



**LAPORAN AKHIR
RISET KEILMUAN**

SKEMA : HIBAH RISET MANDIRI



UBAYA
UNIVERSITAS SURABAYA

JUDUL RISET

**Enkapsulasi Senyawa Antioksidan Melalui Sistem Emulsi Air dalam Minyak dalam Air
(A/M/A) untuk Aplikasi Pangan**

TIM PERISET

1. Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc. (Dosen, Universitas Surabaya, Ketua Peneliti)
2. Dr.rer.nat. Ignasius Radix A.P. Jati, STP., MP (Dosen, UKWMS, Anggota Peneliti)
3. Dyah Ayu Ambarsari, S.T. (Laboran, Universitas Surabaya, Asisten Peneliti)
4. Nathania Murti Astuti Pranoto, S.T. (Alumni, Universitas Surabaya, Administrator)
5. David (Mahasiswa, Universitas Surabaya, Anggota Mahasiswa 1)
6. Ivan Jonathan Saan (Mahasiswa, Universitas Surabaya, Anggota Mahasiswa 2)
7. Hillary Emmanuella D (Mahasiswa, Universitas Surabaya, Anggota Mahasiswa 3)
8. Yenni Anggraeni (Mahasiswa, Universitas Surabaya, Anggota Mahasiswa 4)
9. Laura Linguina Sugianto (Mahasiswa, Universitas Surabaya, Anggota Mahasiswa 5)
10. Angelita Rusli (Mahasiswa, Universitas Surabaya, Anggota Mahasiswa 6)

**UNIVERSITAS SURABAYA
TAHUN 2022**

Program Riset Keilmuan

Direktorat Sumber Daya

**Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi,
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi**

Sumber pendanaan:

Lembaga Pengelola Dana Pendidikan



UNIVERSITAS SURABAYA

JALAN NGAGEL JAYA SELATAN 169, SURABAYA 60284
TELP.: (62-31) 298-1000, 298-1005, 298-1100; FAX.: (62-31) 298-1001, 298-1101
E-mail: rektorat@ubaya.ac.id
www.ubaya.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR RISET KEILMUAN

1. Judul Riset : Enkapsulasi Senyawa Antioksidan Melalui Sistem Emulsi Air dalam Minyak dalam Air (A/M/A) untuk Aplikasi Pangan.
Skema : Riset Mandiri Dosen
2. Ketua Periset
a. Nama Lengkap : Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc.
b. NIDN/NIDK : 0425017801
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala-550
d. Program Studi : Teknik Kimia
e. Nomor Ponsel : 08562334496
f. Alamat Surel Periset : lanny.sapei@staff.ubaya.ac.id
3. Mitra Riset : PT. Lautan Natural Krimerindo
Alamat Mitra Riset : Jl. Raya Mojosari – Pacet KM. 4., Ds Pesanggrahan, Kab Mojokerto, Jawa Timur
4. Anggota Periset

No	Nama	Posisi di Tim Periset	NIDN/NIDK/NUP/ NTK/NIM	Institusi
1.	Dr.rer.nat. Ignatius Radix A.P, STP., MP	Anggota Peneliti	0719068110	Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
2.	Dyah Ayu Ambarsari, S.T.	Asisten Peneliti	209007	Universitas Surabaya
3.	Nathania Murti Pranoto, S.T.	Administrator	-	-
4.	David	Anggota Mahasiswa 1	160219021	Universitas Surabaya
5.	Ivan Jonathan Saan	Anggota Mahasiswa 2	160219043	Universitas Surabaya
6.	Hillary Emmanuella	Anggota Mahasiswa 3	160219030	Universitas Surabaya



UNIVERSITAS SURABAYA

JALAN NGAGEL JAYA SELATAN 169, SURABAYA 60284
TELP.: (62-31) 298-1000, 298-1005, 298-1100; FAX.: (62-31) 298-1001, 298-1101
E-mail: rektorat@ubaya.ac.id
www.ubaya.ac.id

	Darsono			
7.	Yenni Anggraeni	Anggota Mahasiswa 4	160219024	Universitas Surabaya
8.	Laura Lingguina Sugianto	Anggota Mahasiswa 5	160220003	Universitas Surabaya
9.	Angelita Rusli	Anggota Mahasiswa 6	160220010	Universitas Surabaya

5. Pendanaan Riset

Dana Riset yang Bersumber dari LPDP	Dana Riset yang Bersumber dari Mitra*	Total Dana Riset
Rp 90.000.000,00	Rp 261.000.000,00	Rp 90.000.000,00

*Jika Ada

Surabaya, 26 Desember 2022

Mengetahui,

Ketua LPPM Universitas Surabaya

Ketua Tim Riset,



(Prof. Suyanto, S.E., M.Ec.Dev., Ph.D.)

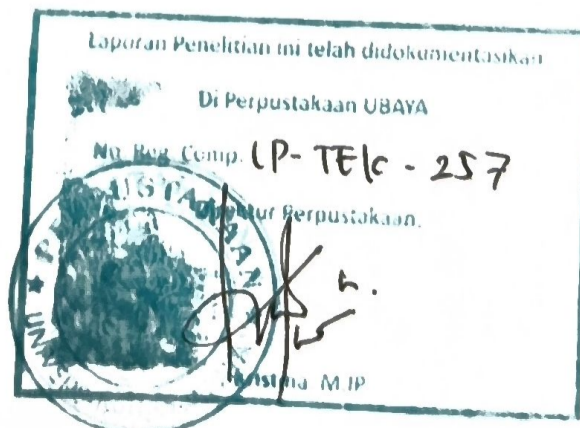
(Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc.)

Menyetujui,

Penanggungjawab Riset
Rektor Universitas Surabaya



(Dr. Ir. Benny Lianto, M.M.B.A.T)



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

DAFTAR ISI	i
RINGKASAN/ ABSTRAK	ii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB 3. METODOLOGI RISET	9
BAB 4. PELAKSANAAN KEGIATAN RISET	15
BAB 5. EVALUASI PELAKSANAAN RISET	27
BAB 6. CAPAIAN INDIKATOR KINERJA RISET	28
BAB 7. KONTRIBUSI MITRA	29
BAB 8. KESIMPULAN	30
DAFTAR PUSTAKA	31

LAMPIRAN

1. Bahan Paparan/Presentasi Laporan Akhir (format Handout PPT)
2. Berita Acara Penyelesaian Kegiatan antara Pihak Kedua (Lembaga Riset) dengan Penerima (Periset)
3. Hasil Evaluasi Internal oleh Lembaga Riset
4. Lampiran Kompilasi Capaian Indikator Kinerja Riset (Luaran) yang Tercantum dalam Perjanjian (target dan relisasi)
5. Laporan Keuangan (format terlampir)
6. SPTJB Anggaran 100% (format terlampir)
7. Bukti kerja sama dengan mitra riset
8. Dokumentasi Produk atau Luaran Riset (Foto dan Video)
9. Arsip Publikasi Berita

RINGKASAN

Sinergisme antara Perguruan Tinggi dengan DUDI (Dunia Usaha Dunia Industri) dapat menjadi jembatan untuk menyelaraskan pengembangan ilmu dan teknologi di perguruan tinggi dengan pemenuhan kebutuhan atau pemecahan permasalahan DUDI dan masyarakat. Riset bersama antara pihak universitas dan dunia industri akan membantu akselerasi pengembangan teknologi dan pengembangan produk yang dibutuhkan oleh masyarakat. Pandemi COVID-19 yang berkepanjangan telah mendorong masyarakat untuk lebih menyadari akan pentingnya asupan makanan yang sehat dan bergizi yang dapat turut meningkatkan imunitas tubuh. Produk emulsi minyak dalam air (A/M) atau oil-in-water (O/W) seperti mayonnaise, krim, ice cream, dll banyak dikonsumsi oleh masyarakat dalam bentuk pangan olahan. Emulsi air dalam minyak dalam air (A/M/A) atau water-in-oil-in-water (W/O/W) belum banyak dikembangkan karena stabilitasnya yang rendah, meskipun berpotensi dikembangkan sebagai alternatif produk emulsi O/W yang rendah lemak. Di samping itu, senyawa antioksidan seperti vitamin C dan ekstrak kelor dapat dienkapsulasi di dalam fasa air bagian dalam untuk penciptaan produk pangan fungsional yang dapat meningkatkan imun tubuh.

Kegiatan riset mandiri ini akan difokuskan pada pengembangan produk W/O/W pada skala komersial yang difortifikasi dengan senyawa antioksidan seperti vitamin C dan ekstrak kelor. Enkapsulasi vitamin C (asam askorbat) dalam emulsi A/M/A cair dan enkapsulasi ekstrak daun kelor dalam emulsi A/M/A yang diserbukkan menggunakan *spray drying* telah memiliki kestabilan yang baik dan memiliki potensi untuk dikembangkan ke skala komersial. Kegiatan ini didukung oleh para mahasiswa yang melakukan kegiatan magang di PT. LNK serta kegiatan riset selama 1 semester disetarakan dengan 19-20 sks dalam kerangka Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (MBKM). Sebanyak 6 orang mahasiswa akan dilibatkan, 2 mahasiswa diantaranya akan melakukan kegiatan riset independen, sedangkan 4 mahasiswa akan melaksanakan kegiatan magang dengan proyek khusus penelitian pengembangan produk emulsi W/O/W. Melalui program ini diharapkan akan tercipta lulusan yang lebih *link and match* dengan kebutuhan dunia kerja dan industri melalui pengayaan materi dari sisi praktis dan berdasarkan kondisi riil di dunia industri.

Hasil riset bersama antar perguruan tinggi dan industri ini turut menghasilkan berbagai luaran, antara lain model rancangan pembelajaran MBKM, diseminasi pada seminar internasional, jurnal internasional bereputasi (*submitted*), buku (*draft*), paten sederhana terdaftar, dan publikasi dalam media massa. Melalui kegiatan ini diharapkan ada penguatan kemitraan antar pihak perguruan tinggi dan industri untuk saling bersinergi serta peningkatan kapasitas dosen dalam membangun jejaring dengan PT. LNK sehingga membuka akses kepada para mahasiswa yang hendak melakukan kegiatan di luar kampus dalam kerangka Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (MBKM) seperti magang, riset, proyek independen, dsb. Seluruh manfaat dari kegiatan ini akan turut mendukung ketercapaian IKU (indikator kinerja utama) baik untuk program studi maupun universitas untuk peningkatan pendidikan yang berkualitas dan unggul mempersiapkan sumber daya manusia yang unggul, kreatif, inovatif, dan produktif untuk Indonesia Maju.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pandemik COVID-19 yang merebak semenjak bulan Maret 2020 masih jauh dari usai. Pada akhir Juli 2021 bahkan terjadi gelombang kedua di Indonesia ditandai oleh melonjaknya kasus COVID-19 hingga di atas 40.000 kasus per hari. Kesadaran masyarakat akan pentingnya mengkonsumsi makanan sehat seperti herbal dan makanan fungsional semakin meningkat untuk mempertinggi imunitas tubuh dan dapat bertahan hidup. Nutraceuticals seperti Zn, vitamin D, vitamin C, curcumin, cinnamaldehyde, probiotik, selenium, laktoferin, quercetin, dll dalam bentuk suplemen mampu meningkatkan imunitas tubuh, mencegah penyebaran virus, mencegah tingkat keparahan penyakit, serta dapat menekan peradangan terhadap virus COVID-19 (Mrityunjaya et al., 2020; Pasini et al., 2021).

