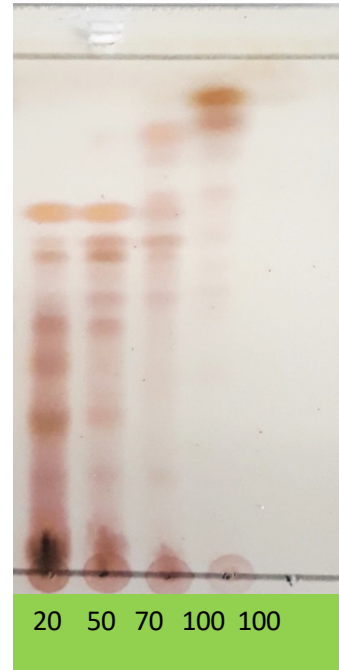


Flash & Preparative Chromatography

Purification of moringa bioflavonoids (MBDs)

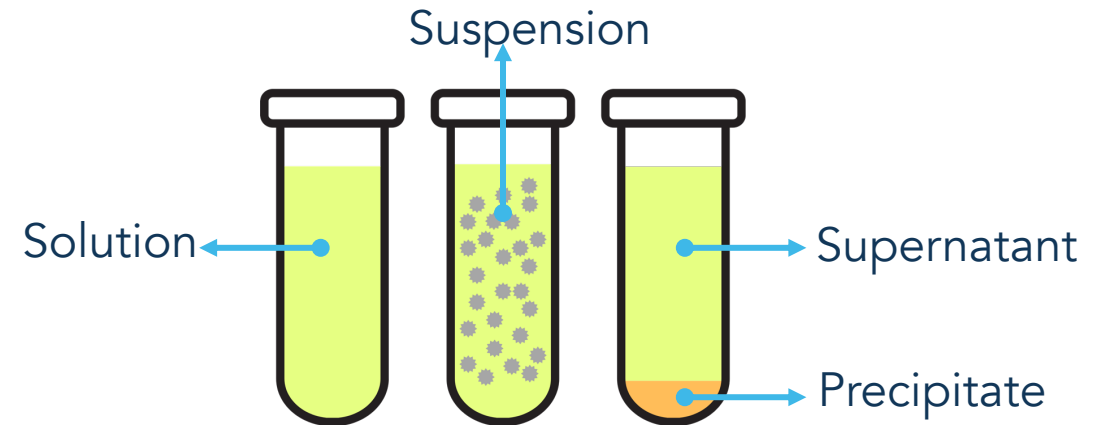


Resin column



Thin-layer chromatography of *Moringa* leaves fraction after desorption from macroporous resin

Fractionation (washing)



Precipitation of tannins and water-soluble fractions

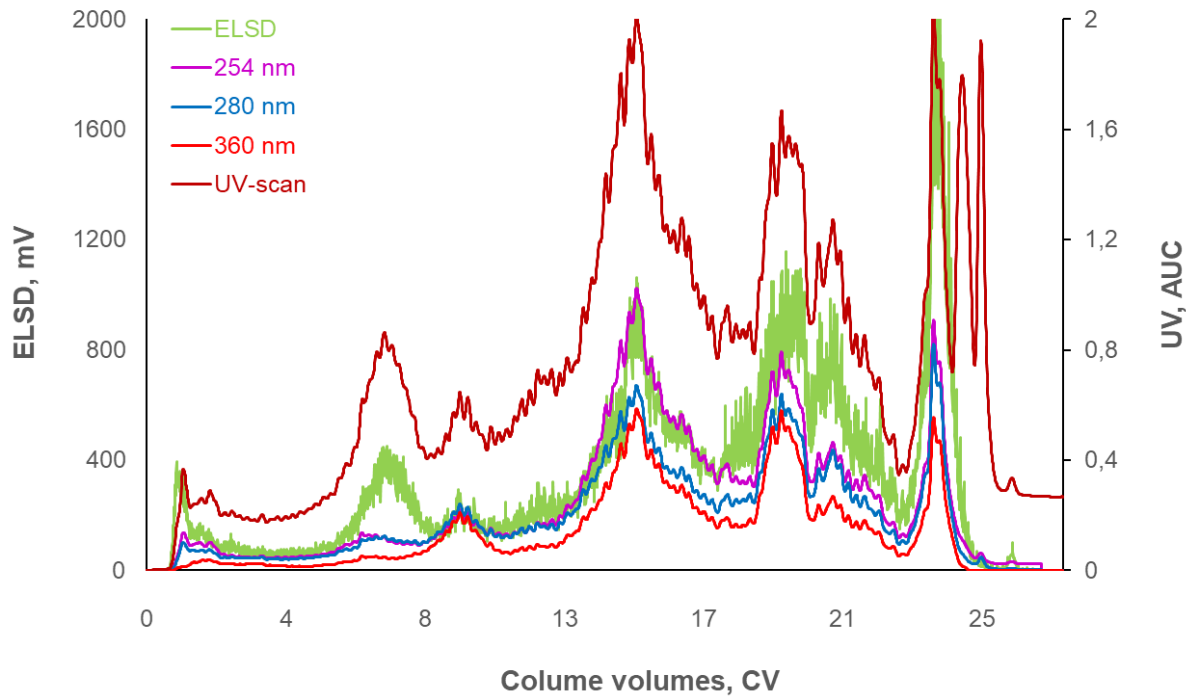
- MBDs fraction was dissolved in ethanol
- Precipitates were formed and removed by filtration
- MBDs-rich supernatant was dried

Flash & Preparative Chromatography

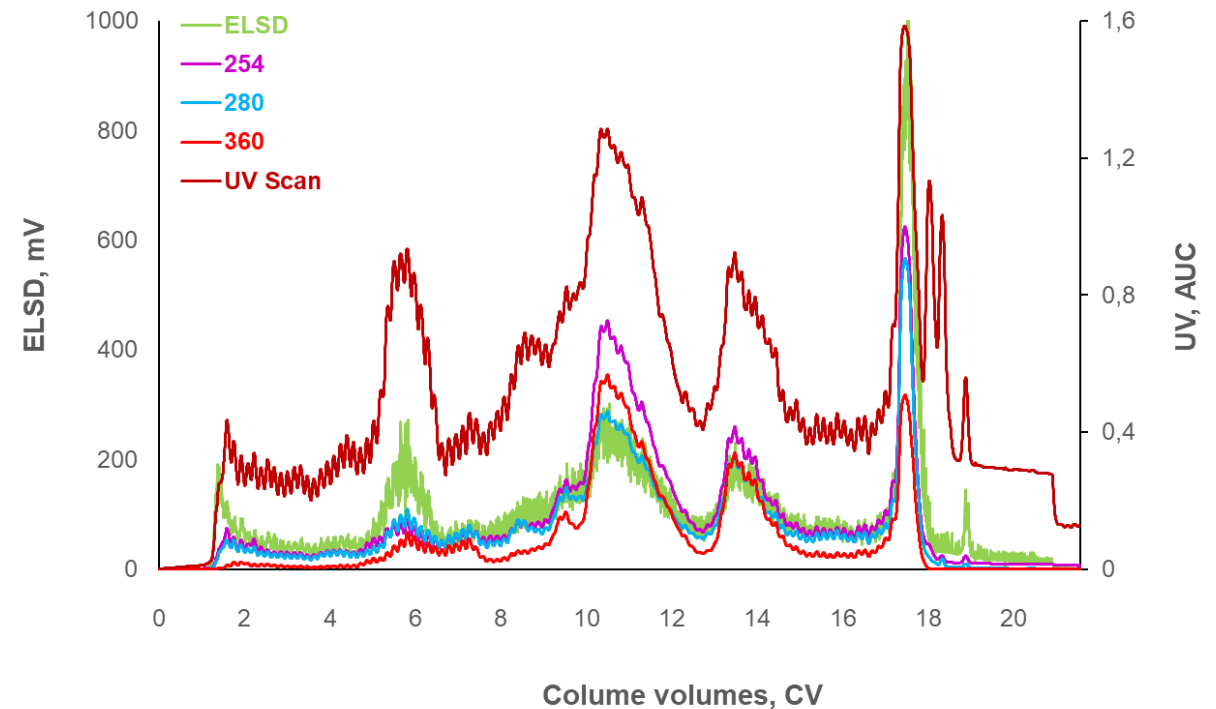
Purification of moringa bioflavonoids (MBDs)

Equipments

The Büchi Pure C-850 as the main equipment for flash and chromatography, Flash chromatography used two C18 cartridges 20 g and 120 g.



Chromatogram of the purification of flavonoid glycosides (fraction 1) on a 20 g C18 FP select

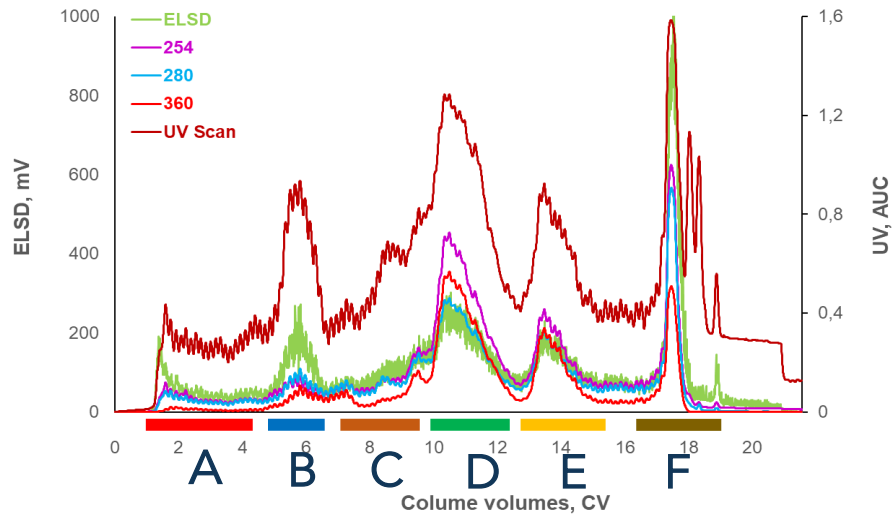


Chromatogram of the purification of flavonoid glycosides (fraction 1) on a 120 g C18 FP select

Flash & Preparative Chromatography

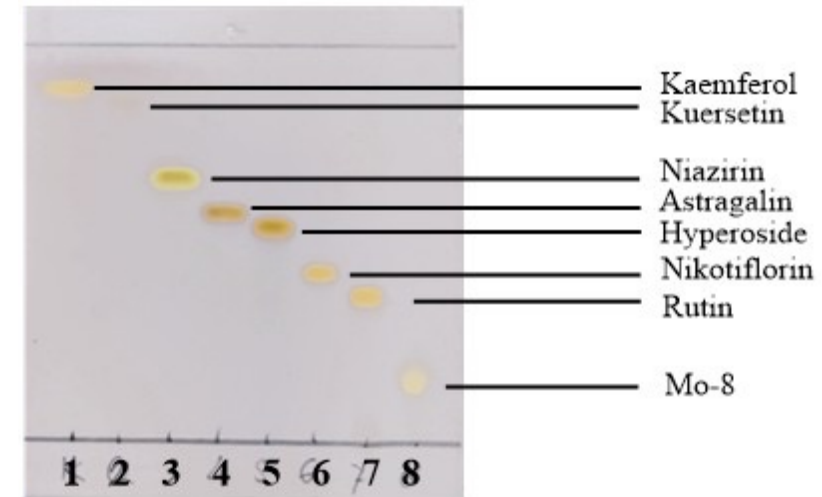
Purification of moringa bioflavonoids (MBDs)

Crystallisation and preparative chromatography

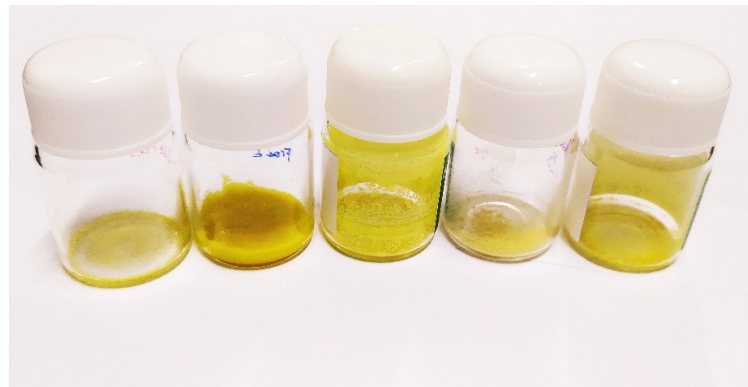


Keterangan:

1. Kaempferol (fraksi 4)
2. Quercetin (fraksi 3)
3. Niazirin (subfraksi B)
4. Astragalin (subfraksi D)
5. Hyperoside (subfraksi D)
6. Nicotiflorin (subfraksi E)
7. Rutin (subfraksi E)
8. Unknown (subfraksi C)



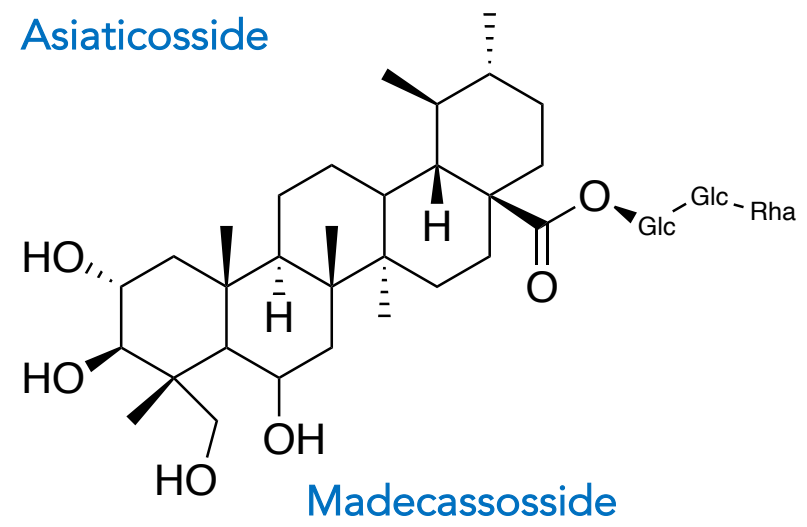
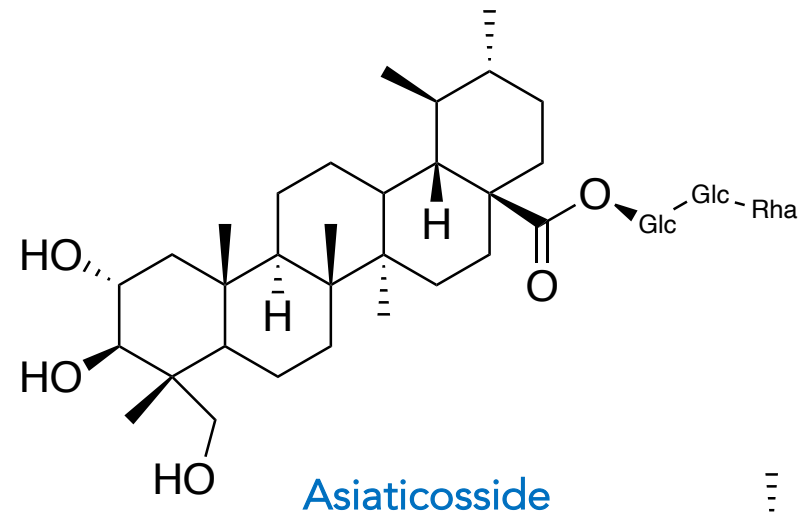
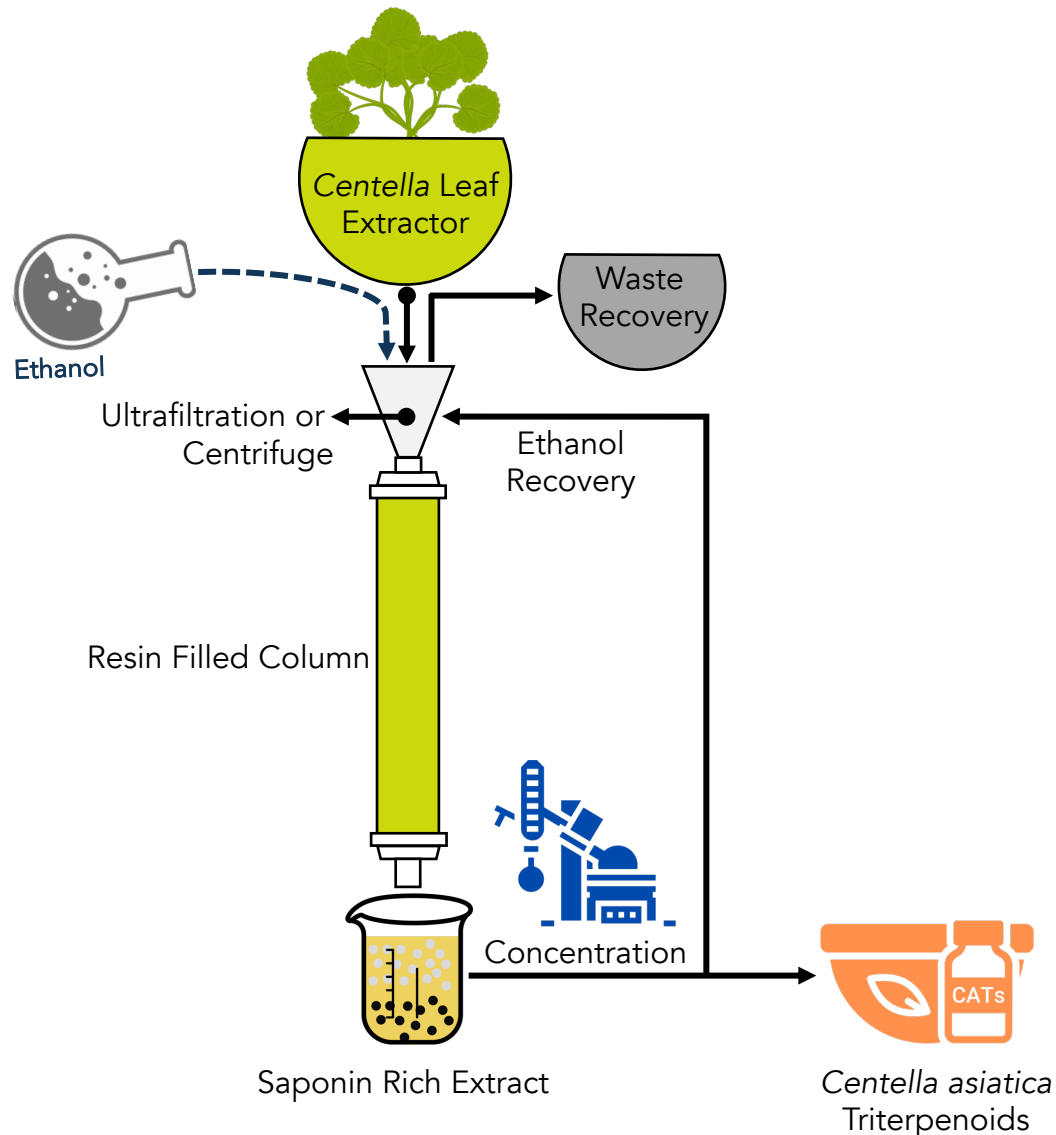
Chromatogram of the purification of 6 g flavonoid glycosides on a 120 g C18 FP select