Produk pangan olahan seperti margarin, mayonais, susu, dan *ice cream* merupakan contoh emulsi pangan yang terdiri dari minyak dan air. Tingginya kandungan minyak pada emulsi minyak dalam air (M/A)/ *oil-in-water* (O/W) seperti mayonnaise sekitar 65-75% (Morley, 2016) dapat mengakibatkan tingginya kandungan kalori yang beresiko meningkatkan angka obesitas. Orang yang mengalami obesitas rentan mengalami dampak COVID-19 yang cukup parah di samping menurunnya efektivitas vaksin (Nariswari dan Anggraeni, 2021). Pengembangan produk pangan fungsional yang rendah lemak perlu menjadi perhatian. Emulsi air dalam minyak dalam air (A/M/A)/ *water-in-oil-in-water* (W/O/W) merupakan salah satu alternatif untuk substitusi produk emulsi O/W dengan kandungan lemak yang lebih rendah tanpa mengurangi cita rasa yang dihasilkan (Yildirim et al., 2016). Baik emulsi O/W maupun W/O/W lebih lanjut dapat dipergunakan sebagai media untuk enkapsulasi nutrisi dan bahan-bahan aktif baik yang larut pada fasa air maupun fasa lemak. Emulsi W/O/W bahkan dapat digunakan untuk *controlled release* dari zat aktif yang terenkapsulasi (Sapei et al., 2012). Hingga saat ini, belum ada produk komersil berbasis emulsi W/O/W dengan kandungan senyawa terenkapsulasi di dalamnya yang dikembangkan secara komersil. Melalui penelitian bersama dengan PT. LNK, diharapkan dapat dikembangkan produk emulsi berbasis W/O/W yang mengandung senyawa antioksidan sebagai makanan fungsional yang dapat meningkatkan imunitas dan kesehatan tubuh di era pandemik.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah enkapsulasi senyawa antioksidan yang dapat berupa vitamin C, senyawa fenolik, vitamin E di dalam emulsi ganda *water-in-oil-in-water* (W/O/W). Aktivitas senyawa antioksidan di dalam bahan baku dan di dalam produk akan diujikan. Untuk meningkatkan selera konsumen, perisa seperti flavor jamur, coklat, jeruk, atau strawberi akan ditambahkan pada bagian air di fasa luar. Di samping itu, penambahan serat sebagai prebiotik yang berfungsi sebagai matriks dapat pula ditambahkan di fasa air bagian luar.

Urgensi penelitian ini adalah dikaitkan dengan kebutuhan bahan pangan fungsional sebagai alternatif diversifikasi produk dalam industri pangan. Di samping, tuntutan konsumen akan makanan bercita rasa tinggi namun menyehatkan yang terus meningkat, kesadaran masyarakat untuk mengonsumsi makanan fungsional yang mengandung senyawa antioksidan juga semakin tinggi agar dapat bertahan hidup di era pandemik COVID-19. Tingginya angka

obesitas yang disebabkan oleh tingginya kadar lemak dalam pangan olahan berimplikasi pada peningkatan penyakit kronis tidak menular lainnya seperti jantung koroner, hipertensi, dan stroke. Pengembangan produk emulsi W/O/W dapat menurunkan kadar lemak tanpa mengurangi cita rasa dari produk pangan yang dihasilkan. Dengan demikian, diharapkan tercipta produk pangan fungsional inovatif yang sesuai dengan selera konsumen, memiliki gizi dan nutrient tinggi serta mampu meningkatkan imunitas dan kesehatan tubuh.

Kegiatan penelitian pembuatan emulsi W/O/W dengan enkapsulasi asam askorbat dilaksanakan di Laboratorium Polimer dan Membran. Untuk pengembangan produk berupa bubuk hasil spray drying emulsi W/O/W dengan enkapsulasi ekstrak kelor dilakukan di miniplant PT. LNK. Hasil penelitian ini akan dituangkan ke dalam berbagai bentuk luaran, antara lain: rancangan kurikulum kegiatan MBKM mahasiswa, publikasi pada jurnal internasional, paten, buku referensi, serta publikasi pada media massa. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan mampu membentuk paradigma masyarakat akan pentingnya pangan olahan berbasis emulsi yang sehat, rendah lemak, rendah kalori, tinggi serat, namun tetap memiliki rasa dan sensori/ *mouthfeel* yang disukai. Hasil penelitian diharapkan mampu memperluas bidang ilmu teknologi dan rekayasa pangan untuk pengembangan produk pangan berbasis emulsi dengan kestabilan yang baik serta dapat digunakan sebagai enkapsulan senyawa-senyawa bionutrisi seperti vitamin, mineral, serta antioksidan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Xia et al. (2011) melakukan penelitian terhadap pengaruh vitamin E dalam karakteristik vitamin C yang dienkapsulasi dengan proses emulsi ganda A/M/A. Dalam penelitian ini, vitamin C berada pada fase air bagian dalam, sedangkan vitamin E berada pada fase minyak. empat variasi emulsi ganda berbeda yaitu ME-A yang tidak mengandung vitamin C dan vitamin E, ME-B yang hanya mengandung vitamin C pada fase air bagian dalam, ME-C yang hanya mengandung vitamin E pada fase minyak, dan ME-D yang mengandung vitamin C dan vitamin E. Hasil pengamatan menggunakan mikroskop optik ini menunjukkan bahwa ukuran partikel emulsi ganda ketika ditambahkan dengan vitamin C dan vitamin E sangat berbeda. Emulsi ganda yang mengandung vitamin C (ME-B) akan menyebabkan tingginya tekanan osmotik pada fase air bagian dalam sehingga fase air bagian luar akan masuk ke dalam fase air bagian dalam. Hal ini menyebabkan kerusakan pada sistem emulsi sehingga vitamin C dapat terlepas menuju fase air bagian luar. Oleh karena itu, diameter dari ME- B lebih besar dibandingkan lainnya. Namun, ketika vitamin E (ME-D) ditambahkan dalam fase minyak, viskositasnya meningkat sehingga dapat menjadi menghalangi fase air bagian luar untuk masuk ke fase air bagian dalam. Pada dasarnya, viskositas sangat tergantung oleh temperatur. Penentuan konsentrasi dari asam askorbat dianalisa menggunakan metode titrasi iodometri.

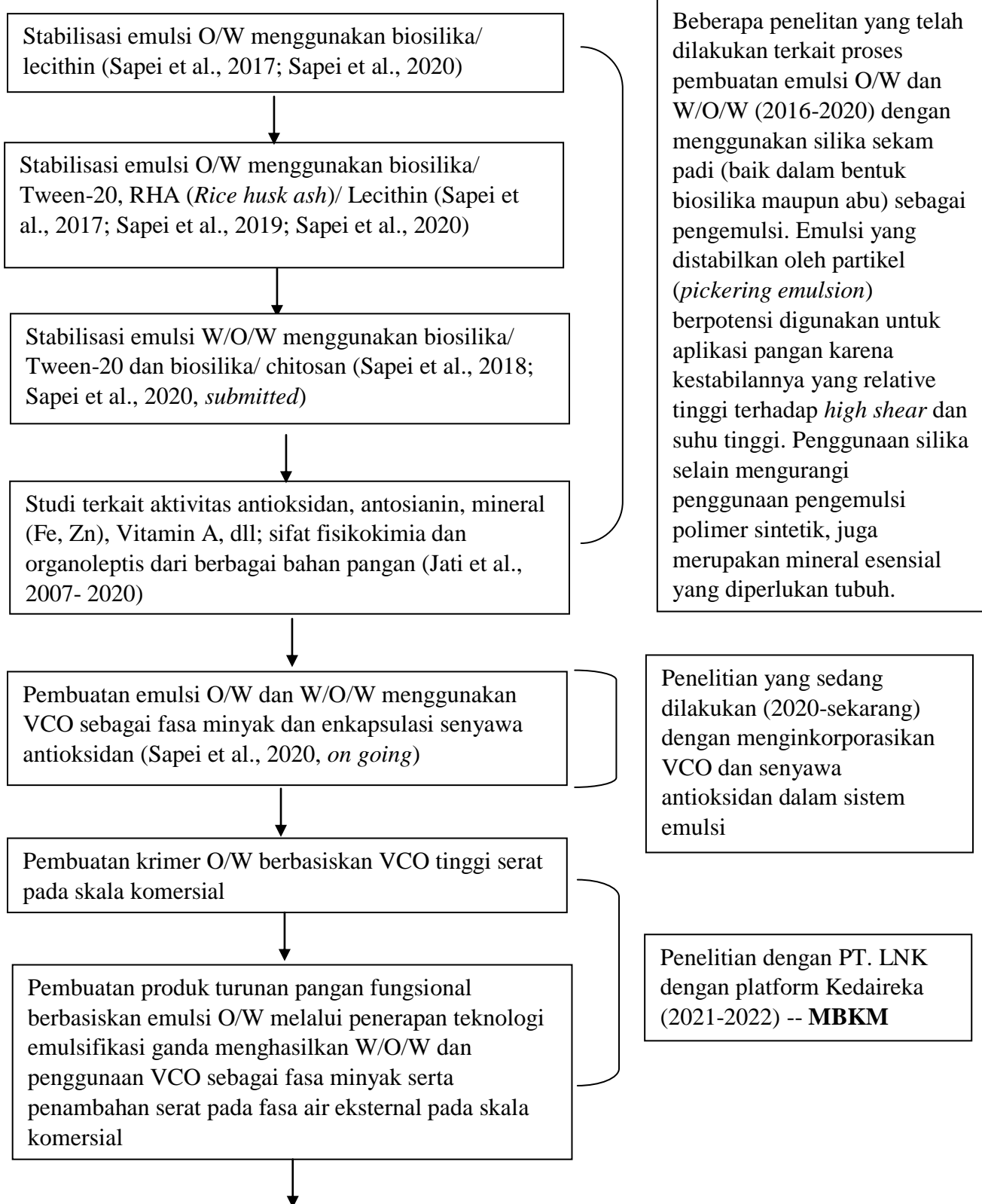
Matos et al. (2018) berhasil mengenkapsulasi resveratrol (RSV) menggunakan emulsi ganda A/M/A dengan efisiensi enkapsulasi yang tinggi dan stabilitas yang baik. Emulsi pertama (A/M) dilakukan dengan larutan etanol/air RSV yang didispersikan dalam miglyol 812 (O) (20 % volume) dengan polyglycerol polyricinoleate sebagai stabilizer. Fase air bagian luar adalah larutan 2% w/v tween dengan atau tanpa carboxymethylcellulose sebagai thickening agent. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi maksimum yang didapat sebesar 58% dengan stabilitas penyimpanan yang baik dan dominan karakter elastik. Penggunaan 6,2 mg/L enkapsulasi RSV. Emulsi ganda ini cocok untuk diterapkan pada makanan.

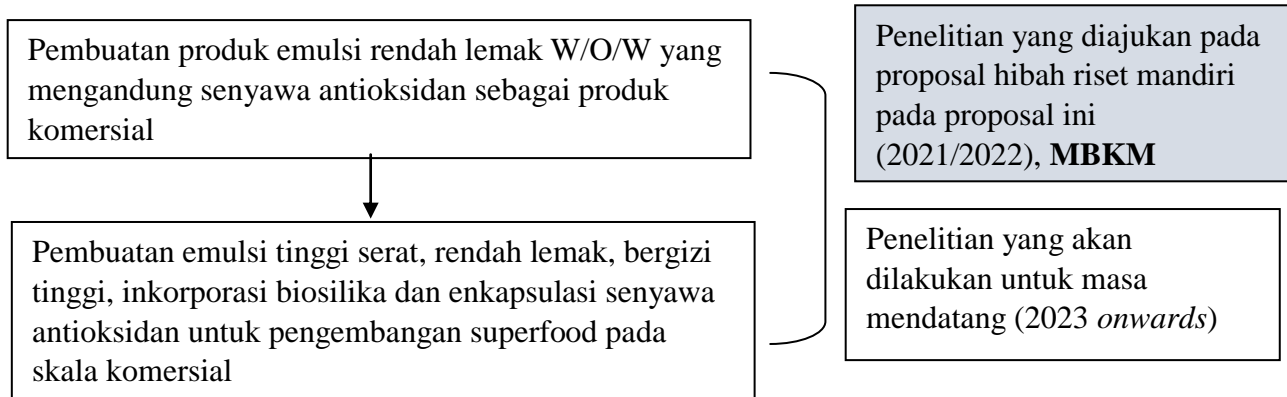
Barra et al. (2019) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan polimer sebagai pelapis. Penelitian ini mengevaluasi ukuran, efisiensi enkapsulasi, dan kestabilan termal dari asam askorbat. Mikropartikel asam askorbat didapatkan dengan menggunakan teknik *spray drying*. Bahan yang digunakan adalah asam askorbat, garam natrium alginat dari alga coklat (ALG) dan *Gum Arabic* (GA). Langkah pertama akan dilakukan persiapan mikropartikel dengan menggunakan *spray drying*. ALG atau GA akan dilarutkan dalam 250 mL air murni dengan pengadukan kontinu selama 3 jam pada 25°C dan 1000 rpm untuk rasio Asam askorbat:polimer sebesar 1:1 dan 1:2. Untuk rasio asam askorbat:polimer sebesar 1:4 digunakan 1500 rpm. Selanjutnya asam askorbat dimasukkan perlahan ke polimer. Setelah 1 jam akan dimasukkan kedalam *minispraydryer* B-290 BÜCHI dengan ukuran *nozzle* 0,7 mm dan *peristaltic pump* pada laju alir 2-7 mL/menit. Aliran masuk dan keluar menggunakan suhu 140 °C dan 86 °C. Hasil dari penelitian menunjukkan mikroenkapsulasi dengan *spray drying* menghasilkan efisiensi enkapsulasi