Pure flavonoids from *Moringa oleifera*

Flash & Preparative Chromatography

Purification of *Centella asiatica* triterpenoids (MBDs)



Flash & Preparative Chromatography

Purification of *Centella asiatica* triterpenoids (MBDs)

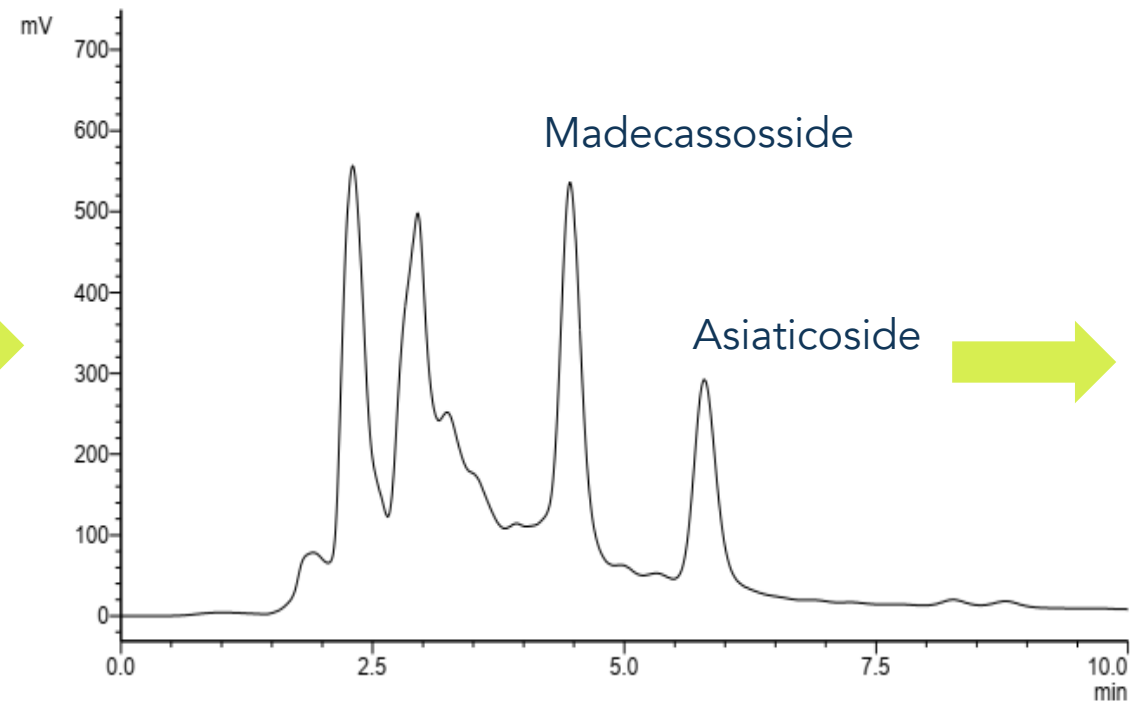
Analysis of saponin fractions

Separation of asiaticoside & madecassoside is not an easy using conventional chromatography due to the low resolution and lack of chromophore



Asiaticoside
Madecassoside

Thin-layer chromatography of saponin fraction from C. asiatica



HPLC chromatogram of saponin fraction from *C. asiatica*

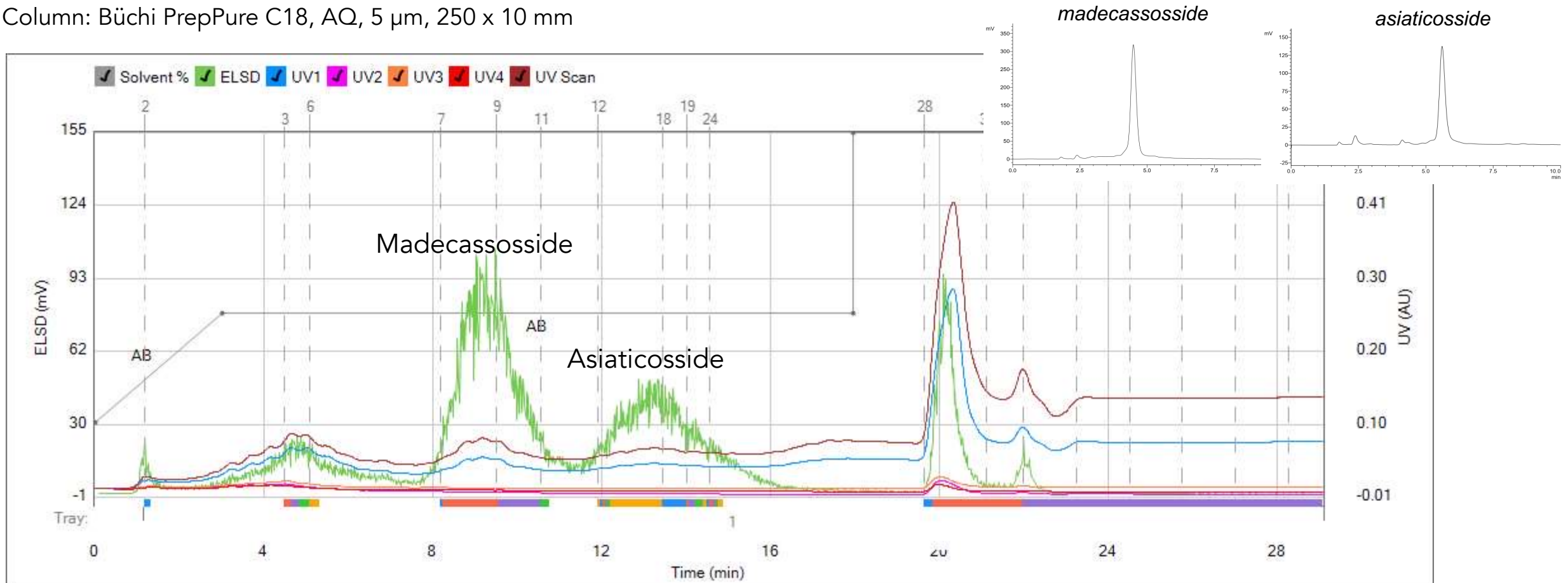


Adoption of HPLC method into preparative chromatography

Flash & Preparative Chromatography

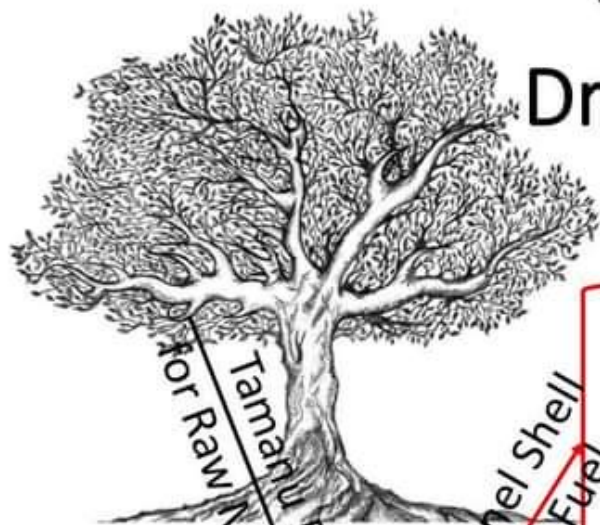
Purification of *Centella asiatica* triterpenoids (CATs)

Column: Büchi PrepPure C18, AQ, 5 µm, 250 x 10 mm



Separation of asiaticoside-madecassoside using Büchi preparative chromatography

Tamanu-Based Drop-in Local Fuels

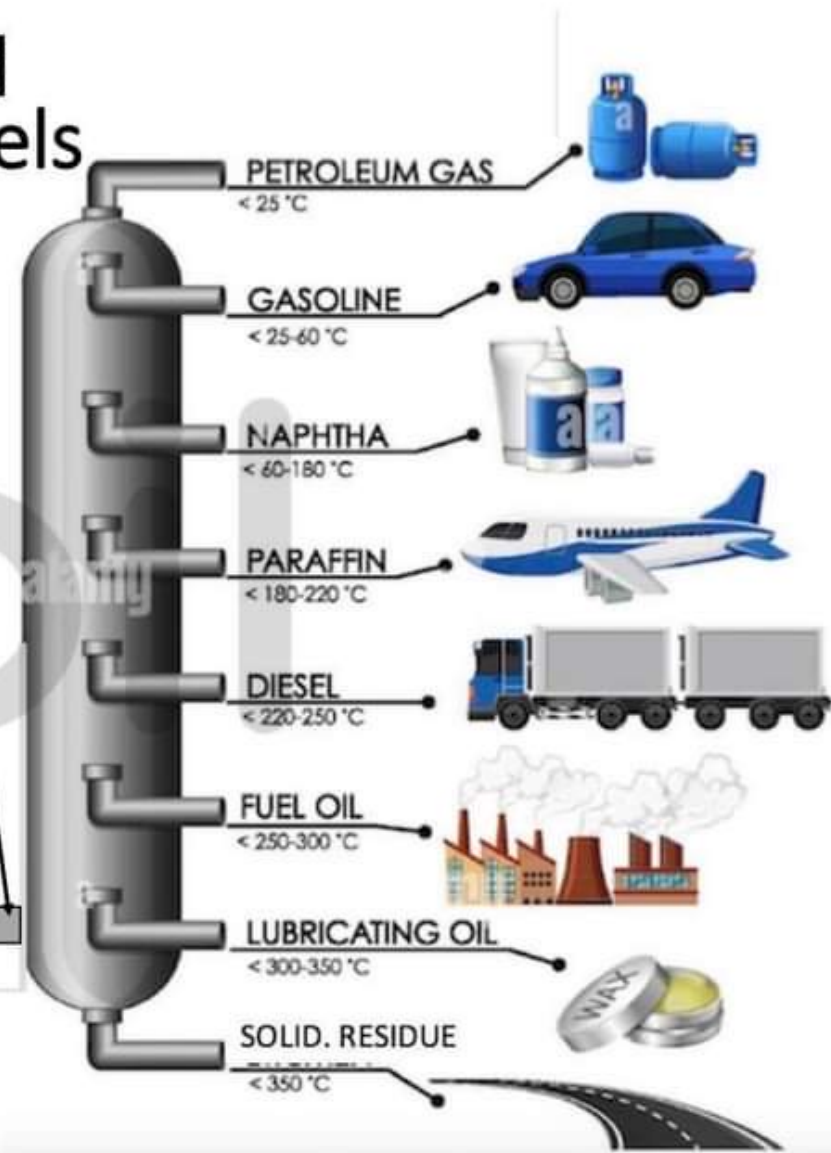


Catalytic Cracking

Catalytic Pyrolysis

Enzymatic

Various C Length Hydrocarbons



TAMANU GREEN INDUSTRIES

Energy Industry

Bio-diesel | Green Diesel
Green Gasoline | Bio-Jet
Green LPG | Electricity

Feed Industry

High Protein
Concentrate

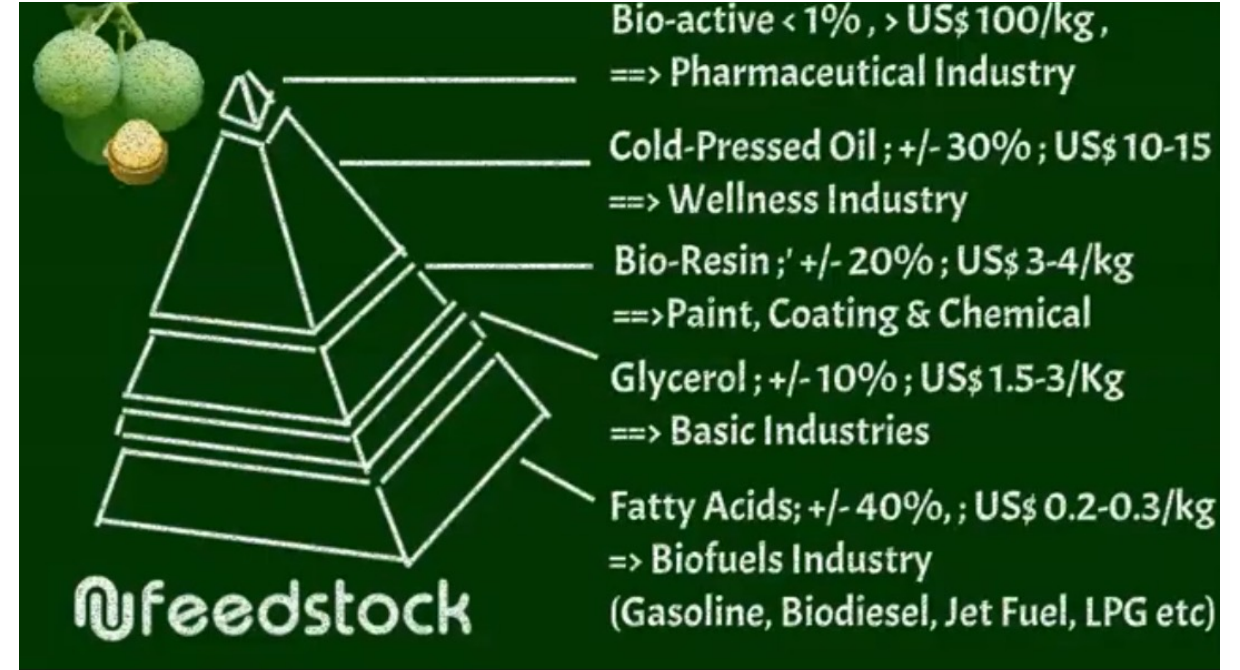
Impact Industry

Carbon Trading | Net Zero Instruments
Social Empowerment | CSR | Waqf



Wellness Industry

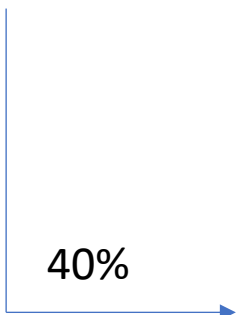
Antiaging | Anti wrinkle
Antioxidant | Moisturizing
Soothing | Hair conditioning
Skin conditioning | UV absorber
Healing | Protective | Softening
Regenerating | Revitalizing
Repairing | Antiinflammatories
Anti stretch mark | Emolients
Sensory enhancers | Restructuring
Replenishing | etc.