yang tinggi, pada AA:ALG menunjukkan 90% dan AA:GA sebesar 82%. Peningkatan konsentrasi polimer ALG akan menurunkan *yield* enkapsulasi yang diakibatkan dari viskositas yang meningkat, sedangkan pada GA, tidak menunjukkan hubungan antara total padatan terlarut dengan enkapsulasi *yield*. Hasil *yield* produk didapatkan sebesar 57% dan 74% pada ALG dan GA. Untuk ukuran diameter partikel, pada AA:ALG menunjukkan ukuran rata-rata diameter antara 5,13 μm dan 14,09 μm , pada AA:GA menunjukkan ukuran rata-rata diameter antara 2,88 μm dan 9,73 μm . Enkapsulasi asam askorbat dengan natrium alginat dan *gum arabic* dengan teknik *spray drying* berpotensi menghindarkan degradasi termal-oksidatif.

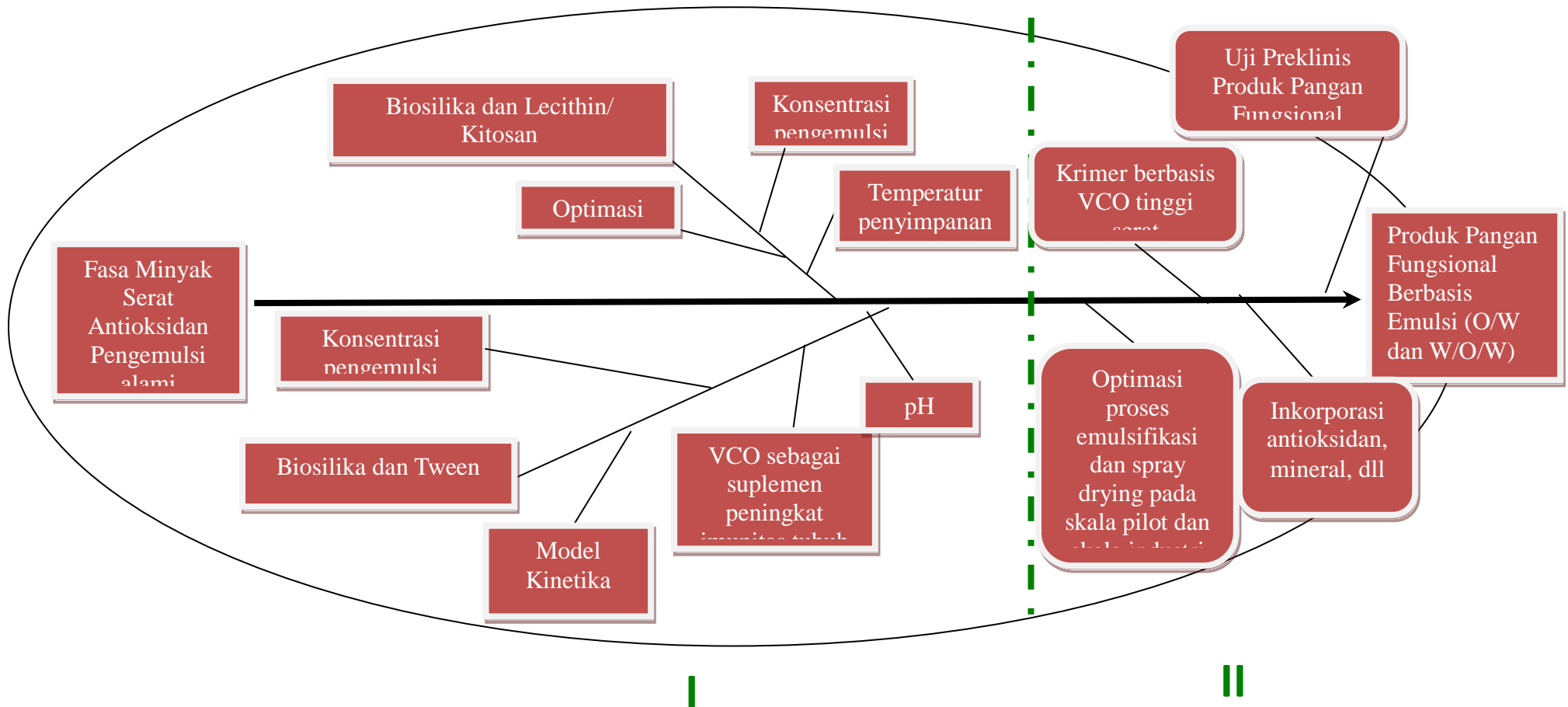
Fraj et al. (2019) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan gelatin / NaCAS pada kestabilan emulsi ganda A/M/A yang mengandung vitamin C dan E. Kestabilan emulsi ganda ini sangat sulit untuk didapatkan sehingga dilakukan penelitian lebih lanjut. Pada penelitian ini menggunakan 2 protein, gelatin tipe A (300 bloom) dari kulit sapi, dan NaCas (casein sodium salt) dari susu sapi. Untuk stabilisasi larutan primer A/M emulsi digunakan *Polyglycerol polyricinoleate* (PGPR) dan Caprol 10G100. Fase minyak menggunakan *medium chain triglyceride* (MCT) dari *caprylic/capric fatty acids* dan untuk model substansi enkapsulasi, digunakan vitamin C dan vitamin E. Metode pada percobaan ini dengan mencampurkan larutan biner emulsifier PGPR dan Caprol 10G100 pada perbandingan variasi massa yang berbeda (1:0, 1:1, 1:2) untuk membuat larutan primer A/M. Pembuatan emulsi ganda, dilakukan dengan pendispersian larutan primer kedalam gelatin 1%, lalu di homogenizer pada 5000 rpm selama 10 menit dan suhu 30 celcius. Selanjutnya akan ditambahkan NaCAS secara perlahan dengan berbagai variasi (0.01, 0.1, 0.5, 1 dan 3 %). Pengujian pada penelitian ini meliputi analisis ukuran droplet dan tes kestabilan emulsi.

Pada variasi A, PGPR:Caprol 10G100 dengan rasio massa 1:2, terlihat penurunan pada ukuran droplet setelah 2 hari penyimpanan. Ketidakstabilan ini terjadi akibat adanya air yang berdifusi karena adanya gradien osmosis. Pada variasi B, PGPR: Caprol 10G100 dengan rasio massa 1:1, menunjukkan kenaikan pada ukuran diameter droplet dalam emulsi dengan konsentrasi NaCAS 0.01 dan 0.5% massa namun untuk lainnya mengalami penurunan diameter. Pada mikroskop masih terlihat sistem emulsi ganda selama 2 hari penyimpanan. Pada emulsi ganda dalam larutan primer varian C, PGPR murni, menunjukkan hasil yang tidak signifikan berubah pada parameternya kecuali pada sampel NaCN konsentrasi 0.01% menunjukkan peningkatan diameter droplet. Perubahan yang tidak signifikan ini menunjukkan kestabilan pada adsorbed layer dan kesinergian PGPR molekul dengan gelatin kompleks terbentuk pada *interface*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa interaksi gelatin dan NaCAS pada fase luar air mempengaruhi kestabilan emulsi dan ukuran droplet. Peningkatan jumlah PGPR dalam campuran memiliki efek positif dalam kestabilan emulsi. Kestabilan emulsi ditunjukkan pada konsentrasi NaCAS diatas 0,5 %.



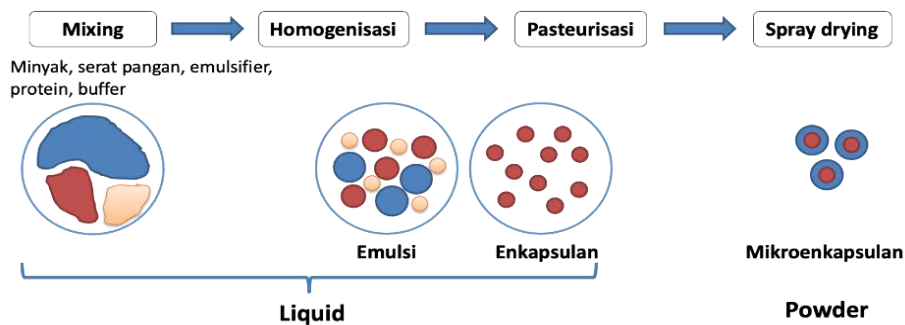


Gambar 1. Peta Jalan Penelitian dan Hilirisasi Produk Pangan Berbasiskan Emulsi O/W dan W/O/W

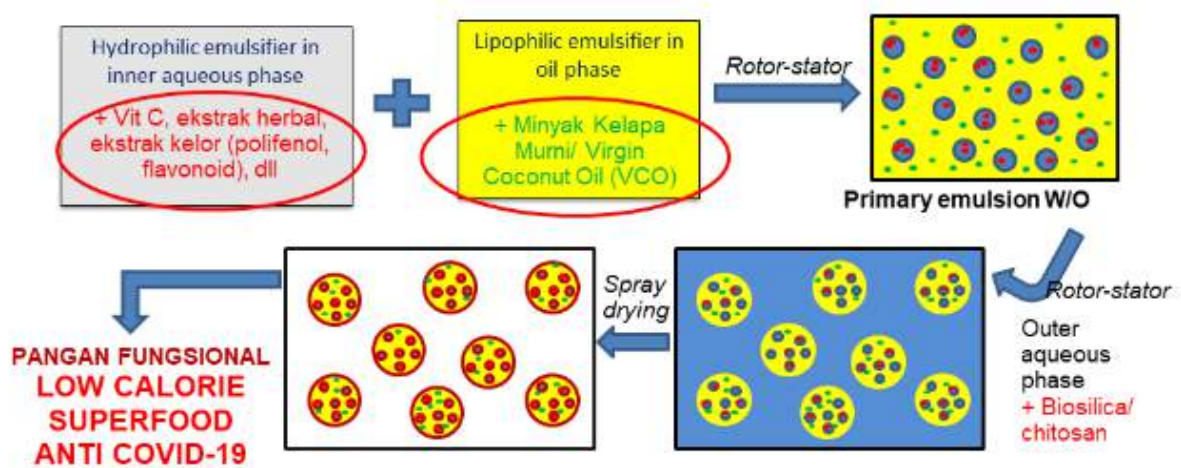


Gambar 2. Peta Jalan Penelitian. Tahap I (penelitian dasar sampai pengembangan) : penelitian yang telah dan sedang dilakukan di Laboratorium Polimer dan Membran dari tahun 2012-2021 ; Tahap II (penelitian pengembangan sampai komersialisasi) : penelitian yang akan dilakukan di Laboratorium Polimer dan Membran, dan PT. LNK dari tahun 2021 – selesai.

Prospek komersialisasi/ hilirisasi produk berbasis emulsi O/W seperti krim telah banyak dipasarkan oleh berbagai supplier seperti PT. Lautan Natural Krimendo, PT. Nestle Indonesia, dan PT. Santos Jaya Abadi. Gambar 3 merupakan skema pembuatan produk krim dengan menggunakan *spray drying*. Krim dengan penambahan serat tinggi telah dipasarkan oleh PT. LNK dengan sebagai produk retail “Fiber Crème” yang bersifat creamy, serta dapat ditambahkan sebagai ingredien pada berbagai produk makanan dan minuman. Gambar 4 adalah skema emulsi ganda dengan penambahan ekstrak antioksidan pada fasa air bagian dalam untuk pembuatan krim bernutrisi tinggi. Produk ini belum banyak dipasarkan karena memerlukan proses emulsifikasi 2 tahap serta memiliki kestabilan yang lebih rendah dibandingkan dengan emulsi O/W. Namun demikian, emulsi ini berpotensi dikembangkan sebagai krim rendah lemak, rendah kalori dan bernutrisi tinggi.



Gambar 3. Proses pembuatan produk pangan fungsional tinggi serat berbasis emulsi O/W



Gambar 4. Proses pembuatan produk pangan fungsional tinggi serat berbasis emulsi W/O/W dan enkapsulasi senyawa-senyawa bioaktif dalam fase cair bagian dalam serta fase minyak.

BAB 3

METODOLOGI RISET

Penelitian ini mengkaji proses enkapsulasi asam askorbat menggunakan sistem emulsi ganda $A_1/M/A_2$. Minyak yang digunakan adalah VCO karena minyak ini memiliki berbagai manfaat yaitu sebagai antioksidan, dapat meningkatkan kesehatan jantung, memiliki sifat anti mikroba & anti virus, dan dapat mencegah diabetes. Penelitian yang dikaji berupa enkapsulasi vitamin C dan enkapsulasi ekstrak kelor yang akan dipaparkan pada subbab 3.1 dan 3.2.

3.1 Enkapsulasi Vitamin C (asam askorbat) menggunakan emulsi $A_1/M/A_2$

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan antara lain:

Tahap 1. Percobaan pendahuluan penentuan konsentrasi asam askorbat

- Terdapat 5 variasi konsentrasi asam askorbat (% b/b) terhadap fase air yang dilakukan dalam percobaan: 25%, 30%, 35%, 40%, dan 45%. Berdasarkan percobaan, didapatkan bahwa asam askorbat dengan konsentrasi 30%, 35%, 40% dan 45% tidak larut sempurna dengan air, sedangkan pada konsentrasi 25% asam askorbat akan larut sempurna. Oleh karena itu, penelitian akan dilakukan dengan variasi konsentrasi asam askorbat sebesar 15%, 20%, dan 25%.

Tahap 2. Percobaan pendahuluan penentuan fraksi A_1/M dalam $A_1/M/A_2$

- Pada penelitian ini fraksi air dalam minyak yang merupakan fraksi terdispersi optimum untuk sistem air dalam minyak ditetapkan sebesar 0,3
- Fraksi A_1/M dalam $A_1/M/A_2$ divariasikan sebesar 0,2; 0,3; 0,4. Hasil *trial* menunjukkan bahwa kestabilan emulsi ganda $A_1/M/A_2$ yang paling baik berada pada fraksi A_1/M dalam $A_1/M/A_2$ sebesar 0,4 yang selanjutnya akan digunakan untuk tahapan percobaan utama.

Tahap 3. Percobaan variasi pengemulsi baik pada emulsi primer maupun pada emulsi sekunder.

- Sebelum melakukan enkapsulasi, dilakukan proses perancangan variabel proses untuk menghasilkan emulsi ganda $A_1/M/A_2$ yang stabil. Pengemulsi yang digunakan pada emulsi primer adalah PgPr dengan variasi konsentrasi (b/b) sebesar 4% dan 6% terhadap fase minyak. Selanjutnya, pengemulsi yang digunakan pada emulsi sekunder adalah campuran PgPr dan tween 20 sebesar 0,5%/0,5% dan 1%/1% terhadap fase air bagian luar. Secara singkat, variasi pengemulsi yang digunakan selama penelitian akan dituliskan pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Penamaan Sampel Emulsi Ganda dengan Berbagai Variasi Pengemulsi

Emulsi	Konsentrasi PGPR terhadap fase air bagian dalam	Konsentrasi PGPR/tween 20 terhadap fase air bagian luar
Emulsi A	4%	0,5%/0,5%
Emulsi B	4%	1%/1%
Emulsi C	6%	0,5%/0,5%
Emulsi D	6%	1%/1%

- Akan dilakukan penentuan kinetika kestabilan terhadap emulsi variasi A hingga emulsi variasi D. Setelah itu, akan dilakukan studi terhadap kinetika destabilisasi emulsi dengan menggunakan regresi linier orde 0 dan orde 1.
- Berdasarkan percobaan, diperoleh hasil terbaik pada emulsi sampel C sehingga variasi pada emulsi C akan digunakan untuk penentuan nilai fraksi *release* dan efisiensi enkapsulasi asam askorbat.

Tahap 4. Percobaan enkapsulasi terhadap berbagai konsentrasi asam askorbat menggunakan formulasi emulsi C.

- Pada percobaan ini akan dipelajari profil *release* dan efisiensi enkapsulasi asam askorbat dalam emulsi ganda $A_1/M/A_2$ hingga 5 hari. Variasi konsentrasi asam askorbat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 15%, 20%, dan 25% b/b.

3.2 Enkapsulasi Ekstrak Kelor menggunakan emulsi A/M/A

Penelitian ini dilakukan di PT. LNK di mini plant melalui 3 trial eksperimen sbb:

Trial 1

Formula :

Ekstrak Daun Kelor

- 55 gram bubuk daun kelor
- 550 ml air

Double Emulsion

- VCO 3290 ml
- PgPr 225 ml
- Tween-20 25 ml
- Air 4950 ml
- Ekstrak Daun Kelor 525 ml

Langkah-langkah:

A. Persiapan Ekstrak Daun Kelor

1. Mengambil 55 gram ekstrak daun kelor dan memasukkannya ke dalam gelas beaker
2. Mengisi gelas beaker dengan air sebanyak 550 ml
3. Menutup gelas beaker dengan aluminium foil dan ditunggu selama 24 jam

B. Persiapan Fase Minyak (M)

1. Memasukkan polyglycerol polyricinoleate (PgPr) 210 ml ke dalam wadah mixing (6,38%)
2. Memasukkan fase minyak (VCO) sebanyak 3290 ml ke dalam wadah mixing
3. Mencampurkan larutan tersebut dengan rotor-stator mixer selama 10 menit pada kecepatan 4000 rpm. Total: 3500 ml.

C. Persiapan Fase Air Bagian Dalam (A₁)

1. Memasukkan fase air (A₁) berupa akuades sebanyak 975 ml ke dalam gelas beaker
2. Memasukkan ekstrak daun kelor sebanyak 525 ml ke dalam gelas beaker. Fraksi ekstrak kelor= 53,85%
3. Mencampurkan larutan tersebut dengan sendok (manual). Total: 1500 ml.

D. Pembuatan Emulsi Primer Air Dalam Minyak (A₁/M)

1. Memasukkan larutan fase air (A₁) ke dalam larutan fase minyak (M). Fraksi A₁= 42,86%
2. Melakukan mixing pada kecepatan 4.000 rpm selama 10 menit menggunakan rotor-stator mixer.

E. Pembuatan Fase Air Bagian Luar (A₂)

1. Memasukkan Tween-20 sebanyak 25 ml dan PgPr sebanyak 25 ml. Total pengemulsi eksternal= 1,01%
2. Memasukkan fase air (A₂) berupa akuades 4950 ml ke dalam wadah mixing
3. Mencampurkan larutan tersebut menggunakan rotor-stator mixer dengan kecepatan 2500 rpm selama 10 menit

F. Pembuatan Emulsi Ganda Air Dalam Minyak Dalam Air (A₁/M/A₂)

1. Memasukkan hasil emulsi primer (A₁/M) sebanyak 5000 ml ke dalam fase air bagian luar (A₂). Fraksi A₁/M= 50%
2. Melakukan mixing dengan rotor-stator mixer pada kecepatan 2.000 rpm selama 5 menit

G. Spray drying

1. Mengatur suhu masuk menjadi 140^oC dan suhu keluar menjadi 86^oC
2. Mencatat hasil powder yang dihasilkan

Trial 2

Formula :

Ekstrak Daun Kelor

- 55 gram bubuk daun kelor
- 550 ml air

Double Emulsion

- VCO 1938,1 gr
- PgPr 138,7 gr
- Tween-20 15 gr
- Air 4619,4 gr
- Maltodekstrin 3375 gr
- Ekstrak Daun Kelor 309,3 gr

Langkah-langkah:

A. Persiapan Ekstrak Daun Kelor

1. Mengambil 55 gram ekstrak daun kelor dan memasukkannya ke dalam gelas beaker
2. Mengisi gelas beaker dengan air sebanyak 550 ml
3. Menutup gelas beaker dengan aluminium foil dan ditunggu selama 24 jam

B. Persiapan Fase Minyak (M)

1. Memasukkan polyglycerol polyricinoleate (PgPr) 123,7 gr ke dalam wadah mixing. Fraksi PgPr= 6,38%
2. Memasukkan fase minyak (VCO) sebanyak 1938,1 gr ke dalam wadah mixing
3. Mencampurkan larutan tersebut dengan rotor-stator mixer selama 10 menit pada kecepatan 4000 rpm
Total fase minyak= 2061.8 gr

C. Persiapan Fase Air Bagian Dalam (A₁)

1. Memasukkan fase air (A₁) berupa akuades sebanyak 574,4 gr ke dalam gelas beaker
2. Memasukkan ekstrak daun kelor sebanyak 309,3 gr ke dalam gelas beaker. Fraksi ekstrak kelor= 53,85%.
3. Mencampurkan larutan tersebut dengan sendok (manual)
Total fase air= 883,7 gr

D. Pembuatan Emulsi Primer Air Dalam Minyak (A₁/M)

1. Memasukkan larutan fase air (A₁) ke dalam larutan fase minyak (M)
2. Melakukan mixing pada kecepatan 4.000 rpm selama 10 menit menggunakan rotor-stator mixer.
Total A₁/M= 2945,5 gr

E. Pembuatan Fase Air Bagian Luar (A₂)

1. Memasukkan Tween-20 sebanyak 15 gr dan PgPr sebanyak 15 gr. Fraksi pengemulsi fasa luar= 0,74%
2. Memasukkan fase air (A₂) berupa akuades 4045 gr dan 3375 gr maltodekstrin ke dalam wadah mixing
3. Mencampurkan larutan tersebut menggunakan rotor-stator mixer dengan kecepatan 2.500 rpm selama 10 menit.
4. Total fase luar A₂= 7450 gr

F. Pembuatan Emulsi Ganda Air Dalam Minyak Dalam Air (A₁/M/A₂)

1. Memasukkan hasil emulsi primer (A1/M) sebanyak 5000 gr ke dalam fase air bagian luar (A₂)
2. Melakukan mixing dengan rotor-stator mixer pada kecepatan 2.000 rpm selama 5 menit
3. Homogenisasi
4. Fraksi A1/M= 5000/12450=40%

G. Spray drying

1. Mengatur suhu masuk menjadi 140^oC dan suhu keluar menjadi 86^oC
2. Mencatat hasil powder yang dihasilkan
Fat Content 37,92%
TS 52,89%

Trial 3

Formula :

Ekstrak Daun Kelor

- 55 gram bubuk daun kelor
- 550 ml air

Double Emulsion

- VCO 1950 gr
- PgPr 20 gr
- Tween-20 20 gr
- Air 4095 gr
- Maltodekstrin 3500 gr
- Protein 200 gr
- Fosfat 2 gr
- Ekstrak Daun Kelor 311,5 gr

Double Emulsion

- VCO 1938,1 gr
- PgPr 138,7 gr
- Tween-20 15 gr
- Air 4619,4 gr
- Maltodekstrin 3375 gr
- Ekstrak Daun Kelor 309,3 gr