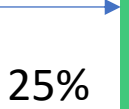
	Yearly	Mohtly	daily
Plantation area (ha)	100		
Nut production (ton)	20.000	1.667	56
VTO production (ton/year)	8.000	667	22
Refined oil production (ton/year)	5.333	444	15
Tamanu oil polyphenol production (ton/year)	2.667	222	7



Calophyllum innophyllum



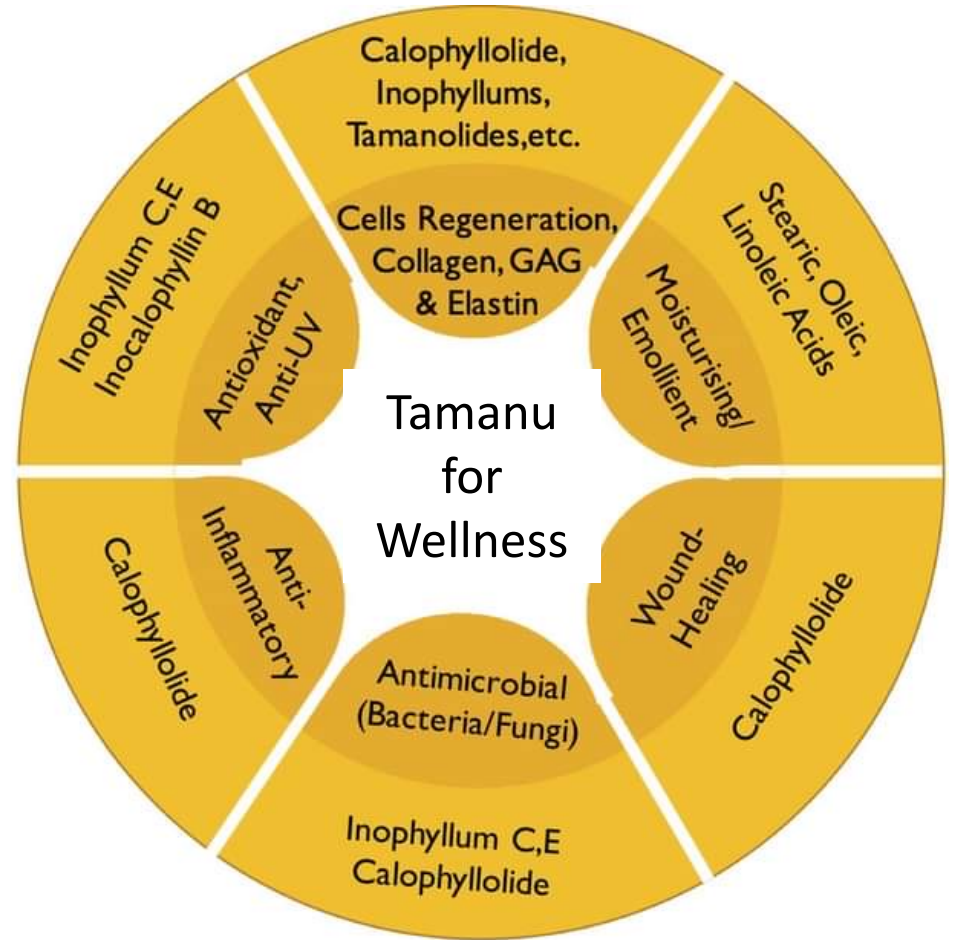
Virgin Tamanu Oil



Tamanu Oil Polyphenol



Refined Tamanu Oil




To be used for biofuels



Products of

ebmiscitech

A laboratory setting with a microscope in the background, a person in a white lab coat and blue gloves holding a test tube, and various glassware containing liquids on a lab bench in the foreground.

Regulation for herbal
standardisation: Indonesian
Herbal Pharmacopoeia



Researchers, students,
government, and industries are
struggling to obtain
phytochemical markers

Our solution

We provide high quality phytochemical markers with competitive price

Funded by



School of Pharmacy



RISPRO LPDP



Marker compounds

Current Progress:

- > 200 marker (identified)
- > 100 plants

Focused plants:

- >150 plants (FHI, IEBA, Zingiberaceae)

Targets:

- >500 marker compounds (end of 2022)

The screenshot displays the MarkHerb website interface. At the top, there is a navigation bar with the MarkHerb logo, a 'Sign In' button, and a 'Contact Us' button. Below the navigation bar, there are links for 'Home', 'Shop', 'Profile', 'Services', 'Research and Collaboration', and 'Articles'. A shopping cart icon with a '0' next to it is also present. The main content area features a 'SHOP NOW' button with a shopping basket icon. On the left, there is a 'CATEGORIES' section with radio buttons for 'All Products' (selected), 'Plant', and 'Compound Group'. A search bar is located at the top of the product grid. The product grid shows eight items, each with a chemical structure, name, and price:

Product Name	Price (Rp)	Status
Stevioside	1,033,000.00	Out of stock
Caffeine	365,000.00	Available
Andrographolide	620,000.00	Available
(±)-Alliin	3,275,000.00	Available
Scopoletin	925,000.00	Available
Aloin B	2,825,000.00	Available
Aloin A	2,175,000.00	Available
Aloin	1,058,000.00	Out of stock

At the bottom of the product grid, there is a pagination bar with 'Prev', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', and 'Next' buttons.



Sign in

Contact Us

MarkHerb Provides Reference Compounds with Trusted Quality

SHOP NOW



Products, services, collaboration

Products

Marker
compounds

Ingredients

Standardised
extracts

Botanical
references

Services

Laboratory
analysis &
services

Extraction,
fractionation,
& purification

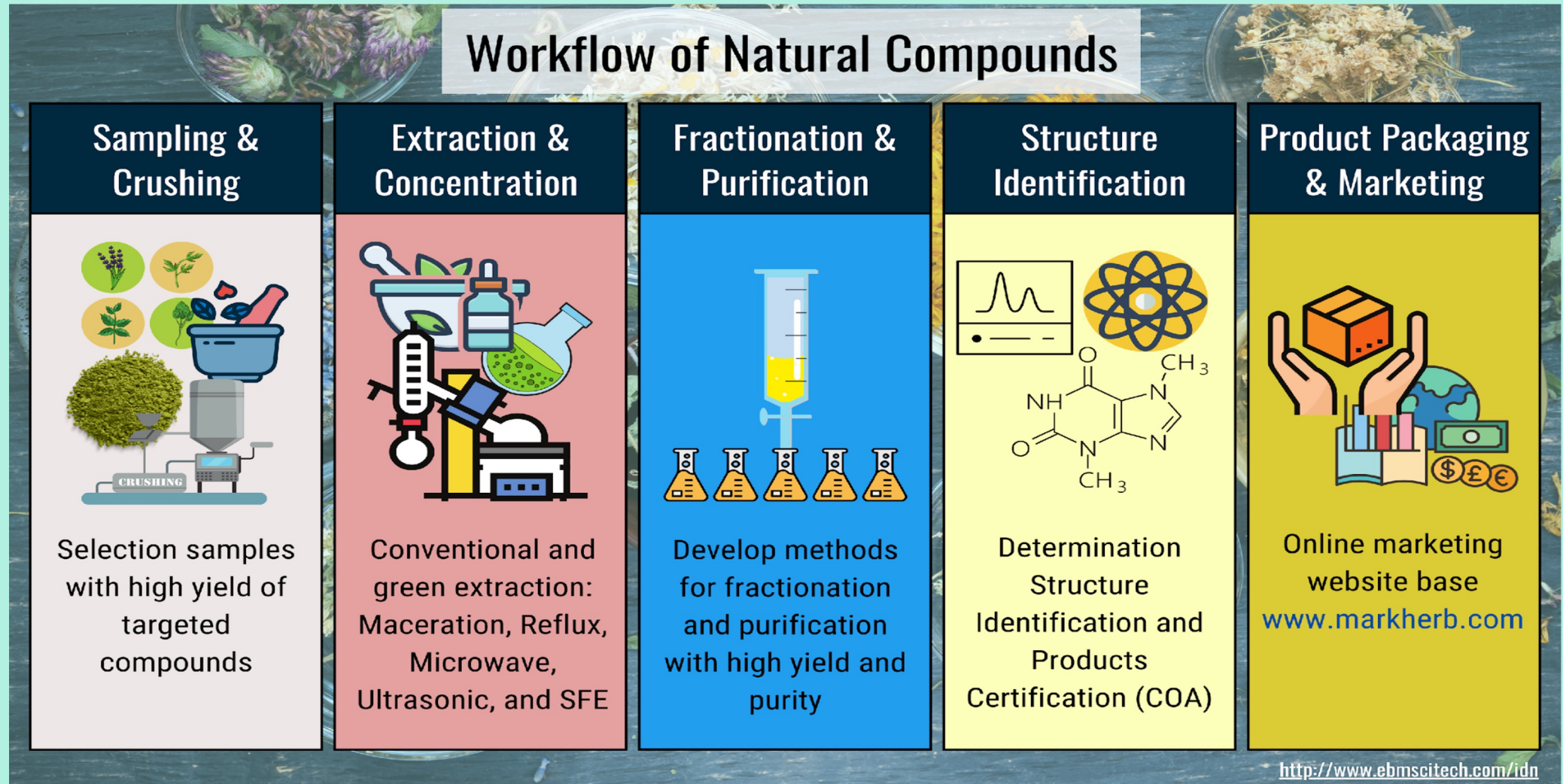
Chemical
structure
elucidation

Research & collaboration

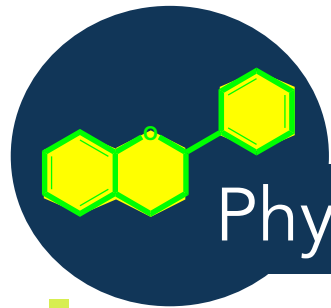
Markherb External
Research
Collaboration
(MERC)

Natural product
repository

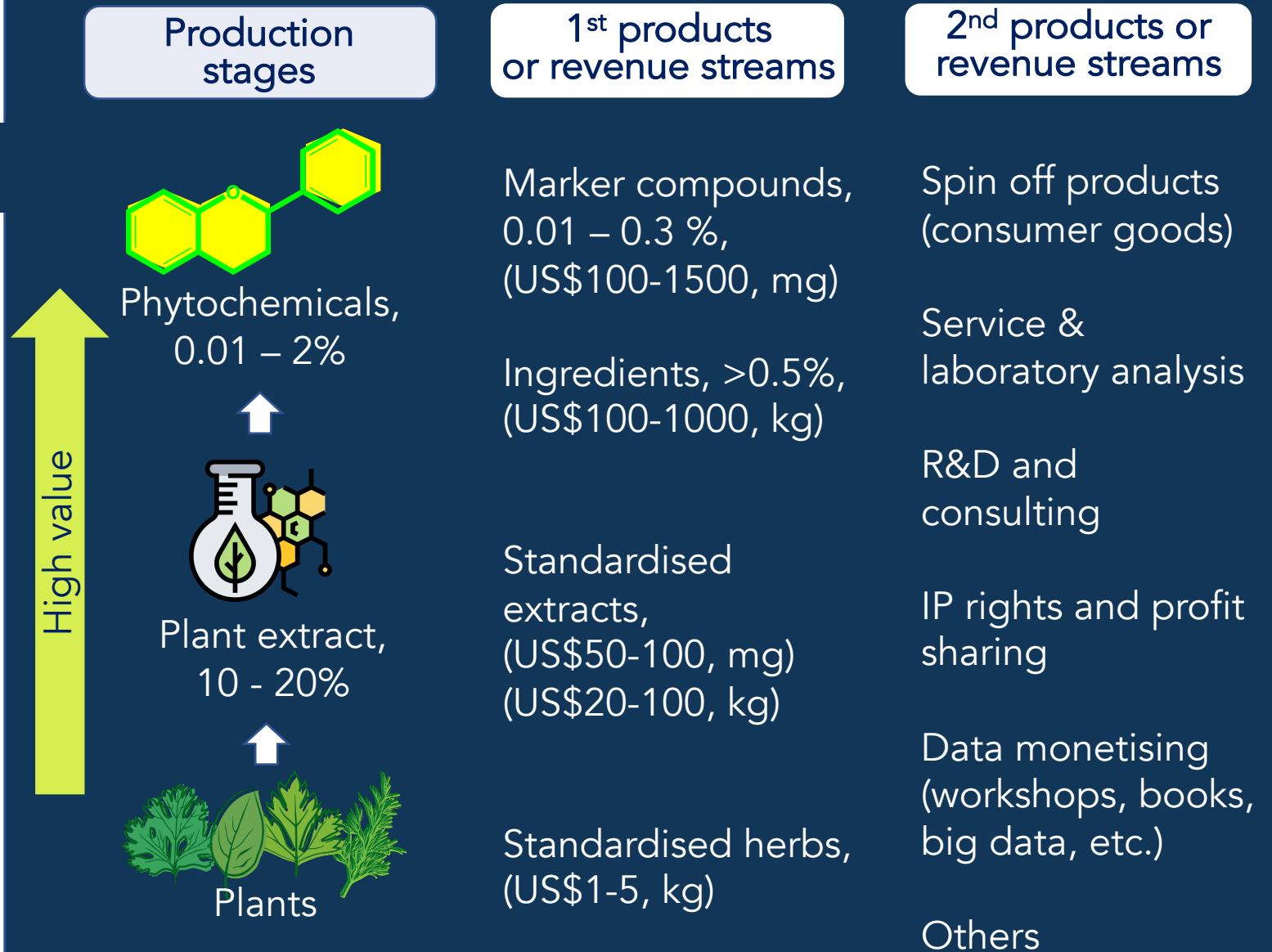
Production flow



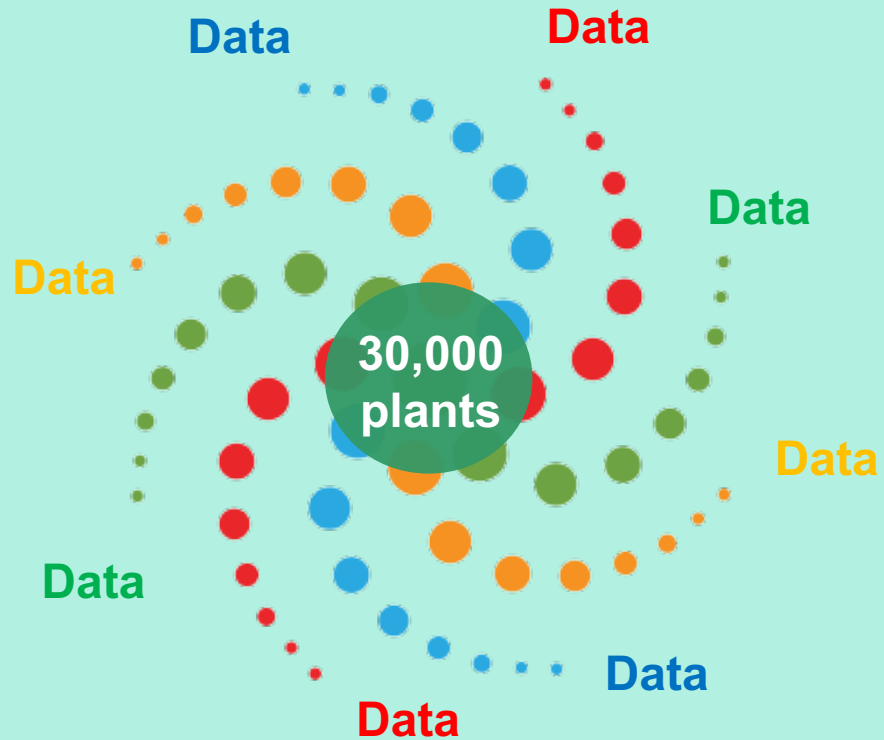
ebm|scitech Business Process



-  Pharmaceuticals
-  Cosmetics and perfumes
-  Foods (natural dyes, preservatives, fragrances, sweeteners, etc.)
-  Agricultures (natural pesticides, herbicides, fungicides, etc.)
-  Animal supplements
-  Bio-materials



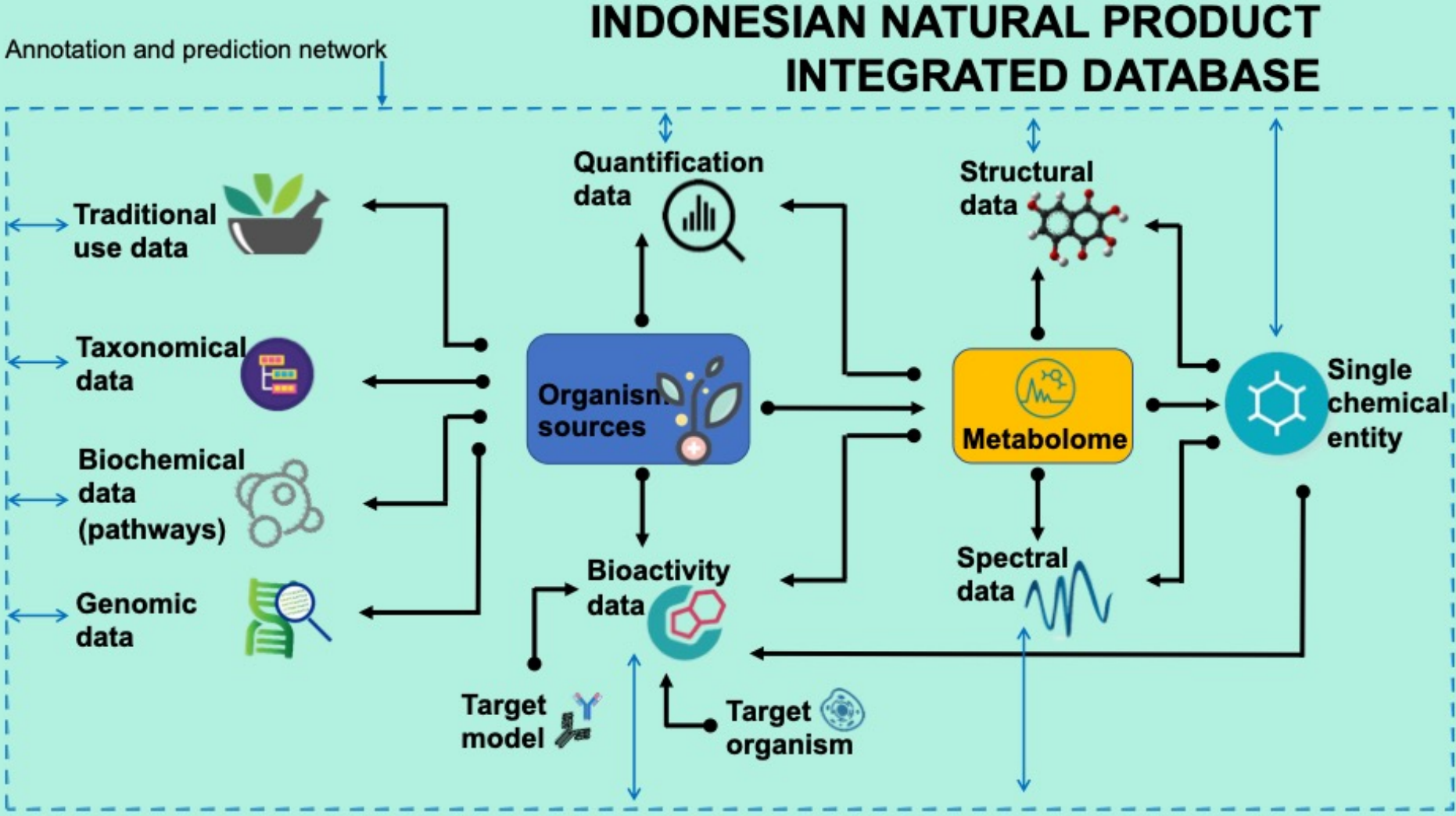
New insights



“Research Vortex”

- Spin-off products (consumer goods)
- Laboratory services & analyses
- R&D and consulting
- Big data of Indonesian biodiversity

Big data of Indonesian biodiversity



From Bench to Market: How basic research can be directly commercialised

BACKGROUNDS

Indonesian Herbal Pharmacopoeia:
Marker compound for standardisation

PROBLEMS

Industries, academia, and governments
are struggling to obtain phytochemical
markers

SOLUTION

Continuous research since 2015 to provide
high quality phytochemical markers with
competitive price.

Funded by



School of Pharmacy



RISTEKDIKTI



RISPRO LPDP

Innovator(s): Prof. Dr. apt. Elfahmi;
Dr.rer.nat. Agus Chahyadi

OUTPUT



A trademark registered by ITB with
registration number IDM000899226

Current Progress: more than 200 marker compounds

Focused plants: >150 plants (FHI, IEBA, Zingiberaceae)

Targets: >500 marker compounds (end of 2023); e-catalogue

An R&D start up who has the license
to use the trademark and run the
commercialization

ebmscitech

Products: marker
compounds, herbal
ingredients, *spin-off*
products

Services: laboratory
analysis and services,
R&D and consulting



AVAILABLE ON www.markherb.com

From Bench to Market: How basic research can be directly commercialised



RADIAL CHROMATOGRAPHY

Additional outcome from LPDP & then supported by LPIK ITB



LAB & PILOT SFE

In collaboration with PT Cipta Atsiri Nano



Piper cubeba oil



Red ginger oil



Kaffir lime oil



Pure eugenol



Nutmeg oil (kernel)



Nutmeg oil (mace)

The oils are marketed under trademark





Global network in development of biodiversity for health purposes

- ❖ Research collaborations have been led by Elfahmi last 5 years in development and utilization of biodiversity for health purposes such as nutraceutical, herbal medicine and plant derived drugs
- ❖ Funding include



\$ US 117,274

Daewoong
Pharmaceutical Co.,
LTD, Korea

Development of chenodeoxycholic acid (CDCA) production from chicken bile and the stability of chicken bile



IDR 8.5 Bill

Pruduction of marker and active compounds from medicinal plants



IDR 700 Mil

University Center of Excellence, Nutraceutical (PUI-PT, Nutraceutical, Biosciences and Biotechnology

Research Center, ITB



> IDR 5 Bill



Research collaborations with different institutions and industries, etc

Global networks make us closer to achieve **excellence goals**

Academia



Industry



Government



Contribute To SDGs



COMPANY BRIEF
PROFILE

ebmscitech

Your reliable research partner



ABOUT
EBM SCITECH

EBM Scitech, founded in 2020, is a research-driven company based in Bandung, West Java, Indonesia.



EBM Scitech

The core business of our company is providing Research and Development (RnD) as well as consultation services for other companies, governments, SMEs, and groups/individuals who need to solve their problems, develop new products or to validate and/or improve their existing ones.

- EBM Scitech aims to spread its wings globally beyond the field of food and pharmaceuticals.
- Creating a research-driven business hub which embraces and facilitates all technology and business fields.
- Inviting high quality researchers and experts to join our company in order to grow into a more universal business incubator.

MEET OUR TEAM

SCIENTISTS & RESEARCHERS

ebm'scitech



FOUNDER & ADVISOR

Prof. Dr. apt. Elfahmi

Currently working as a senior lecturer in School
of Pharmacy, Bandung Institute of Technology

CEO & CO-FOUNDER

Dr.rer.nat. Agus Chahyadi

He graduated from ITB with a Masters degree at the School of Pharmacy in 2011. From 2014 he pursued his PhD in natural sciences at the Institute of Pharmaceutical Biology and Biotechnology, Phillipps-Universität Marburg, Germany. In 2017, he graduated and went back to Indonesia to dedicate his knowledge and expertise for the betterment of science in Indonesia and to build a business driven by evidence-based science.

EXPERTISE

Agus specializes in phytochemistry, natural products, medicinal plant biotechnology, and genetic engineering for specialized metabolite production.



OUR PROFESSIONAL TEAM

MEET OUR TEAM



Andi Rifki Rosandy, Ph.D
COO



**Laode Muh. Ramadhan
Al Muqarrabun, Ph.D**
CAO



**Nurinanda P. Qomaladewi,
S.Farm., M.Sc**
CFO



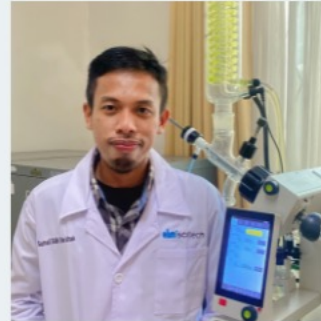
Adrian S. Siregar, Ph.D

OUR PROFESSIONAL TEAM

MEET OUR TEAM



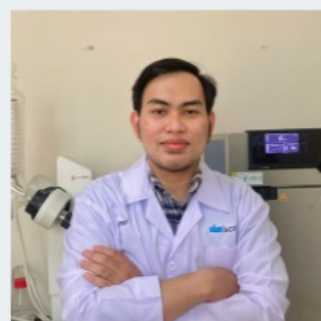
Syefira Salsabila, M.S.Farm



Sumail Sidik Ode Ishak, M.S.Farm



apt. Diah Astari Salam, S.Farm



Amrianto, M.S.Farm

EBM SCITECH

OUR R&D SERVICES

PRODUCT DEVELOPMENT & IMPROVEMENT



Product development and improvement for other companies including food, supplement, herbal, cosmetic, agricultural-, and animal-related products.

LABORATORY SERVICES & ANALYSES



We provide bioactivity assays and phytochemical identification and characterization services for herbal supplement and cosmetic products.

RESEARCH & CONSULTATION



We offer research and consultation services for companies to help provide solutions to various business problems.

OUR FACILITIES

FORMULATION LABORATORY

Herbal, Supplements and cosmetics
prototyping plants

NATURAL PRODUCT LABORATORY

Extraction plants
Phytochemical- & bio-purification plants

ANALYTICAL LABORATORY

Biological assays apparatus
State-of-the-art chromatography and
spectroscopy instruments

PRECLINICAL RESEARCH LABORATORY

Animal laboratory
Histopathology laboratory

Our Products



MarkHerb

Reference compounds from medicinal plants and their analysis services



Flabio

Herbal foods and supplements



HiBella

Skincare products



RISET DAN PENGUATAN REKACIPTA BAHAN BAKU OBAT DAN KOSMETIK HALAL

Nurkhasanah

Fakultas Farmasi Universitas
Ahmad Dahlan, 2022



PROFILE

Prof. Dr. apt. Nurkhasanah, M.Si

- Educational Background

Sarjana Farmasi UGM
Apoteker, UGM
Magister. Ilmu Farmasi, UGM
Doktor, Biokimia, UKM Malaysia

- Sertifikasi

Asesor kompetensi
Asesor akreditasi jurnal nasional
Reviewer penelitian
Penyelia Halal
Auditor Halal

- Work experience

Dosen UAD, 1996-now
Kaprod S1 Farmasi, 2013-2018
Kaprod S2 Farmasi, 2010-2013
Kaprod S3 Farmasi, 2021-sekarang
Ketua ADHC, 2018-2022
Editor in Chief Pharmacia, 2014-sekarang



OUTLINE



Pendahuluan

Tema-tema riset sains halal berdampak tinggi

Metodologi riset sains halal

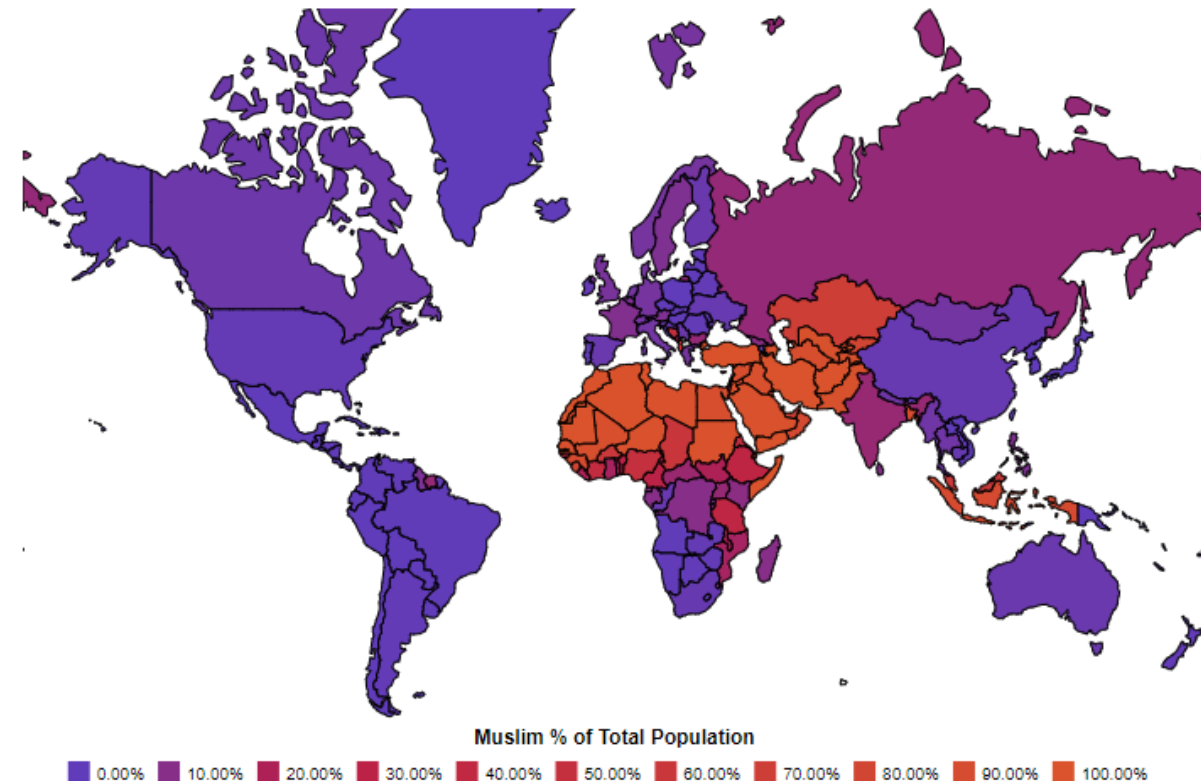
MENGAPA INDUSTRI HALAL?

Islam adalah agama terbesar kedua di dunia
(worldpopulationreview.com, 2022)

Populasi muslim di Indonesia 87,18% dari
237.641.326 penduduk Indonesia → populasi
muslim terbesar di dunia

Permintaan pasar untuk produk-produk Islam
sangat besar

Halal menjadi issue yang sangat sensitif



"Kita jadikan industri halal sebagai motor pertumbuhan ekonomi, ladang kreativitas, dan produktivitas generasi-generasi muda kita, agar bisa menjadikannya sebagai sumber kesejahteraan umat."

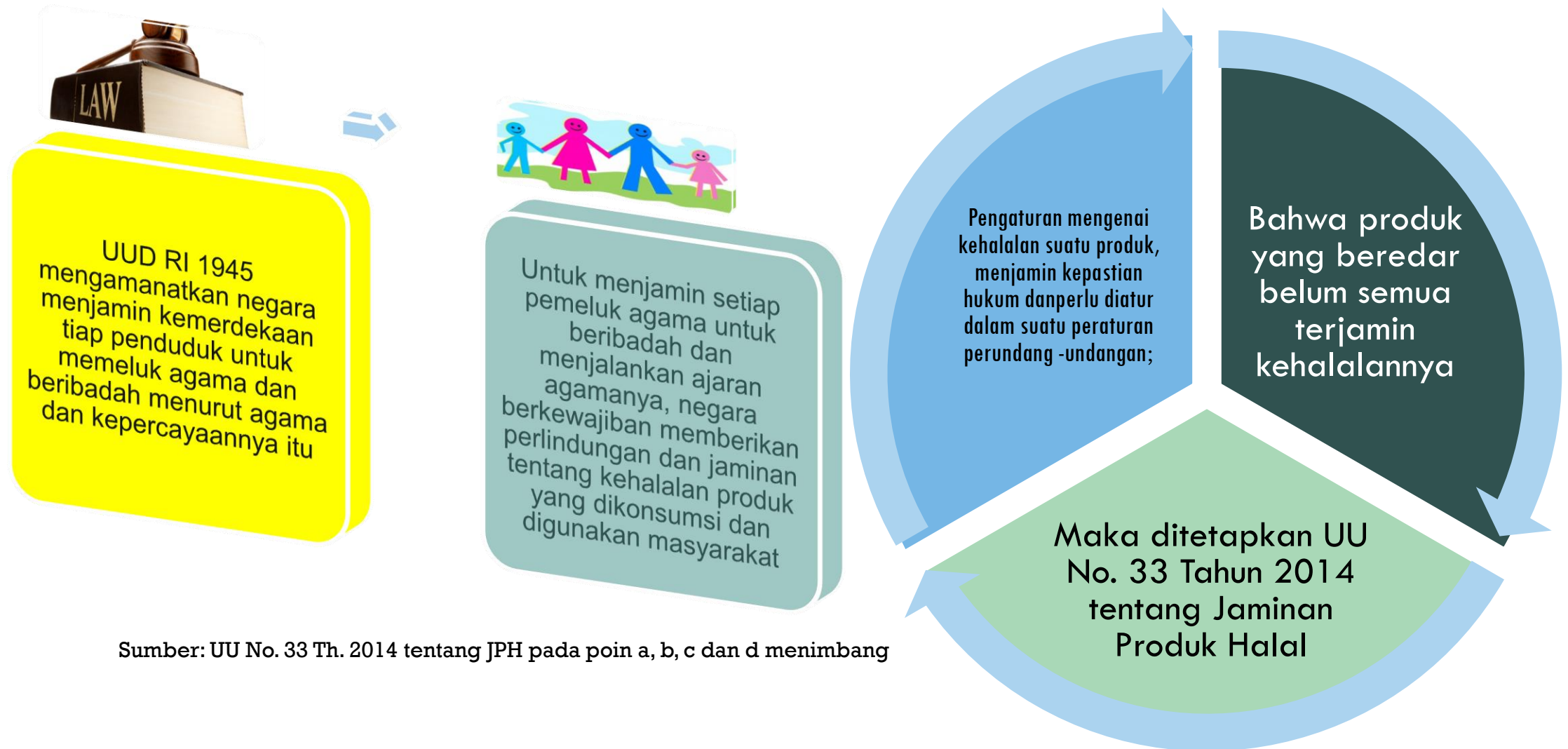
Presiden RI,
Joko Widodo
di acara peluncuran Halal
Park, 16 April 2019



"Sebagai negara dengan penduduk muslim terbesar di dunia, Indonesia seharusnya dapat menjadi produsen produk halal untuk kebutuhan pasar domestik."