Langkah-langkah:

A. Persiapan Ekstrak Daun Kelor

1. Mengambil 55 gram ekstrak daun kelor dan memasukkannya ke dalam gelas beaker
2. Mengisi gelas beaker dengan air sebanyak 550 ml
3. Menutup gelas beaker dengan aluminium foil dan ditunggu selama 24 jam

B. Persiapan Fase Minyak (M)

1. Memasukkan polyglycerol polyricinoleate (PgPr) 125 gr ke dalam wadah mixing. Fraksi PgPr= 6,41%
2. Memasukkan fase minyak (VCO) sebanyak 1950 gr ke dalam wadah mixing
3. Mencampurkan larutan tersebut dengan rotor-stator mixer selama 10 menit pada kecepatan 4000 rpm
Total fase minyak= 2075 gr

C. Persiapan Fase Air Bagian Dalam (A₁)

1. Memasukkan fase air (A₁) berupa akuades sebanyak 578,5 gr ke dalam gelas beaker.
2. Memasukkan ekstrak daun kelor sebanyak 311,5 gr ke dalam gelas beaker. Fraksi ekstrak kelor 35%.
3. Mencampurkan larutan tersebut dengan sendok (manual)
4. Total fase air= 890 gr

D. Pembuatan Emulsi Primer Air Dalam Minyak (A₁/M)

1. Memasukkan larutan fase air (A₁) ke dalam larutan fase minyak (M). Fraksi A₁= 30% (890/2965)
2. Melakukan mixing pada kecepatan 4.000 rpm selama 10 menit menggunakan rotor-stator mixer.
Total A₁/M= 2965 gr

E. Pembuatan Fase Air Bagian Luar (A₂)

1. Memasukkan Tween-20 sebanyak 20 gr dan PgPr sebanyak 20 gr. Fraksi pengemulsi fase eksternal= 0,98%
2. Memasukkan fase air (A₂) berupa akuades 4095 gr, maltodekstrin 3500 gr, dan protein 200 gr, serta sodium-hexametafosfat 2 gr ke dalam wadah mixing. Total filler+penstabil=90% relatif terhadap air
3. Mencampurkan larutan tersebut menggunakan rotor-stator mixer dengan kecepatan 2500 rpm selama 10 menit

F. Pembuatan Emulsi Ganda Air Dalam Minyak Dalam Air (A₁/M/A₂)

1. Memasukkan hasil emulsi primer (A₁/M) sebanyak 5000 ml ke dalam fase air bagian luar (A₂). Fraksi A₁/M= 0,37% (2965/7965)
2. Melakukan mixing dengan rotor-stator mixer pada kecepatan 2.000 rpm selama 5 menit
3. Homogenisasi

G. Spray drying

1. Mengatur suhu masuk menjadi 140^oC dan suhu keluar menjadi 86^oC
2. Mencatat hasil powder yang dihasilkan
Fat Content 37,22% TS 54,62%

BAB 4

PELAKSANAAN KEGIATAN RISET

Hasil pelaksanaan kegiatan riset akan diuraikan lebih lanjut pada subbab 4.1 sampai dengan 4.5 di bawah ini.

4.1 Percobaan Pendahuluan Penentuan Konsentrasi Asam Askorbat

Sebelum melakukan penentuan fraksi emulsi dan konsentrasi pengemulsi, perlu dilakukan percobaan penentuan konsentrasi bahan aktif (asam askorbat) yang terkandung dalam fase air bagian dalam dengan tujuan agar bahan aktif tersebut dapat larut dengan sempurna dan tidak merusak kestabilan emulsi. Terdapat 5 variasi konsentrasi asam askorbat (% b/b) terhadap fase air yang dilakukan dalam percobaan ini yaitu 25%, 30%, 35%, 40%, dan 45%. Berdasarkan percobaan, didapatkan bahwa asam askorbat dengan konsentrasi 30%, 35%, 40% dan 45% tidak larut sempurna dengan air, sedangkan pada konsentrasi 25% asam askorbat akan larut sempurna. Hasil ini sesuai dengan literatur dimana kelarutan maksimal asam askorbat dalam air adalah 33 gram / 100 mL air sehingga tidak akan digunakan konsentrasi di atas 33%. Saat konsentrasi 30%, secara teori asam askorbat akan larut sempurna dalam air, namun dalam percobaan ini asam askorbat tidak dapat larut sempurna dalam air karena proses pengadukan pelarutan hanya dibatasi selama 20 menit dimana konsentrasi 30% masih belum dapat teraduk sempurna dalam waktu tersebut. Oleh karena itu, penelitian akan dilakukan dengan variasi konsentrasi asam askorbat sebesar 15%, 20%, dan 25%. Variasi konsentrasi ini akan dilakukan pada uji *controlled release*. Pada uji secara makroskopis dan mikroskopis, akan digunakan konsentrasi asam askorbat yang paling optimum yaitu 25% b/b.

4.2 Percobaan Penentuan Fraksi A_1/M dalam $A_1/M/A_2$

Berdasarkan hasil *trial* variasi A_1/M sebesar 0,2; 0,3; dan 0,4, diperoleh emulsi ganda dengan kestabilan terbaik pada fraksi 0,4. Hal ini disebabkan karena emulsi ganda dengan fraksi A_1/M sebesar 0,4 secara visual tampak lebih viskos dibandingkan dengan emulsi yang memiliki fraksi A_1/M lebih rendah. Ketika fraksi terdispersi meningkat, maka viskositas emulsi juga akan meningkat karena pengaruh volume fase minyak yang lebih banyak. Saat viskositas meningkat, maka laju destabilisasi (*creaming*) emulsi akan turun sehingga emulsi tersebut akan tampak lebih stabil. Hasil ini sesuai dengan persamaan hukum stokes yang menyatakan bahwa viskositas berbanding terbalik dengan laju destabilisasi (McClements, 2016).

4.3 Percobaan Variasi Pengemulsi pada Emulsi Primer dan Emulsi Sekunder

Pada percobaan ini akan divariasikan pengemulsi pada emulsi primer dan emulsi sekunder sesuai **Tabel 3.1** dimana pengemulsi yang digunakan pada emulsi primer adalah PgPr (4% dan 6%) dan pengemulsi yang digunakan pada emulsi sekunder adalah campuran PgPr/Tween 20 (0,5%/0,5% dan 1%/1%). Asam askorbat yang terkandung dalam fase air bagian dalam (A_1) ditetapkan sebesar 25% karena merupakan konsentrasi asam askorbat

optimum yang dapat larut dalam air. Fraksi air dalam minyak ditetapkan 0,3 dan fraksi A_1/M dalam $A_1/M/A_2$ ditetapkan 0,4. Pembahasan mengenai kestabilan emulsi tiap variasi akan dibahas pada subbab 4.3.1 hingga subbab 4.3.3.













4.3.1 Stabilitas Emulsi Ganda $A_1/M/A_2$ secara Makroskopis

Pada pengujian secara makroskopis, emulsi diletakkan di dalam gelas vial, kemudian diukur ketinggian lapisan dengan menggunakan penggaris. Ketinggian awal emulsi ditetapkan sebesar $\frac{3}{4}$ dari tinggi gelas vial tersebut (7,9 mL). Pengujian secara makroskopis terhadap emulsi primer A_1/M akan dilakukan selama 1 bulan, sedangkan pengujian secara makroskopis terhadap emulsi sekunder $A_1/M/A_2$ akan dilakukan setiap jam selama 24 jam pertama (diamati menggunakan kamera), setiap 1 hari pada 1 minggu pertama, dan hari ke-14.

Emulsi primer A_1/M yang dihasilkan tampak stabil secara makroskopis hingga 1 bulan. Namun, setelah 1 bulan, terjadi ketidakstabilan yang ditandai dengan adanya fase minyak pada bagian atas emulsi (*creaming*). Selain itu, asam askorbat yang berada dalam emulsi A_1/M terlihat *released* dari emulsi sehingga warna emulsinya berubah menjadi *orange*. Kestabilan emulsi primer A_1/M ini sangat penting dalam membentuk emulsi ganda $A_1/M/A_2$ yang lebih stabil. Apabila emulsi primer tidak memiliki kestabilan yang baik, maka hasil emulsi ganda $A_1/M/A_2$ akan memburuk juga karena air pada emulsi sekunder memiliki kecenderungan untuk berdifusi dari fase air bagian luar menuju fase air bagian dalam maupun sebaliknya. Oleh karena itu, penggunaan *polyglycerol polyricinoleate* (PGPR) sangat penting karena dapat meningkatkan viskositas emulsi sehingga air tidak dapat berdifusi ke bagian lainnya (Tania *et al.*, 2020).

Secara umum, emulsi ganda variasi A, B, C, dan D tampak stabil secara makroskopis pada saat $t=0$, namun seiring dengan waktu akan terjadi ketidakstabilan. Emulsi A mulai terlihat tidak stabil saat $t=4$ jam, emulsi B dan emulsi D terlihat tidak stabil saat $t=5$ jam, dan emulsi C terlihat tidak stabil saat $t=9$ jam. Pada percobaan ini, akan dibahas perbandingan kestabilan emulsi secara makroskopis pada saat 0, 1, 7, dan 14 hari seperti yang terlihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Perbandingan Uji Makroskopis Emulsi Ganda A/M/A dengan Berbagai Variasi Pengemulsi pada Waktu 0, 1, 7, 14 Hari

Variasi	Waktu (hari)			
	t=0	t=1	t=7	t=14
Emulsi A				
Emulsi B				
Emulsi C				



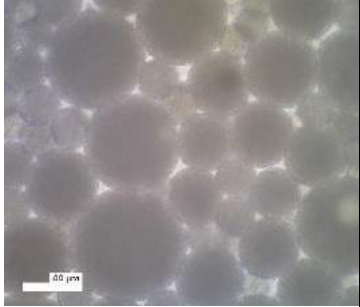
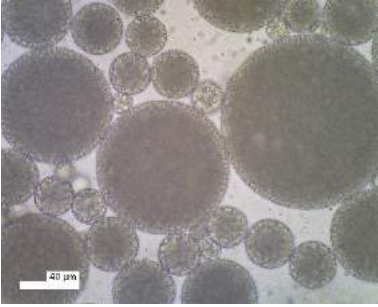
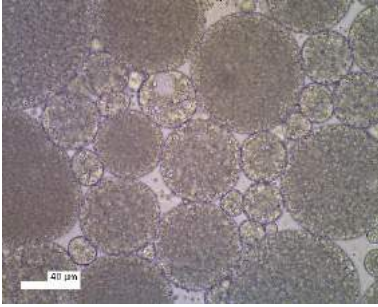
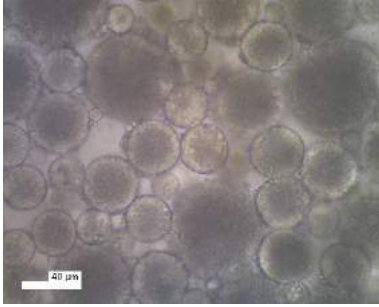
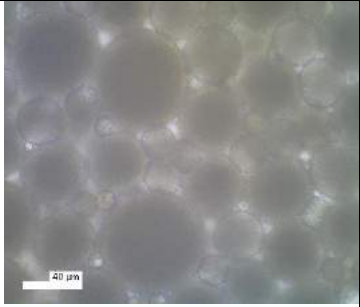
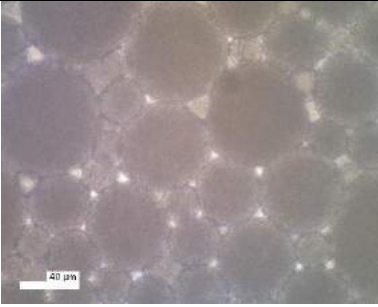