Wakil Presiden RI,
KH Maruf Amin
di acara pelantikan
pengurus Ikatan Ahli
Ekonomi Islam, 13
Desember 2019.

LATAR BELAKANG PENYELENGGARAAN JPH



Sumber: UU No. 33 Th. 2014 tentang JPH pada poin a, b, c dan d menimbang

LANDASAN HUKUM JAMINAN PRODUK HALAL

UU no 33 tahun 2014

Jaminan Produk Halal

UU Cipta Kerja no 11
tahun 2020, pasal 48

Jaminan Produk Halal

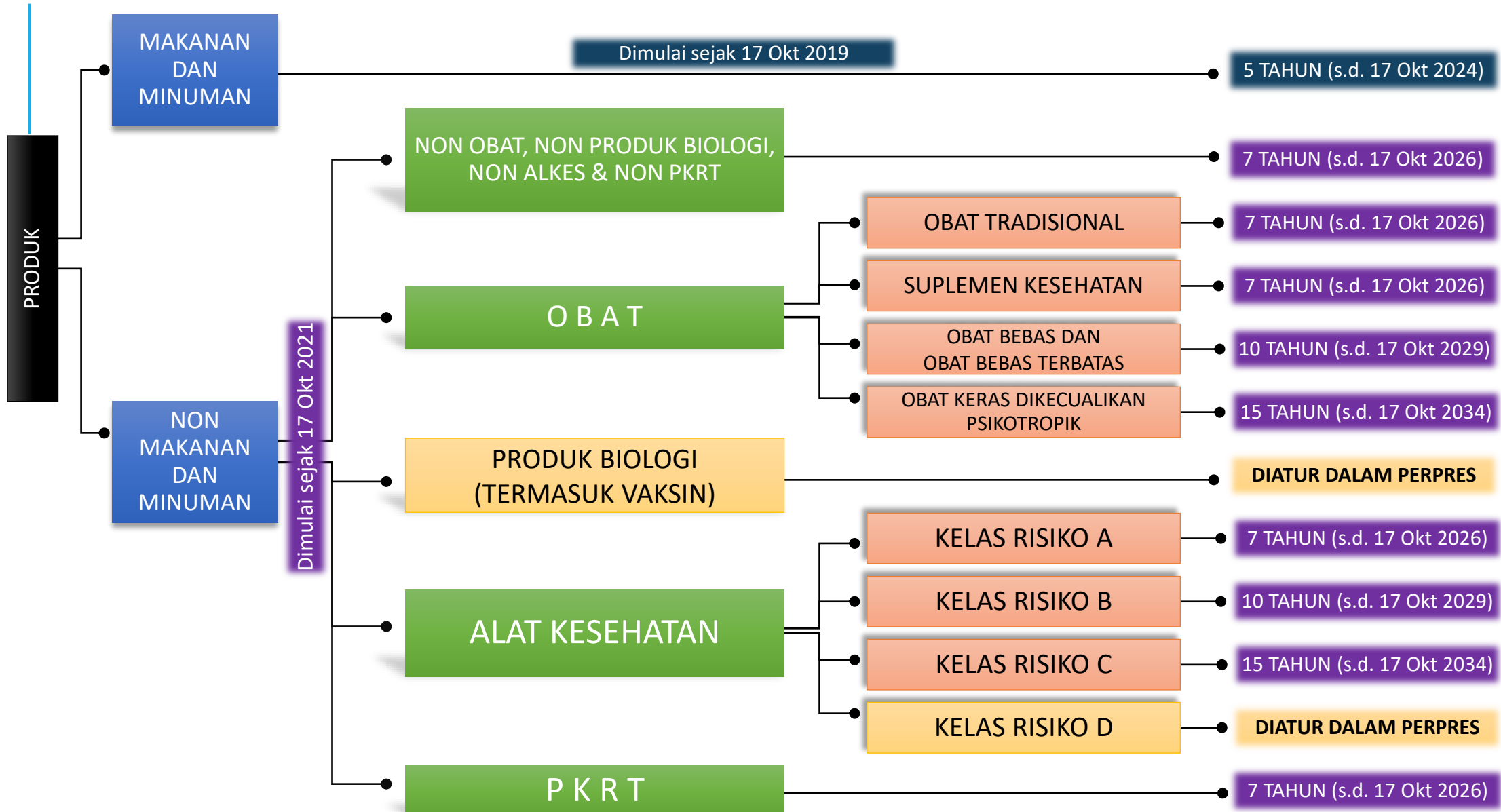
PMA no 26 Tahun 2019

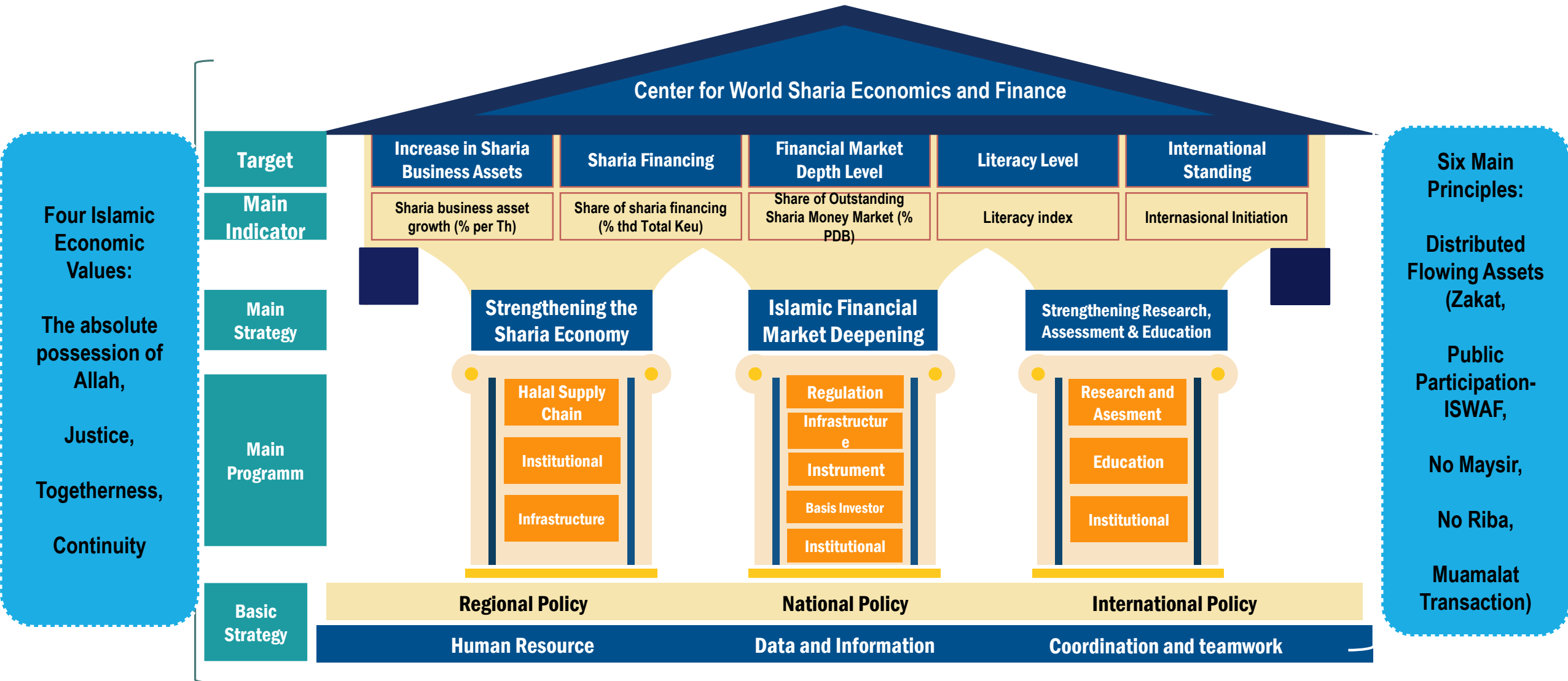
Penyelenggaraan
Jaminan Produk Halal

PP no 39 tahun 2021

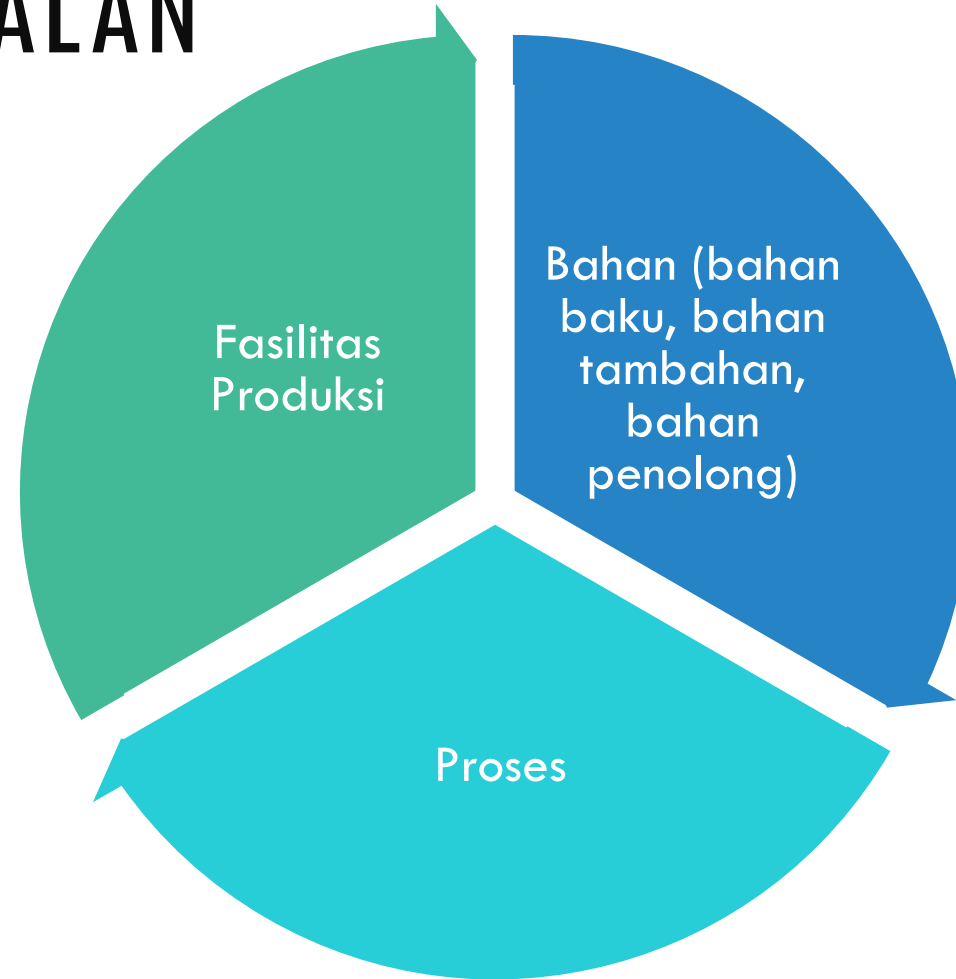
Penyelenggaraan bidang
jaminan produk halal

PENAHAPAN SESUAI DENGAN PMA NO. 26 TAHUN 2019

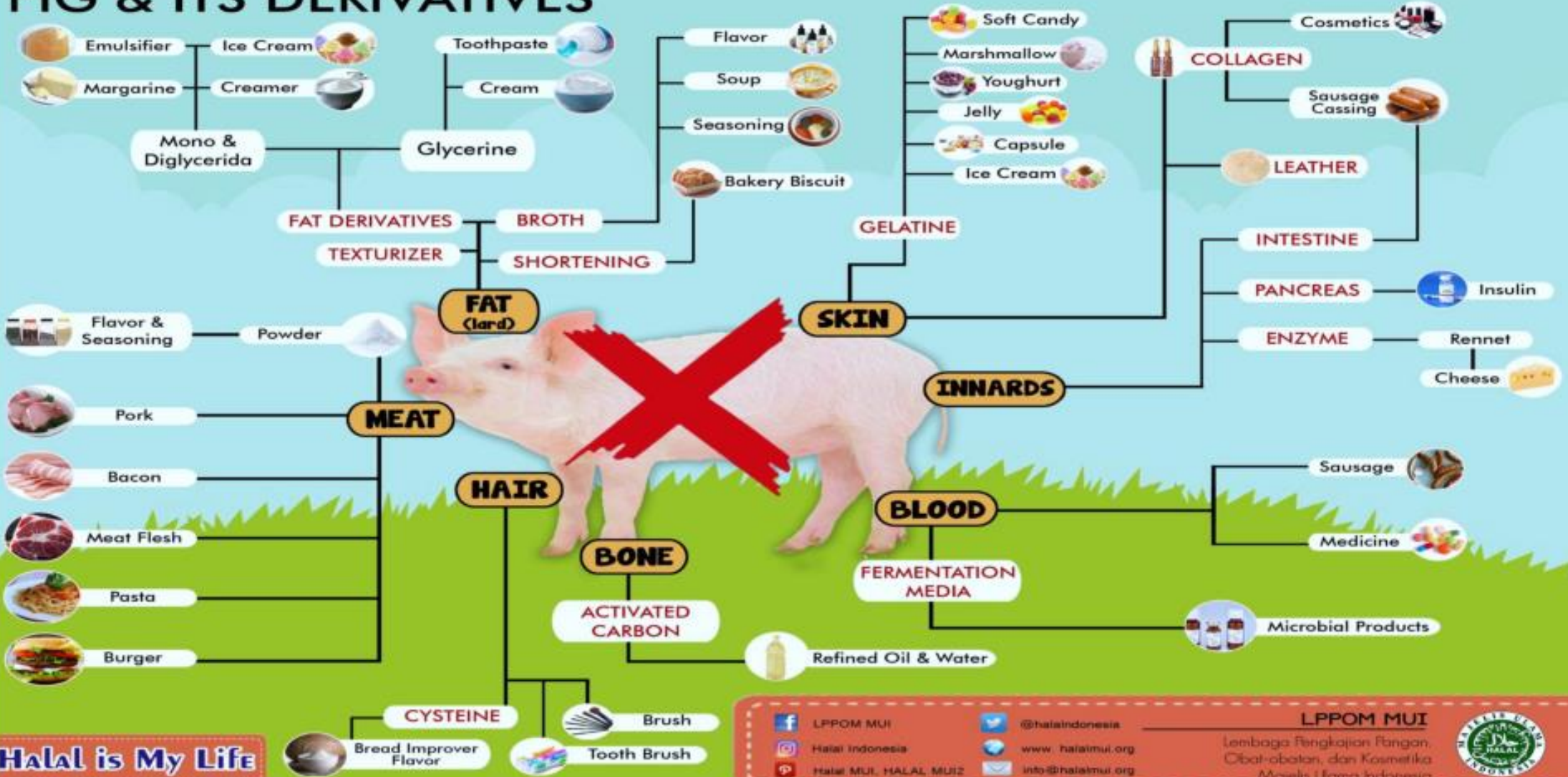




ASPEK KEHALALAN



PIG & ITS DERIVATIVES



Halal is My Life

LPPOM MUI
 @halalIndonesia
 www.halalmui.org
 info@halalmui.org

LPPOM MUI
 Lembaga Pengkajian Pangan,
 Obat-obatan, dan Kosmetika
 Majelis Ulama Indonesia