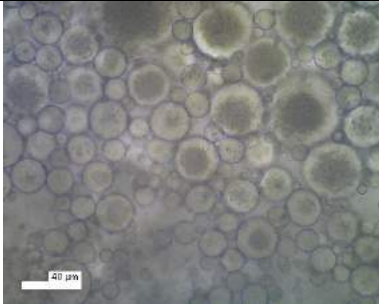
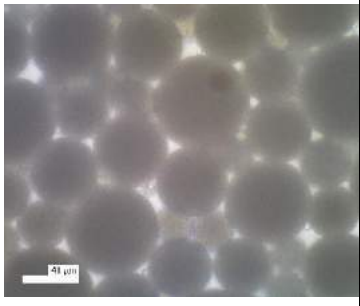
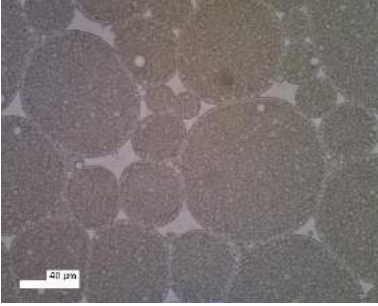
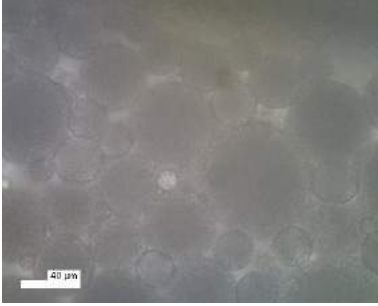
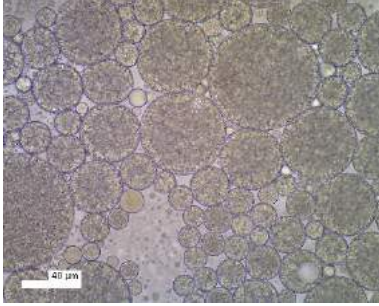
Berdasarkan **Tabel 4.1**, dapat dilihat bahwa pada saat $t=1$ hari, seluruh variasi emulsi telah mengalami destabilisasi. Destabilisasi yang terjadi bisa terdapat 2 kemungkinan yaitu *creaming* dan sedimentasi. *Creaming* dan sedimentasi terjadi karena pengemulsi hidrofilik yang seharusnya mengikat emulsi primer dan air telah rusak sehingga emulsi primer dan air terpisah. Akibatnya, emulsi primer dengan densitas yang lebih rendah karena mengandung lebih banyak minyak akan mengalami *creaming* (naik ke permukaan), sedangkan air dengan densitas yang lebih tinggi akan mengalami sedimentasi sehingga disebut serum (McClements, 2016). Destabilisasi emulsi ganda setiap variasi terus terjadi secara signifikan hingga hari ke-7 yang ditandai dengan semakin banyaknya serum. Secara visual, emulsi A dan emulsi C pada hari ke-7 tampak memiliki ketinggian serum yang sama dimana kedua emulsi ini terlihat lebih stabil dibandingkan emulsi B dan emulsi D. Saat hari ke-8 hingga hari ke-14, destabilisasi terjadi secara perlahan dan tidak terjadi perubahan yang signifikan.

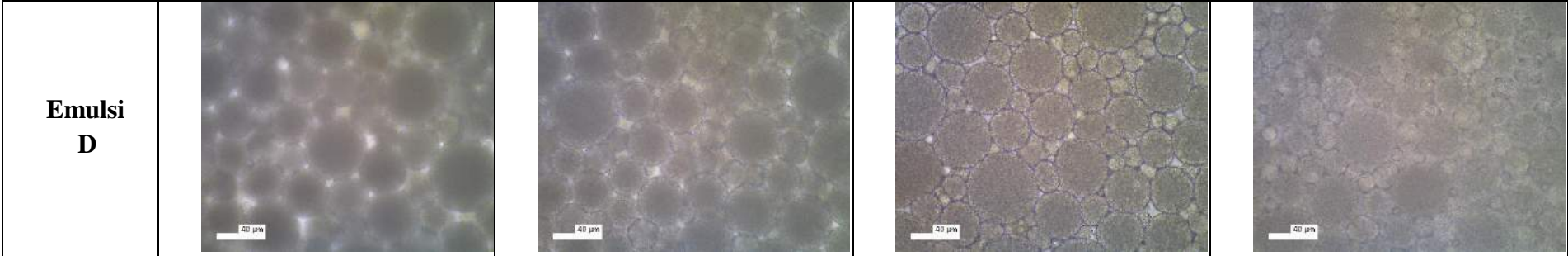
Selain konsentrasi pengemulsi, fase minyak juga berpengaruh terhadap kestabilan emulsi ganda $A_1/M/A_2$. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Bonnet *et al.* (2009), minyak dengan viskositas yang tinggi akan memiliki kestabilan yang lebih baik daripada minyak dengan viskositas yang lebih rendah. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Tania *et al.* (2020). Hasil penelitian dari Tania menyebutkan bahwa apabila viskositas meningkat, maka laju pelepasan emulsi akan menurun karena viskositas fase minyak akan mencegah terjadinya flokulasi dan koalesensi sehingga kecepatan pemisahan emulsi menjadi berkurang.

4.3.2 Stabilitas Emulsi Ganda $A_1/M/A_2$ secara Mikroskopis

Pengujian secara mikroskopis dilakukan menggunakan mikroskop dengan total perbesaran 40x, 100x, dan 400x pada 0, 1, 2, 5, 6, 7, 14, 21, dan 30 hari. Pemilihan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk emulsi setiap hari pada 7 hari pertama, dan setiap 1 minggu pada 1 bulan pertama. Pada percobaan ini, akan dibahas perbandingan penampakan emulsi ganda secara mikroskopis pada saat 0, 1, 7, dan 14 hari seperti yang terlihat pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Perbandingan Uji Mikroskopis Emulsi Ganda A/M/A dengan Berbagai Variasi Pengemulsi pada Waktu 0, 1, 7, 14 Hari

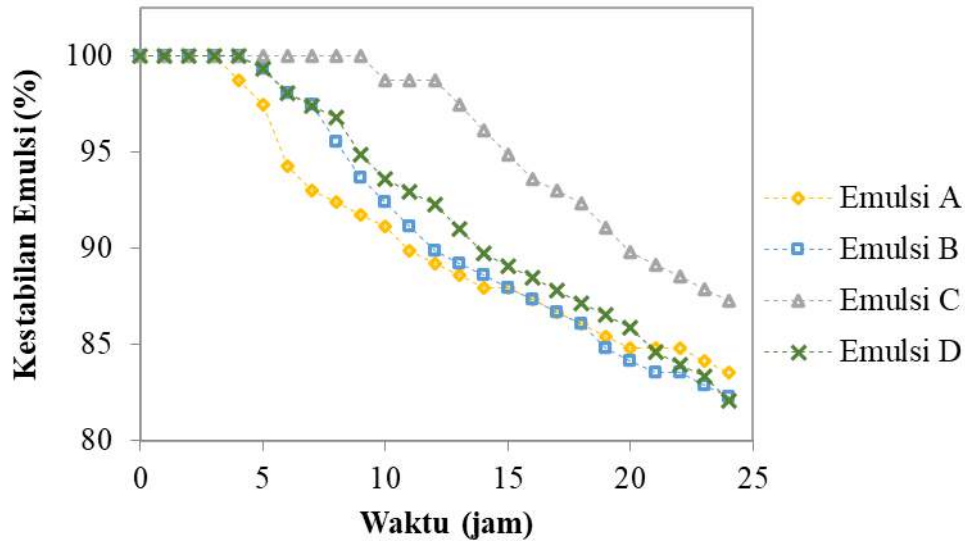
Variasi	Waktu (hari)			
	t=0	t=1	t=7	t=14
Emulsi A				
Emulsi B				
Emulsi C				



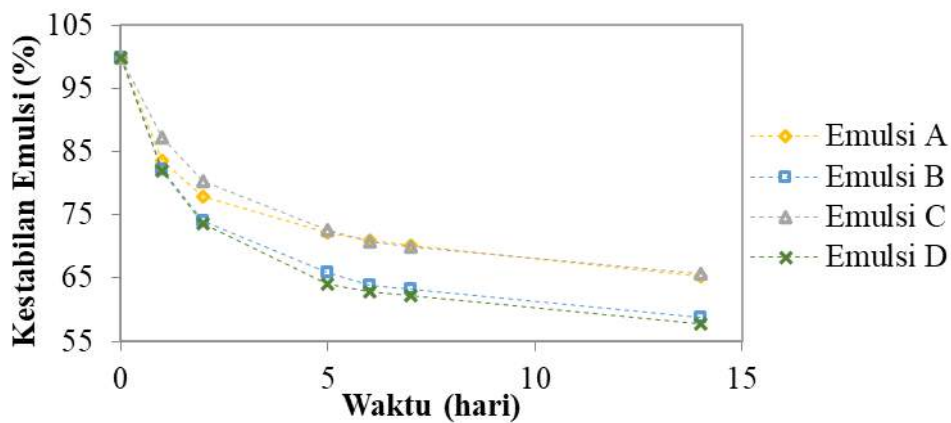
Berdasarkan **Tabel 4.2** dapat dilihat bahwa seluruh variasi emulsi ganda memiliki hasil yang baik pada saat $t = 0$. Hal ini ditandai dengan tidak terlihatnya emulsi ganda yang pecah dan memiliki ukuran yang besar dibandingkan emulsi lainnya. Namun, pada saat $t=1$ hari, emulsi A, B, dan C terlihat mengalami koalesensi yang ditandai dengan semakin besarnya ukuran *droplet*. Koalesensi adalah proses penipisan lapisan film antar droplet yang menyebabkan adanya fusi dari dua atau lebih droplet dimana ukurannya menjadi lebih besar daripada ukuran awal (Wiley *et al.*, 2013). Selain itu, koalesensi juga dapat terjadi karena adanya penggabungan droplet fase terdispersi dan membentuk droplet yang lebih besar dengan diawali drainase dari lapisan cairan fase kontinu (Eccleston *et al.*, 2007). Pada saat $t=1$, emulsi D tampak memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan emulsi A, B, dan C karena emulsi D mengandung konsentrasi pengemulsi yang paling besar (pengemulsi primer berupa 6% PgPr dan pengemulsi sekunder berupa campuran PgPr/Tween 20 sebesar 1%/1%). Pada hari ke-14, emulsi A dan emulsi B terlihat mengalami koalesensi yang cukup signifikan dibandingkan dengan emulsi C dan emulsi D. Hal ini dapat dilihat dari droplet emulsi primer yang sudah rusak ditandai dengan warna hitam tanpa adanya globul di dalamnya. Emulsi D nampak lebih stabil karena memiliki ukuran droplet yang lebih konstan dari $t=0$ hingga hari ke-14. Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi konsentrasi pengemulsi, ukuran *droplet* akan semakin kecil karena permukaan *droplet* akan tertutupi oleh pengemulsi sehingga dapat mengurangi energi bebas permukaan. Penurunan energi bebas permukaan ini sebanding dengan penurunan tegangan permukaan. Pengemulsi bekerja dengan cara menurunkan tegangan permukaan sehingga air dan minyak dapat bersatu dengan sempurna. Semakin tinggi konsentrasi pengemulsi, maka tegangan permukaan yang diturunkan akan semakin besar sehingga hasil emulsinya dapat terbentuk dengan lebih baik. Hasil ini sebanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Tania *et al.* (2020) dimana hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ukuran *droplet* akan semakin mengecil seiring dengan meningkatnya konsentrasi pengemulsi, namun akan mencapai batas maksimal tertentu.

4.4 Penentuan Kinetika Destabilisasi Emulsi Ganda $A_1/M/A_2$

Kestabilan emulsi adalah ketinggian emulsi ganda $A_1/M/A_2$ tanpa serum dibagi dengan ketinggian awal pada selang waktu tertentu. Setelah menghitung kestabilan emulsi pada setiap variasi, maka profil kestabilan vs waktu tiap variasi dapat dibuat seperti yang terlihat pada **Gambar 4.1** dan **Gambar 4.2**.



Gambar 4.1 Grafik Kestabilan Emulsi vs Waktu pada Variasi konsentrasi pengem Emulsi Ganda A₁/M/A₂ pada 24 Jam Pertama



Gambar 4.2 Grafik Kestabilan vs Waktu pada Emulsi Ganda A₁/M/A₂ selama 14 Hari Pertama

Penentuan kinetika didapatkan dengan melakukan *plotting* kestabilan emulsi vs waktu dengan hasil regresi linier model kinetika orde 0 ($n=0$) dan orde 1 ($n=1$). Hasil yang didapatkan dari *plotting* adalah *slope* berupa nilai k yang menunjukkan konstanta destabilitas emulsi. Selain itu, akan didapatkan hasil berupa r^2 dimana hasil r^2 yang mendekati 1 akan menandakan bahwa pemodelannya bagus. Hasil perbandingan kinetika orde 0 dan orde 1 dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Perbandingan Hasil k_0 dan R^2 dari *Plotting* Kestabilan Emulsi Ganda Berbagai Variasi Pengemulsi vs Waktu. Pemodelan persamaan regresi linier dengan model kinetika Orde 0 dan Orde 1

Variasi Emulsi	Orde 0		Orde 1	
	k_0 (%/jam)	R^2	k_1x $10^3(\text{jam}^{-1})$	R^2
Emulsi A	0,8029	0,9103	8,8	0,9168
Emulsi B	0,7725	0,9543	8,6	0,9703
Emulsi C	0,4809	0,8045	5,2	0,7737
Emulsi D	0,7087	0,9622	7,9	0,9614

Berdasarkan **Tabel 4.3**, didapatkan kesimpulan bahwa variasi emulsi A, B, dan D mempunyai r^2 yang tinggi sehingga hasil penelitian yang didapatkan cukup akurat. Namun, pada variasi emulsi C mempunyai r^2 yang lebih rendah. Nilai r^2 pada orde 1 lebih tinggi daripada orde 0 sehingga pemodelan ini lebih cocok menggunakan kinetika orde 1. Berdasarkan **Tabel 4.3**, dapat dilihat bahwa k_0 yang paling rendah berada pada emulsi variasi C. Hal ini menandakan bahwa emulsi C mempunyai laju destabilitas yang paling rendah dibandingkan emulsi variasi lainnya. Hal ini didukung dengan **Gambar 4.1**, emulsi C mempunyai kestabilan awal yang paling baik. Seiring berjalannya waktu, laju destabilisasi emulsi C yang kecil menyebabkan kestabilannya turun secara perlahan. Namun emulsi C mempunyai kestabilan yang hampir sama dengan emulsi A saat $t=5$ hari. Hal ini dapat terjadi karena dalam jangka waktu 5 hari, Emulsi C yang memiliki lebih banyak pengemulsi akan cenderung tersedimentasi dan menurunkan kestabilannya hingga mencapai keseimbangannya. Hasil ini sesuai dengan jurnal penelitian yang dilakukan oleh Sapei 2020 dimana penelitiannya menggunakan silika sebagai pengemulsi. Jika pengemulsi digunakan melebihi batas kondisi optimum maka penambahan pengemulsi hanya akan menurunkan kestabilan emulsinya. Hasil nilai kestabilan emulsi setiap variasi dapat ditabelkan seperti pada **Tabel 4.4**. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa Emulsi C memiliki kestabilan yang paling baik apabila dibandingkan dengan variasi emulsi yang lain selama 14 hari pertama. Hal ini dapat terjadi karena pada Emulsi C merupakan variasi emulsi dengan kondisi yang paling optimum. Penelitian dari Sapei 2017 juga mendukung hasil percobaan ini. Pada penelitiannya, penambahan konsentrasi pengemulsi tween 20 akan meningkatkan kestabilan emulsinya. Penelitiannya menggunakan pengemulsi 0.1 % tween-20, 2.5 % silica yang memiliki kestabilan emulsi 51,1%, jika pengemulsi ditingkatkan 0.3 % tween-20, 2.5 % silica maka kestabilan emulsinya menjadi 82,2%. Hal ini membuktikan bahwa percobaan kestabilan ini berjalan dengan baik.

Tabel 4.4 Kestabilan emulsi setiap variasi emulsi pada waktu 0, 1, 7, dan 14 hari

		Waktu (Hari)			
		0	1	7	14
Kestabilan Emulsi (%)	Emulsi A	100	100	93,08	87,97
	Emulsi B	100	100	97,47	88,61
	Emulsi C	100	100	100	96,18
	Emulsi D	100	100	97,44	89,74

4.5 Enkapsulasi Ekstrak Kelor menggunakan emulsi A/M/A

Penelitian ini dilakukan di PT. LNK di mini plant melalui 3 trial eksperimen sbb:

Trial 1

Hasil : Powder tidak terbentuk sama sekali, masih berbentuk liquid



Analisa :

- Bahan yang digunakan hanya liquid, sehingga tidak ada padatan yang bisa tertinggal setelah dilakukan pengeringan dengan spray dryer.
- Nilai TS yang kurang (34%)
- Terjadi kesalahan dalam jumlah emulsifier yang tersedia, sehingga dilakukan penyesuaian yang mendadak
- Kurang homogen

Saran :

- Adanya penambahan protein dan glukosa, untuk mengikat minyak pada saat mixing, dan meningkatkan nilai TS (TS minimal $\pm 45\%$, kebanyakan produk di LNK $\pm 70\%$)
Protein : 1,5-2,5% b/b
Glukosa : 30-40% b/b
- Penambahan sejumlah padatan, seperti protein, FFA, emulsifier, dan stabilizer
- Menggunakan proses homogenisasi, agar emulsi yang dihasilkan semakin homogen
- Melakukan penyesuaian pada proses mixing, karena mixer yang tersedia hanya memiliki kapasitas maksimal putaran 5500 rpm, namun memiliki penampang mixing sebesar $\pm 6,8$ cm

- Mengukur densitas bahan yang digunakan, karena basis yang digunakan pada mini-plant adalah basis massa

Trial 2

Hasil : Powder terbentuk dengan cukup baik, namun masih mudah pecah

Analisa :

- Bahan yang digunakan hanya ditambahkan maltodekstrin, masih kurang kuat untuk mengikat minyak yang ada di dalam emulsi ganda
- Nilai TS yang masih kurang (34%)
- Kurang homogen

Saran :

- Adanya penambahan protein, untuk mengikat minyak pada saat mixing, dan meningkatkan nilai TS (TS minimal $\pm 45\%$, kebanyakan produk di LNK $\pm 70\%$)
Protein : 1,5-2,5% b/b
- Penambahan sejumlah padatan, seperti protein, FFA, emulsifier, dan stabilizer
- Menggunakan proses homogenisasi, agar emulsi yang dihasilkan semakin homogen

Trial 3

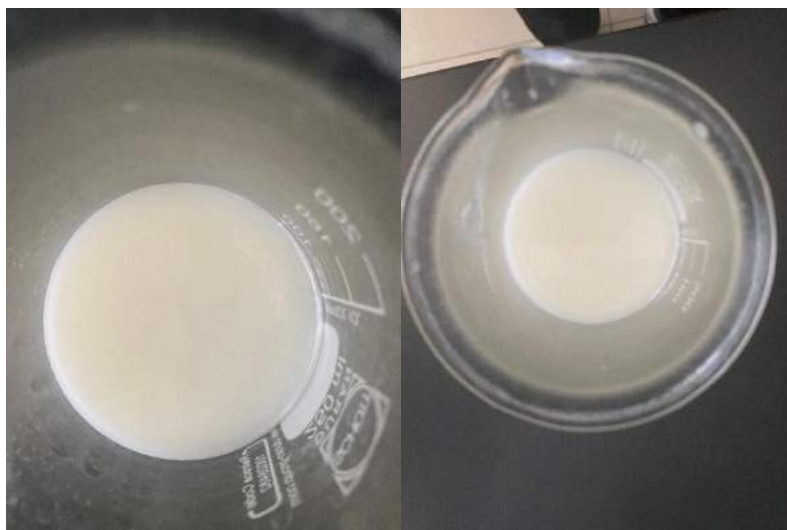
Hasil : Powder yang terbentuk sudah baik

Analisa :

- Bahan yang digunakan sudah pas
- Nilai TS sudah mencukupi standar
- Powder yang terbentuk sudah tidak mudah pecah

Saran :

- Kandungan lemak kurang tinggi



BAB 5

EVALUASI PELAKSANAAN RISET

Beberapa kendala yang dihadapi, antara lain:

1. Uji rilis asam askorbat kurang dapat dimonitor dengan baik, kemungkinan besar karena konsentrasi rilis asam askorbat yang terlampau kecil pada medium cair sehingga diperlukan waktu yang cukup lama untuk mencapai *plateau*.
2. Pembuatan powder di mini plant PT. LNK telah dapat menghasilkan serbuk A/M/A dengan kestabilan yang tinggi. Namun demikian serbuk ini masih perlu dikarakterisasi serta dilakukan uji rilis serta uji organoleptis.

Kegiatan riset telah dapat berjalan dengan baik selama bulan Januari s.d. bulan November 2022, namun demikian masih diperlukan upaya untuk karakterisasi produk, analisa hasil, serta interpretasi data agar diperoleh kajian ilmiah yang lebih mendalam. Dana riset dari LPDP sangat membantu pelaksanaan riset di laboratorium polimer dan membran serta diseminasi ilmiah sedangkan dana padanan mitra PT. LNK dalam bentuk penyediaan bahan baku dan fasilitas membantu proses enkapsulasi ekstrak kelor di mini plant.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui faktor-faktor penyebab ketidakstabilan emulsi sehingga emulsi yang dibuat dapat bertahan lebih lama.
2. Diperlukan adanya uji release dari senyawa antioksidan yang dienkapsulasi pada fase air bagian dalam.
3. Perlu dilakukan karakterisasi produk serbuk emulsi secara lebih komprehensif serta dilakukan pengujian organoleptis oleh para panelis terlatih.
4. Perlu dilakukan optimasi proses untuk proses hilirisasi produk A/M/A pada skala komersial.

BAB 6

CAPAIAN INDIKATOR KINERJA RISET

Capaian Indikator Kinerja Riset dapat dilihat pada Tabel 6.1

Tabel 6.1 Capaian Indikator Kinerja Riset

Indikator Kinerja/Luaran			
No	Luaran	Indikator Riset	Realisasi
1	Model/Rancangan MBKM	Sebanyak 6 mahasiswa Teknik Kimia Ubaya minimal semester 5 akan dilibatkan dalam kegiatan MBKM. Sebanyak 2 mahasiswa akan mengikuti program magang di PT. LNK, sedangkan 4 mahasiswa akan terlibat dalam kegiatan riset keilmuan. Sebanyak 2 model pembelajaran melalui kegiatan magang dan riset keilmuan akan disusun	100%
2	Publikasi Internasional	Hasil penelitian enkapsulasi senyawa antioksidan menggunakan sistem emulsi A/M/A direncanakan untuk dapat dipublikasikan pada International Journal of Technology, terindeks Scopus, Q-2 rank (<i>submitted</i>)	100%
3	Publikasi Nasional/Buku	Kegiatan Riset bersama antar pihak universitas dan PT. LNK dapat dituangkan menjadi salah satu bab khusus terkait produk emulsi W/O/W untuk pengayaan mata kuliah "Penjaminan Mutu dan Keamanan Pangan" (<i>draft</i>)	100%
4	Kekayaan intelektual	1 (satu) persen bersama atas produk pangan fungsional yang telah diatur dalam dokumen Perjanjian Pengaturan dan Kepemilikan Hak Kekayaan Intelektual Universitas Surabaya dengan PT. Lautan Natural Krimerindo, No. 057/LPPM-02/VII/2021 (<i>terdaftar</i>)	100%
5	Publikasi Media Massa	1 artikel pada media massa atau website official Ubaya (<i>terbit</i>)	100%

BAB 7

KONTRIBUSI MITRA

Realisasi kontribusi mitra baik *in kind* maupun *in cash*, antara lain:

1. Menyediakan tempat magang bagi mahasiswa dan menyediakan bahan baku, seperti sumber minyak kelapa, pengemulsi, dan penstabil yang diperlukan untuk kegiatan riset.
2. Menyediakan bahan baku, seperti sumber minyak kelapa, pengemulsi, dan penstabil yang diperlukan untuk kegiatan riset dan membantu enkapsulasi ekstrak daun kelor dalam produk bubuk A/M/A di skala pilot.
3. Diskusi terkait potensi penggunaan biosilika sekam padi dalam pembuatan produk pangan di skala komersial.
4. Diskusi terkait kestabilan emulsi minyak dalam air dengan kandungan lemak yang tinggi.