PENDAHULUAN: PERKEMBANGAN INDUSTRI HALAL

EKOSISTEM HALAL

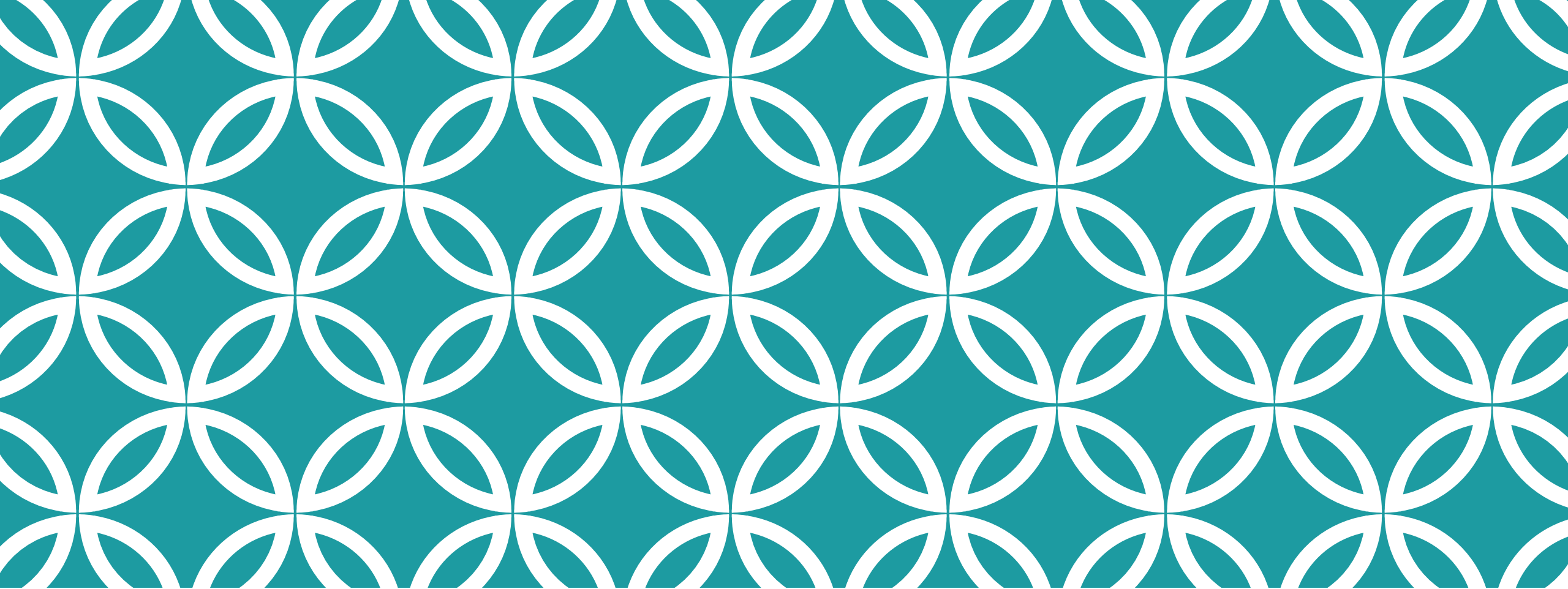


INOVASI INDUSTRI HALAL

Riset dan inovasi menjadi bagian penting dalam ekosistem halal. Tema-tema riset baru:

- AI
- IoT
- Blockchain
- Big data





PERMASALAHAN INDUSTRI OBAT DAN KOSMETIK BERKAIT HALAL

BAHAN KRITIS HALAL DALAM KOSMETIKA

Bahan dari tumbuhan

- Semua tumbuhan halal
- Tapi bgm proses ekstraksinya?

Bahan dari mikrobial

- Asam-asam amino
- Proses produksinya (mediannya?)

Bahan dari hewan

- Contoh kolagen dan plasenta
- Kolagen dan plasenta mesti dr hewan.
- Plasenta dr sapi yang melahirkan boleh, kalo dr sapi bunting yg mati tdk
- Turunan asam lemak juga harus dr hewan halal

Bahan dari manusia

- Misal plasenta
- Tidak boleh digunakan

Kosmetik
harus tembus
air

Agar tidak
menghalangi
berwudlu

Bagaimana
kosmetik
waterproof???

Plant → CPs are 1. Processing aids such as solvent, bleaching agent, enzymes, etc
2. Additives : fortificant, coloring, etc
Examples : Wheat flour, vegetable oil, margarine, lecithin, chilli sauce, ginkgo biloba extract, noni juice, clear apple juice, etc

Animal → CPs are 1. Animal type and slaughtering (if from cattle, poultry)
2. Processing aids 3. Additives
Examples : Meat /chicken and its products, calcium from bone, bovine bone/hide gelatin, animal blood for microbiological media, cochineal extract, shrimp powder, etc

Source of materials /products and its critical points (CPs)

Microbial, → CPs are : 1. Microbes : GMO or native?
2. Media (from refreshment up to production) 3. Processing aids 4. Additives
Examples : MSG, vitamins, enzymes, organic acids, coloring materials, antibiotics, vaccines, etc

Human → Forbidden (haram) according to MUI Fatwa, examples :
Cystein from human hair, Urine, Human serum albumin Human Estradiol, estriol, etc

Synthetic Product/ Chemical Synthetic → CP is dependent on the source of starting materials
Example : aspartic acid + phenylalanine → **aspartame**

MENGAPA PERLU KOSMETIKA HALAL

Perkembangan formulasi kosmetika

- Tahan air – waterproof
- Tahan keringat—sweatproof
- Bisa mempengaruhi status bersuci (wudlu)

Bahan non halal

- Plasenta

Aplikator kosmetika

- Alat bantu untuk menggunakan kosmetika yang berasal dari babi (kuas)

Keamanan

- Bahan2 tidak aman:

BPOM Rilis Daftar Kosmetik yang Mengandung Merkuri, Ini Bahayanya!

Kompas.com - 18/11/2021, 06:30 WIB

BAGIKAN:    



[Lihat Foto](#)

Komentar ²



Mobil yang tidak Terjual Dijual dengan Harga Murah



Harga Mobil Bekas di



2 OKTOBER 2022

laboras...

Berita Aktual Penonaktifan Pembayaran Billing ID Sementara Sehub...

Masyarakat Harus Menjadi Konsumen Cerdas, Ingat Selalu



Konsumen cerdas, yakni konsumen yang di
Lebih memperhatikan informasi produk yang tertera pada
 kemasan barang konsumsi.
Ingat Selalu
 Produk kosmetik, susu, obat dan Bahan POM
 lain-lain dapat di cek melalui aplikasi cekKLIK
 Cek BPOM.
Kedaluwarsa
 Produk tidak memiliki masa kedaluwarsa.



BADAN POM

2 OKTOBER 2022

ksin...

Berita Aktual Pentingnya Literasi Digital dan Peningkatan Kesada...

BERITA AKTUAL

TERTIBKAN PASAR DARI KOSMETIK ILEGAL DAN ATAU MENGANDUNG BAHAN BERBAHAYA

3 Agustus 2022 18:17 WIB

Dilihat 896 Kali

Balai Besar/Balai POM » Banjarmasin



Sejalan dengan kemajuan teknologi dan kemudahan transportasi/ lalu lintas barang termasuk kosmetik, maka peredaran kosmetik juga mengalami peningkatan. Dalam upaya melindungi masyarakat dari risiko kesehatan akibat penggunaan kosmetika ilegal dan/atau mengandung berbahaya, Badan POM sebagai otoritas pengawasan obat dan makanan melakukan aksi penertiban pasar dari kosmetika ilegal dan atau mengandung bahan berbahaya. Sasaran aksi merupakan sarana yang mengedarkan kosmetik dan dikenal luas oleh masyarakat sebagai tempat

BERITA AKTUAL

PRESS RELEASE (AKSI PENERTIBAN PASAR DARI KOSMETIK ILEGAL DAN MENGANDUNG BAHAN BERBAHAYA TAHUN 2022

2 Agustus 2022 18:13 WIB

Dilihat 1102 Kali

Balai Besar/Balai POM » Sofifi



Penjelasan Badan POM RI Tentang Informasi Keamanan Vaksin Covid-19 Astrazeneca

[Penjelasan Badan POM RI Tentang Produk Herbal Dengan Klaim Dapat](#)

Penjelasan Badan POM RI Tentang Produk Herbal Dengan Klaim Dapat Menyembuhkan Pasien Covid-19

Selasa, 02 Agustus 2022, Balai POM di Sofifi mengadakan Press Release Aksi Penertiban Pasar dari Kosmetik Ilegal dan Mengandung Bahan Berbahaya Tahun 2022. Press Release dipimpin oleh Kepala Balai POM di Sofifi, Bapak Tri Wandiro S.Farm., Apt. dan didampingi oleh Koordinator Substansi Pemeriksaan dan Staf Substansi Penindakan. Hadir pula dalam kesempatan ini, tamu undangan yakni para awak media Provinsi Maluku Utara.

Aksi Penertiban Pasar dari Kosmetik Ilegal dan Mengandung Bahan Berbahaya merupakan suatu upaya Badan POM untuk menurunkan tingkat peredaran kosmetik

KLARIFIKASI BPOM

Penjelasan Badan POM RI Tentang Perkembangan Lebih Lanjut Penarikan Produk...

Penjelasan BPOM RI Tentang Penarikan Produk Ranitidin Yang Terkontaminasi N-nitrosodimethylamine...

Penjelasan Publik Kantong Plastik Kresek

Penjelasan Badan POM RI Terkait Penipuan Yang Mengatasnamakan Pejabat Badan...



TEMA-TEMA RISET SAINS HALAL BERDAMPAK TINGGI DI INDONESIA



TEMA RISET PENGEMBANGAN MATERIAL



Gelatin babi



Bone Charcoal



Alkohol

Enzim

Bahan-bahan non
halal pada produk
farmasi

TEMA RISET PENGEMBANGAN PROSES

PROSES PADA INDUSTRI FERMENTASI

Penyimpanan strain mikroba,

Penyegaran strain mikroba

Pembuatan inoculum

Isolasi pemurnian produk

Media dan bahan-bahan yang digunakan untuk proses tsb adalah kritis

INDUSTRI BERBASIS REKAYASA GENETIKA

Penggunaan sel/ gen dari babi dan manusia

Pengembangan vaksin

TEMA RISET PENGEMBANGAN AUTENTIKASI PRODUK HALAL

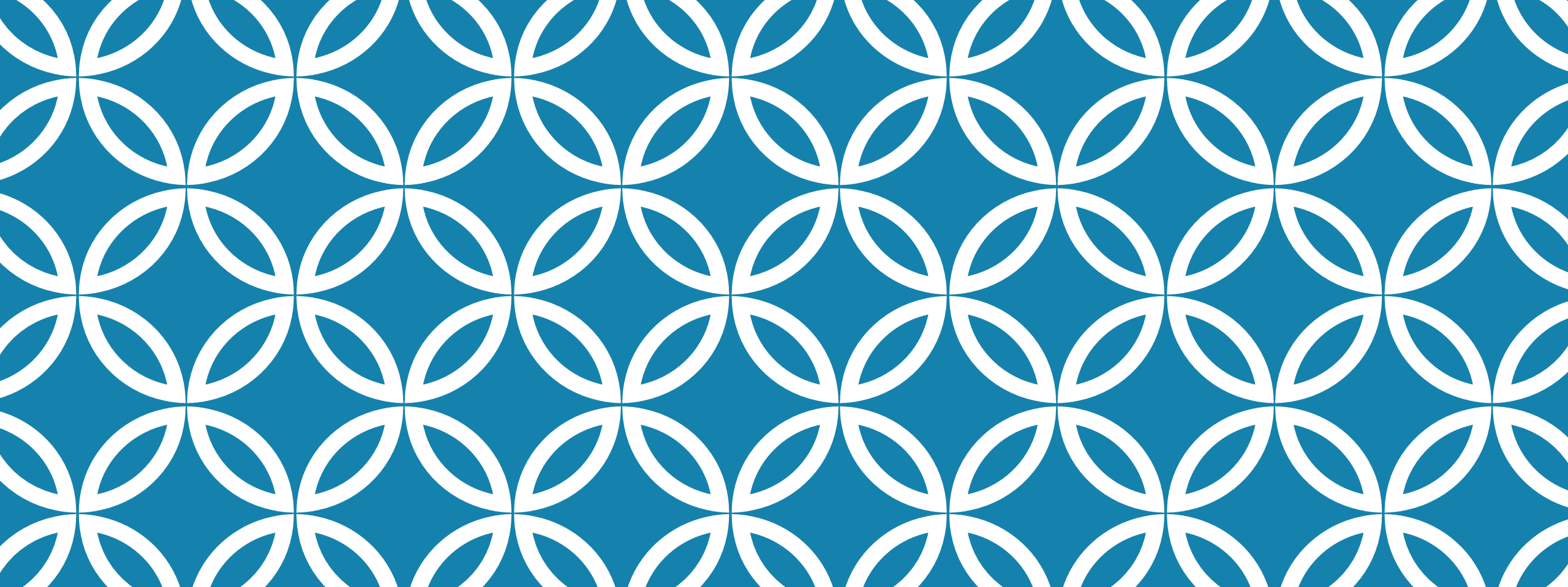
TANTANGAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI AUTENTIKASI

Biaya analisis yang tinggi

Waktu analisis yang lama

Memerlukan analisis yang terampil

Prosedur standar belum ada



METODOLOGI RISET

GELATIN



Gambar 3. Fungsi gelatin dalam industri (Sumber: Google image)

GELATIN

REALITA

digunakan secara luas dalam industri makanan, farmasi, kosmetik

sekitar 326.000 ton gelatin diproduksi setiap tahun;

dengan 46% berasal dari kulit babi, 29,4% berasal dari kulit sapi, 23,1% berasal dari tulang dan sisa gelatin yang diproduksi dari sumber lain

POTENSI INDONESIA

pemotongan sapi di Indonesia tahun 2019 berjumlah 1.102.256 ekor. Apabila berat hidup sapi rata-rata 350 kg, maka akan dihasilkan kulit sapi segar per ekor sekitar 30 kg atau total kulit yang dihasilkan mencapai sekitar 33.067 ton.

Jumlah tersebut dapat memproduksi gelatin sekitar 3.300 ton

Tulang akan mencapai lebih dari 57.317ton atau bisa memproduksi gelatin sekitar 4.580ton gelatin (rendeman 8%).

Potensi tersebut merupakan potensi yang sangat cukup untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri

Gelatin

Tahun	Impor Gelatin (kg)*	Nilai (Rp)	Makanan Impor yang mengandung Gelatin (kg)	Nilai (Rp)
2015	4.678.185	507 billion	13.403.070	501 billion
2016	5.259.445	505 billion	19.658.965	574 billion
2017	4.654.788	412 billion	16.576.796	599 billion
2018	5.720.773	444 billion	15.992.024	663 billion

Gelatin halal masih sangat sedikit di pasaran

Alternatif sumber gelatin: ikan

Type of Fish	Yield of Gelatin
Grouper	68,47% of fish skin weight or 3,68% of total fish weight
Mackerel	67,82% of fish skin weight or 2,04% of total fish weight
Jenahak	55,21% of fish skin weight or 1,82% of total fish weight
Keris	43,57% of fish skin weight or 1,71% of total fish weight

Source: International Food Research Journal, 2009

Part of Animal	Yield of Gelatin
Fish scale	61%
Cow skin	26%
Goat skin	23%

RISET SUBSTITUSI GELATIN

Topik riset

- ❑ Optimasi hidrolisis: variasi asam/ basa
- ❑ Pengembangan hidrolisis enzimatis
- ❑ Optimasi sumber gelatin

Metode penentuan kualitas gelatin

- Kadar air
- Kadar abu
- pH
- Titik isoelektrik
- Kekuatan gelatin
- Viskositas
- Berat molekul gelatin
- Kadar protein
- Kandungan mikroba
- Komposisi asam amino

ENZIM

Titik kritis kehalalan enzim tergantung pada sumber enzim dan bahan tambahan yang digunakan pada produksi enzim.

Enzim yang berasal hewan harus dari hewan yang halal dan disembelih secara syar'i.

Isolasi enzim dari tumbuhan merupakan alternatif sumber yang aman untuk mendapatkan enzim. Enzim papain dan bromelain

2 TEMA UTAMA YANG BISA DIKEMBANGKAN

Eksplorasi Sumber Isolasi Enzim

- Sumber-sumber nabati
- Hewan-hewan halal

Pengembangan Teknologi Produksi Enzim

- Perancangan produksi menggunakan bahan-bahan halal harus dirancang sejak pengembangannya dalam skala laboratorium

INDUSTRI BERBASIS REKAYASA GENETIKA

Penggunaan Gen dari Babi Atau Manusia

- Contoh: Insulin

Pengembangan Vaksin

- Contoh: Vaksin covid-19

INSULIN

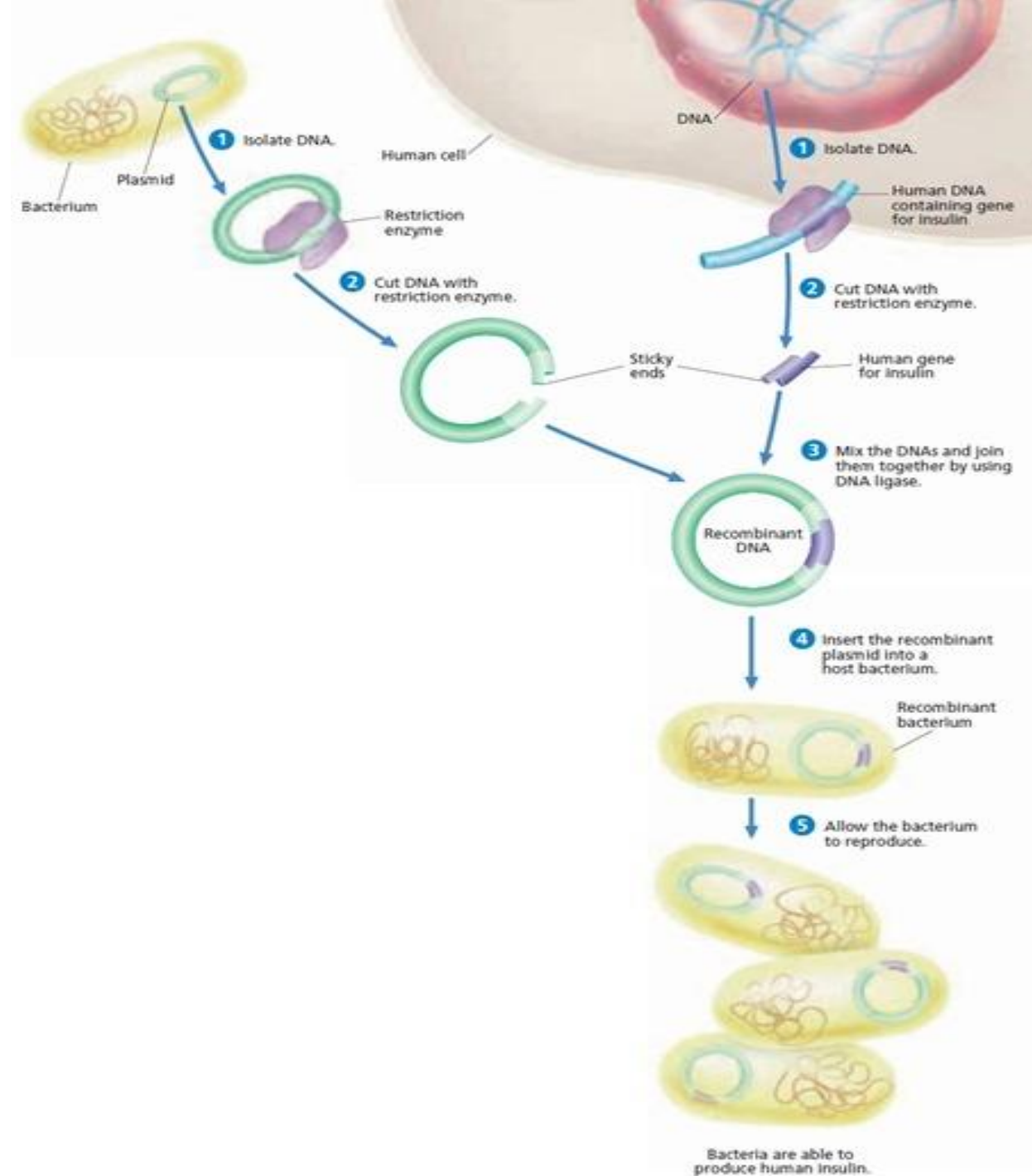
Isolasi plasmid bakteri

Gen yang mengatur sekresi insulin diambil dari kromosom yang berasal dari sel manusia

Gen yang telah dipotong kemudian 'direkatkan' di plasmid.

Plasmid yang sudah disisipi gen manusia itu kemudian dimasukkan kembali ke dalam bakteri.

Bakteria yang telah mengandung gen insulin itu selanjutnya berkembang biak dan menghasilkan insulin



VAKSIN

Titik kritis vaksin

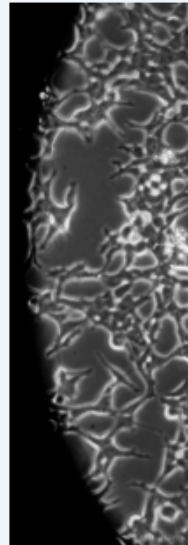
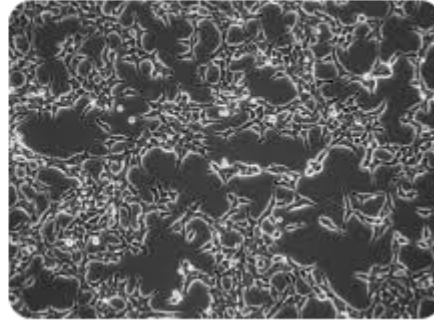
Sel yang digunakan untuk menumbuhkan virus

Media yang digunakan untuk menumbuhkan sel

Where do HEK293 cells come from?

Originating from a female fetus, HEK293 cells are today among the most used mammalian cell lines for a wide range of applications because of their ease of transfection as well as culture. Despite stemming from kidney tissue, HEK293 cells – time and time again – exhibited properties of immature neurons.

Nov 11, 2020



4 MIN READ

HEK293: AN ESSENTIAL HUMAN CELL LINE WITH A UNEXPECTED ORIGIN

ing and Biotechnology

REVIEW

published: 13 December 2021
doi: 10.3389/fbioe.2021.796991



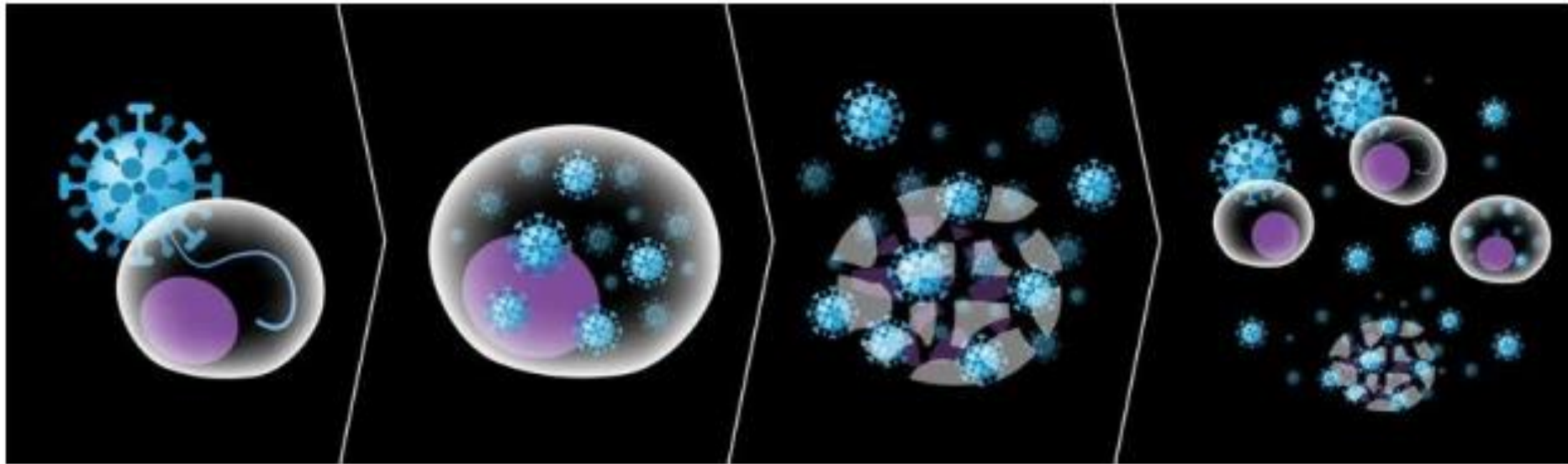
HEK293 Cell Line as a Platform to Produce Recombinant Proteins and Viral Vectors

*Evan Tan, Cara Sze Hui Chin, Zhi Feng Sherman Lim and Say Kong Ng**

*Bioprocessing Technology Institute, Agency for Science, Technology and Research (A*STAR), Singapore, Singapore*

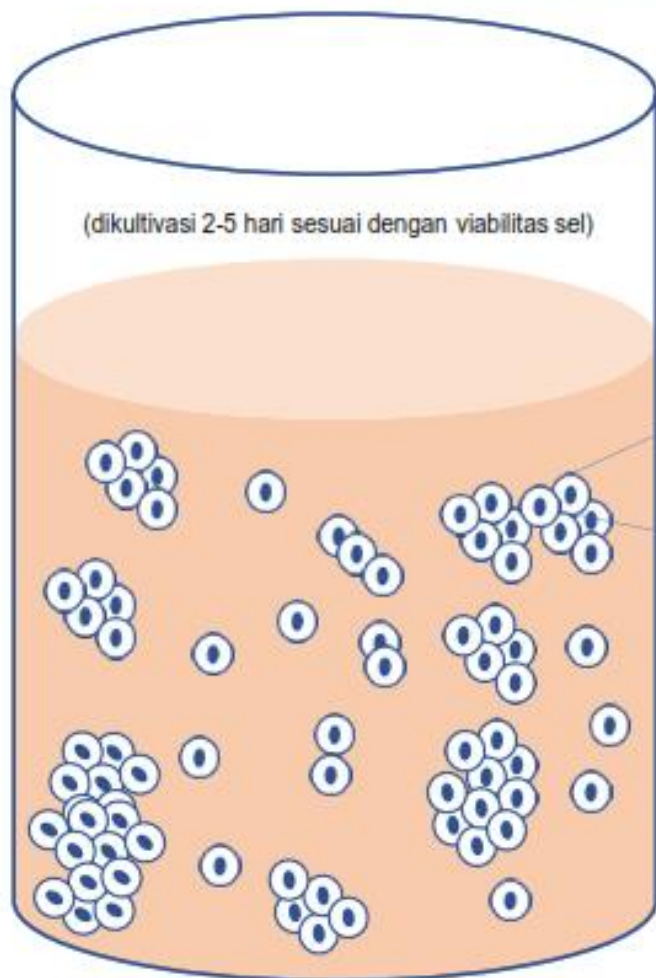
Animal cell-based expression platforms enable the production of complex biomolecules such as recombinant proteins and viral vectors. Although most biotherapeutics are produced in animal cell lines, production in human cell lines is expanding. One important advantage of using human cell lines is the increased potential that the resulting biotherapeutics would carry more “human-like” post-translational modifications. Among the [human cell lines](#), HEK293 is widely utilized due to its high

Dalam pengembangan vaksin berbasis *viral vector*, Sel HEK293 berperan sebagai **sel inang** (*host*) bagi virus untuk dapat tumbuh dan memperbanyak diri. Virus sendiri merupakan organisme parasit yang hanya akan mampu memperbanyak diri di dalam sistem tubuh sel inang.

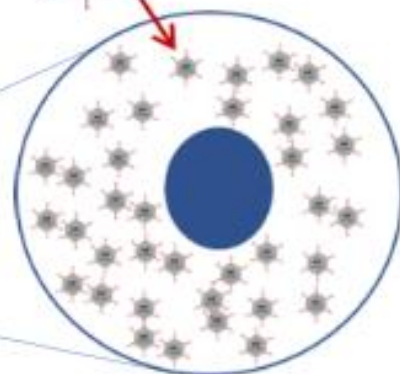


4

Sel HEK293 berperan sebagai sel inang yang SESUAI untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan Adenovirus



Ilustrasi dalam Bioreaktor



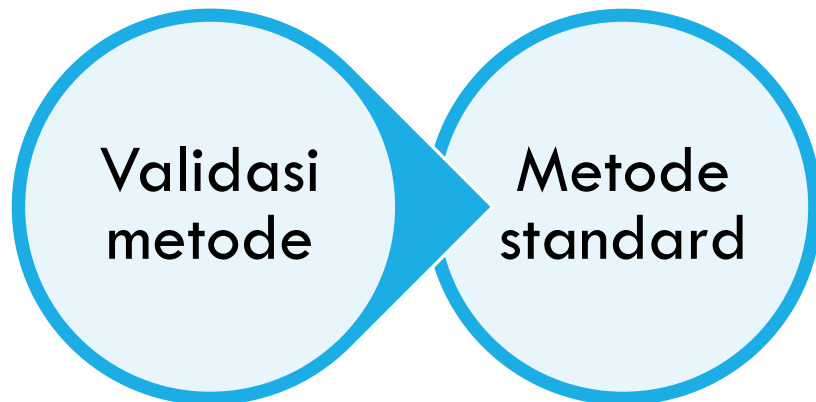
Pemanenan virus dengan melakukan pemecahan sel



Filtrasi dan Pemurnian Virus dari resiko kontaminan termasuk meminimalkan kandungan residu DNA dan Protein dari Sel Inang HEK 293

Final Formulation Components
Adenovirus viral vector (zat aktif)
Manitol
Sukrosa
Magnesium klorida
Sodium klorida
HEPES
Polysorbate-80
Glycerin
Water for injections

RISET AUTENTIKASI HALAL



Aspek dalam validasi

- Presisi
- Akurasi
- Selektivitas (spesifitas)
- Linearitas
- LOD, LOQ
- Ruggedness
- Robustness

RISET AUTENTIKASI HALAL

ANALISIS ALKOHOL

SPEKTROFOTOMETRI

GAS CHROMATOGRAPHY

ANALISIS DERIVAT BABI

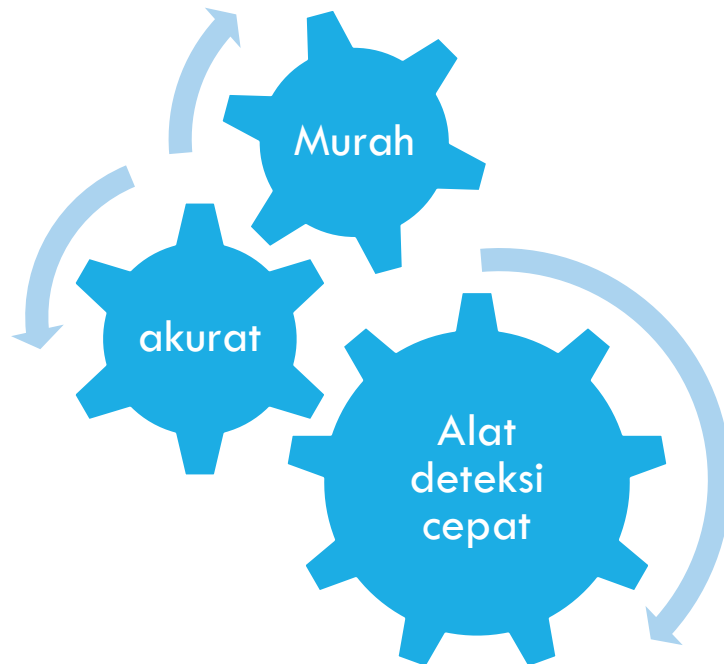
- FTIR Spectrophotometri
 - Differential scanning calorimeter (DSC)
 - Gas chromatography (GC)
 - High performance liquid chromatography (HPLC)
- Combine with chemometrics

Polymerase chain reaction (PCR)

Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA)

Electronic nose

KOLABORASI UTK MENGHASILKAN



Tantangan

Biaya analisis yang tinggi

Waktu analisis relative mahal

Memerlukan analisis yang terampil

Prosedur analisis yang bisa diacu (SNI??)

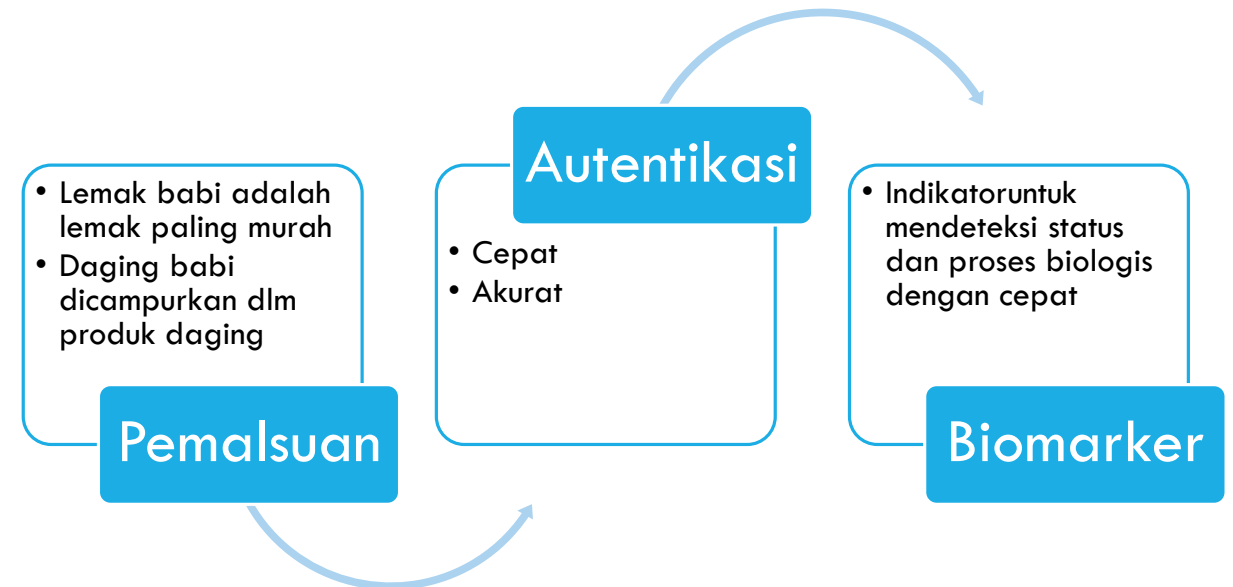
Sensor: analisa lemak babi menggunakan portable e-nose

Berdasar sifat volatile asam lemak

E-nose berhasil mengidentifikasi dan membedakan lemak babi dengan lemak lain

INVESTIGASI BIOMARKER BABI

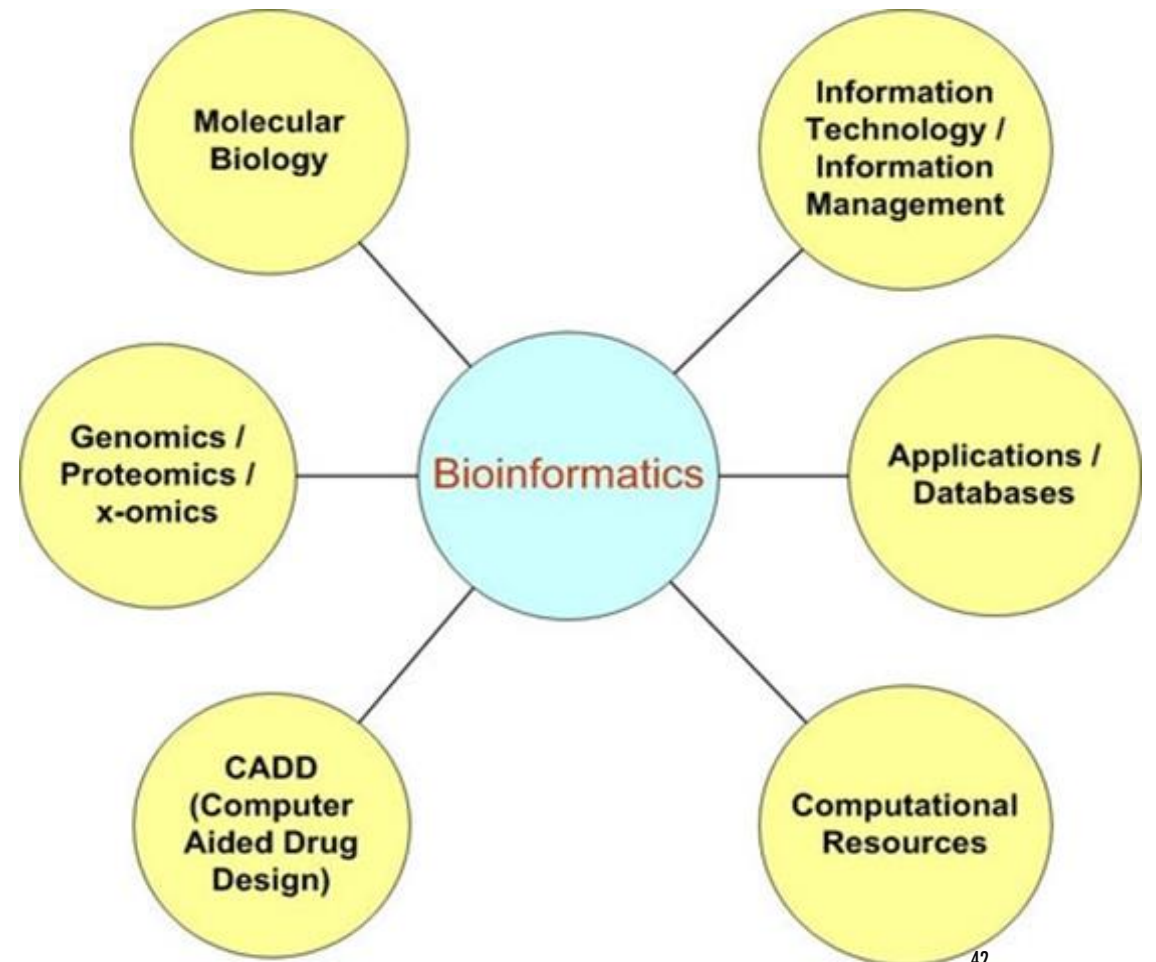
- Analisis bioinformatik
- Metode spektroskopi (IR, Raman, UV-Vis, fluoresensi)
- Pencitraan mikroskopik *mikroskop optic, mikroskop electron, X-ray, NMR



Bioinformatik

bidang interdisipliner yang mengembangkan metode dan perangkat lunak untuk memahami data biologis

menggabungkan ilmu komputer, statistik, matematika dan rekayasa



Identifikasi Struktur Biomarker

ASAM AMINO

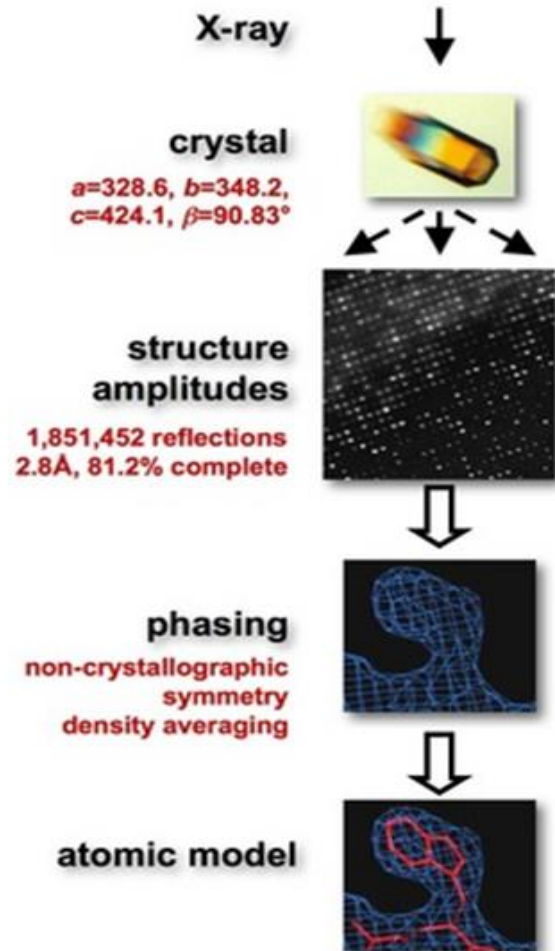
near-IR spectroscopy (NIRS) disarankan sebagai metode yang menjanjikan untuk penentuan komposisi asam amino

ASAM LEMAK

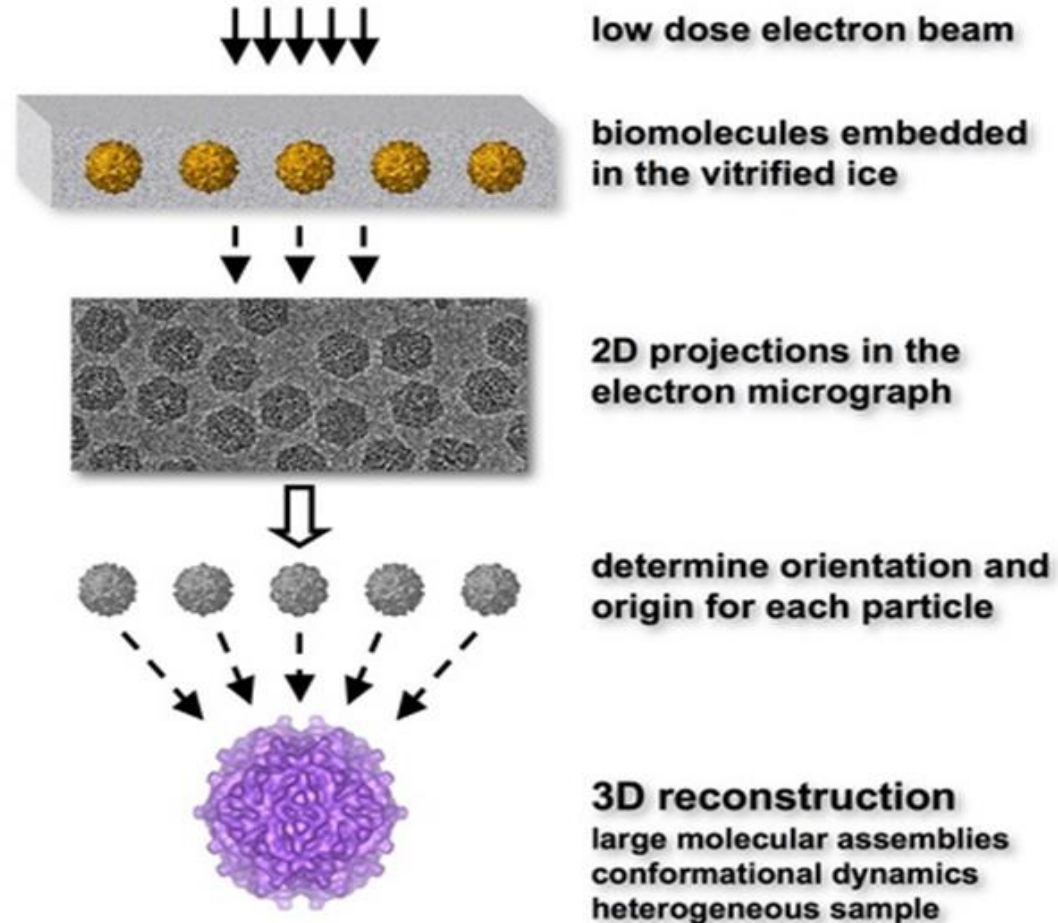
Analisis PUFA, MUFA dan SFA mengg
NMR

Pemodelan Biomarker

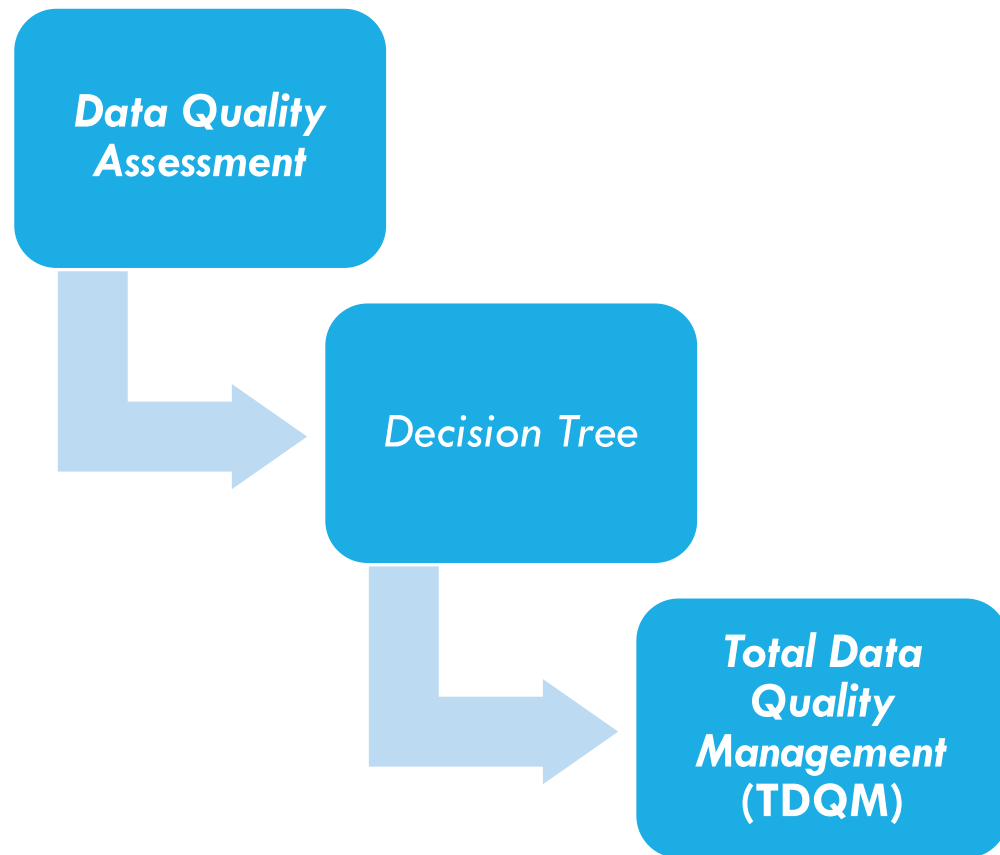
X-ray crystallography



Electron cryo-microscopy and image reconstruction



APLIKASI BIG DATA

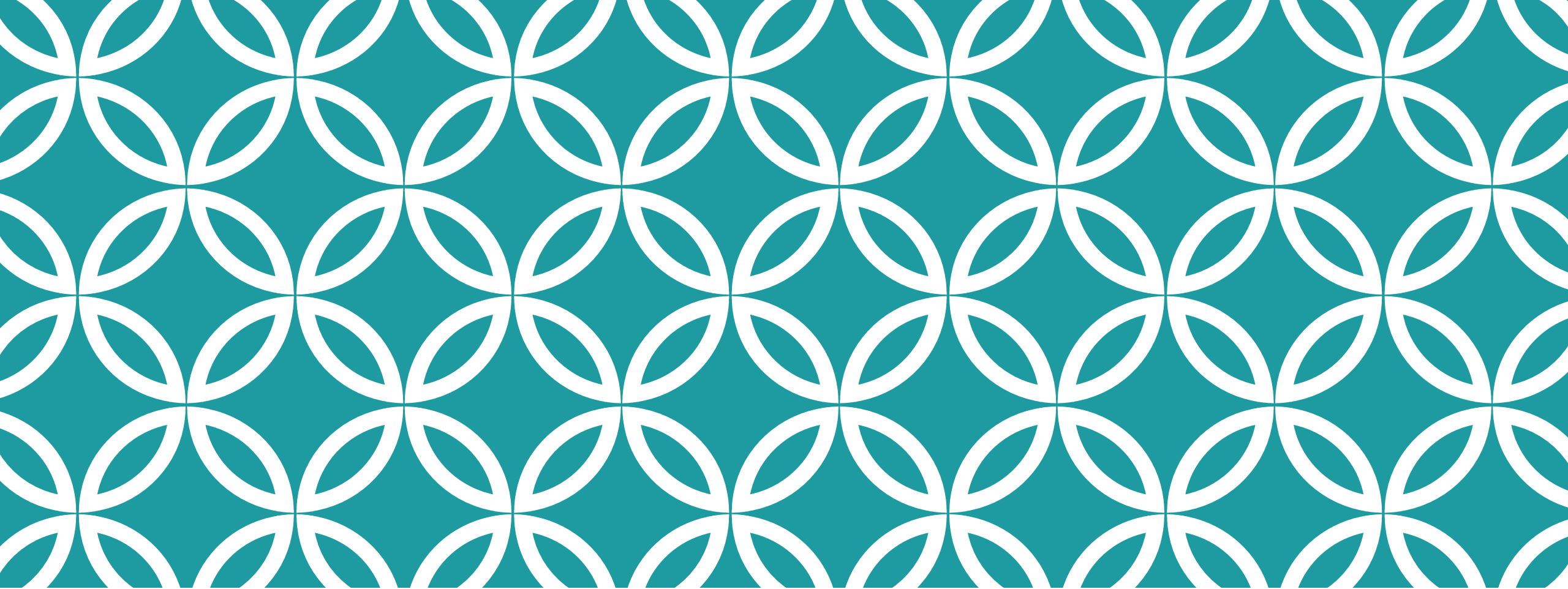


KUALITAS DATA SPEKTRUM HALAL

- Ketersediaan data
- Usability
- Keandalan

Ketertelusuran halal

Pengembangan sistem ketertelusuran (tsd)	Penggerak pengembangan sistem ketertelusuran halal
Pangan & minuman halal	Sektor pendukung 1. Akademi halal 2. Sistem logistik halal 3. Supermarket halal 4. Sistem inspeksi, verifikasi & pembersihan halal 5. Perubahan gaya hidup islami bagi muslim 6. Sistem keuangan secara islam A. Sistem penyelesaian dan pembayaran elektronik secara halal B. Pertukaran takaful C. Pertukaran rahn D. Pertukaran wakaf E. Pengumpulan zakat 7. Pusat penunjang perdagangan & investasi indonesia 8. Penelitian dan pengembangan 9. Peraturan yang diberlakukan Fasilitator Sistem ketertelusuran didukung oleh ICT CONNECTIVITY ENABLERS seperti teknologi augmented reality (AR), financial technology (fintech), internet of things (iot), big data, e-commerce, artificial intelligence (AI), integrasi sistem, dan fasilitas cloud serta teknologi blockchain
Pariwisata halal	
Fesyen muslim	
Media & rekreasi halal	
Kosmetik & farmasi halal	
Energi terbarukan	



TERIMA KASIH |