Membantu produksi krim berbasis VCO pada skala pilot yang digunakan sebagai bahan baku untuk pengembangan produk minuman sehat.

BAB 8

KESIMPULAN

1. Fraksi air dalam minyak yang paling optimum adalah 0,3 dan fraksi A₁/M dalam A₁/M/A₂ yang paling optimum adalah 0,4.
2. Konsentrasi pengemulsi lipofilik yang paling optimum didapatkan pada konsentrasi PGPR sebesar 6% dari fase minyak. Konsentrasi pengemulsi hidrofilik yang paling optimum didapatkan pada konsentrasi PGPR/Tween sebesar 0,5%/0,5%.
3. Emulsi ganda A/M/A dengan ekstrak daun kelor berpotensi dikomersialkan dalam skala industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Barra PA, Márquez K, Gil-Castell O, Mujica J, Ribes-Greus A, Faccini M. Spray-drying performance and thermal stability of L-ascorbic acid microencapsulated with sodium alginate and gum Arabic. *Molecules*. 2019 Jan;24(16):2872.
- Fraj JL, Petrović LB, Milinković-Budinčić JR, Katona JM, Bučko SD, Spasojević LM. Properties of double W/O/W emulsions containing vitamin C and E stabilized with gelatin/sodium caseinate complex. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 2019;84(12):1427-38.
- Fratta Pasini AM, Stranieri C, Cominacini L, Mozzini C. Potential Role of Antioxidant and Anti-Inflammatory Therapies to Prevent Severe SARS-Cov-2 Complications. *Antioxidants*. 2021 Feb;10(2):272.
- Matos M, Gutiérrez G, Martínez-Rey L, Iglesias O, Pazos C. Encapsulation of resveratrol using food-grade concentrated double emulsions: Emulsion characterization and rheological behaviour. *Journal of Food Engineering*. 2018 Jun 1;226:73-81.
- McClements, D. J. (2016). *Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques* (3rd ed.). CRC Press Taylor & Francis Group.
- Morley WG. Mayonnaise. *Encyclopedia of food and health*. Netherlands. 2016.
- Mrityunjaya M, Pavithra V, Neelam R, Janhavi P, Halami PM, Ravindra PV. Immune-boosting, antioxidant and anti-inflammatory food supplements targeting pathogenesis of COVID-19. *Frontiers in Immunology*. 2020;11.
- Sapei L, Adiarto T, Handomo R, Chandra SH. Effect of pH on the stability of W1/O/W2 double emulsion stabilized by combination of biosilica and Tween-20. In *Matec Web of Conferences: The 2nd International Conferences on Technology, Innovation, Society and Science-to-Business (ICTIS 2018) 2018 (Vol. 215)*. EDP Sciences.
- Sapei L, Naqvi MA, Rousseau D. Stability and release properties of double emulsions for food applications. *Food hydrocolloids*. 2012 Jun 1;27(2):316-23.
- Tania, D., & Kuswahyuning, R. (2020). Water-in-Oil-in Water (W / O / W) Double Emulsion Formulations using Variation Concentration of Carboxymethyl Cellulose Sodium Formulasi Emulsi Ganda Air dalam Minyak dalam Air (A / M / A) dengan Variasi Konsentrasi Carboxymethyl Cellulose Sodium. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 8(2), 286–295.

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA UBAYA dan Teknologi dan Teknologi

Kampus Merdeka INDONESIA, JAYA

Designing Vitamin C Fortified W/O/W Double Emulsion for A Healthier Dairy Food Product

Lanny Sapei¹, Ignasius Radix AP Jati², Ervan Ervan¹, Steven Halim¹, Aloisiyus Yuli Widianto³ and Rochmad Indrawanto³

¹ University of Surabaya
² Widya Mandala Catholic University
³ PT. Lautan Natural Krimerindo

Universitas Katolik WIDYA MANDALA SURABAYA

Presented at 17th Conference of the International Association of Colloid and Interface Scientists, (IACIS) June 29, 2022 in Brisbane, Australia

Health CONCERNS

WHO finding out that..

Overweight
 In 2019, 30% or 2.1 billions
From the whole world population

Diabetes
 in 2018, 422 millions
Suffer from diabetes

Cardiovaskular Disease (CVDs)
 In 2019, >17 millions
Dead due to heart attack

Source : World Health Organization (WHO) Report, 2019

Unhealthy Food

Trends of consumer during COVID-19 pandemic

Increasing demands of functional foods

Obesity

Increasing consumption of processed foods, such as milk, flour, biscuits, instant drinks, instant foods, etc.

A balance diet
 High Fiber, Vitamin, Antioxidant

Healthy eating habits promote LIFE

Food emulsion products

Double Emulsions

Multiple Emulsion Schematic

Encapsulation of water soluble nutrient, e.g. Vitamin C

Encapsulation of oil soluble nutrient & healthy oil, e.g. VCO

W₁ = the inner water phase
 O = the oil phase
 W₂ = the outer water phase
 ● = oil-soluble emulsifier
 ○ = water-soluble emulsifier
 ● = inner solute

Source: [12] food research

Encapsulation of Vitamin and Virgin Coconut Oil (VCO)

Bioactive/nutrients in VCO

Garlic Acid	7-O-Methyl Catechin	Myricetin-3-O-Glucoside	Syringic Acid
Ferulic Acid	Dihydrokaempferol	9-Coumaric Acid	Tocatechol
Quercetin	Resveratrol	Caffeic Acid	Tocatechol

VCO Facts

- 90% saturated fat
- MCT: 55-72%
- Lauric acid(C12): 45-53%

A healthier dairy food product

- Lactose free
- High nutrient/ Vit C/ Vit E/ antioxidants
- Creamy, tasty
- Low calorie

External water (+fiber for powder product)

Healthy Oil

Vitamin C

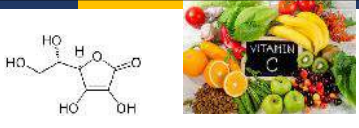
Kampus Merdeka **lpdp**

Vitamin C

- Essential nutrient for human being
 - Normal growth (tissue growth and repair)
 - Responsible for wound healing and osteogenesis
 - Involves in energy transformation and metabolism
 - Antioxidant (delay aging, inhibit cancer/heart attack)
 - Maintain health
- Not synthesized by the human body
- Recommended daily intake = 40 mg
- Rich in fruits: citrus fruits (orange, lemon, lime, grapefruit); strawberry.

Kampus Merdeka **lpdp**

Vitamin C



- Also known as L-ascorbic acid ($C_6H_8O_6$)
- Highly soluble in water
- Acidic
- Strong reducing agent
- In pure form: white crystal, odorless, $T_m = 190-192^\circ C$
- Very unstable in aqueous solution

Kampus Merdeka **lpdp**

Degradation of Vitamin C

Ascorbic acid $\xrightarrow{O_2}$ Dehydroascorbic acid + H_2O_2

- Factors influencing the rate of Vitamin C degradation
 - Light exposure
 - pH
 - Level of dissolved oxygen
 - Metal ions presence
 - Sugar presence
 - Storage temperature

Kampus Merdeka **lpdp**

Objectives

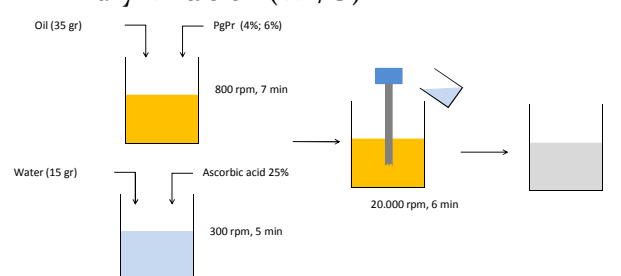
- Design a stable double emulsion as a vehicle for Vitamin C/ ascorbic acid encapsulation.
- Investigate the emulsion kinetic destabilization.
- Study of Vitamin C release

Kampus Merdeka **lpdp**

Materials and Methods

Kampus Merdeka **lpdp**

Primary Emulsion (W₁/O)



Oil (35 gr) + PgPr (4%, 6%) → 800 rpm, 7 min

Water (15 gr) + Ascorbic acid 25% → 300 rpm, 5 min

20.000 rpm, 6 min

Double emulsion (W₁/O/W₂)

W₂ preparation, 30 gr
 PgPr/Tween-20 : 0.5%/0.5%; 1%/1%

300 rpm, 7 min

W₁/O, 20 gr

8000 rpm, 3 menit

Emulsion	[PgPr] in oil	[PgPr/Tween 20] in external aqueous phase W ₂
A	4%	0.5%/0.5%
B	4%	1%/1%
C	6%	0.5%/0.5%
D	6%	1%/1%

Stability study
 -Macroscopic
 -Microscopic
 -Kinetics

Vitamin C release

Emulsion C

Determination of emulsion stability

$$\%S = \frac{h_t}{h_0} \times 100\%$$

whereas h_t is emulsion height at a certain time and h_0 is initial emulsion height.

Kinetics of W/O/W emulsion destabilization with time

$$-r_A = -\frac{dS}{dt} = k S^a$$

Zero order $S = S_0 - k_0 t$

First order $\ln(S) = \ln(S_0) - k_1 t$

with $-r_A$ the rate of emulsion destabilization, a the order of emulsion destabilization rate, k_0 and k_1 the emulsion destabilization rate constant for the zero order (% stability/ minute) and for the first order (per minute), respectively, t the storage time (minute), S the percentage of emulsion stability after time t and S_0 the initial emulsion stability percentage.

Vitamin C determination

- Iodimetric method

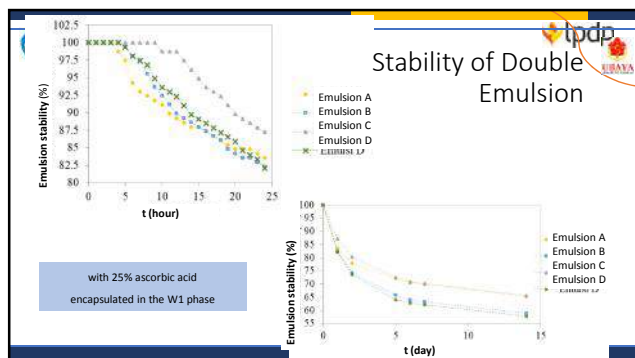
$$C_6H_8O_6 + I_3^- \rightarrow C_6H_6O_6 + 3I^- + 2H^+$$

• 0.01 N iodine = 0.8806 mg ascorbic acid

Fraction Release and Encapsulation Efficiency Calculations

- FR (%) = $\frac{m_t}{m_0} \times 100\%$
- FR (%) = Fraction release of Ascorbic acid
- m_t = Mass of ascorbic acid at a certain time, t
- m_0 = Mass of ascorbic acid at $t = 0$
- EE (%) = $100\% - FR(\%)$
- EE (%) = Encapsulation Efficiency

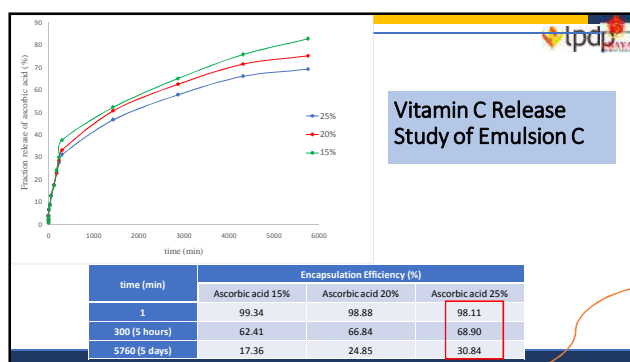
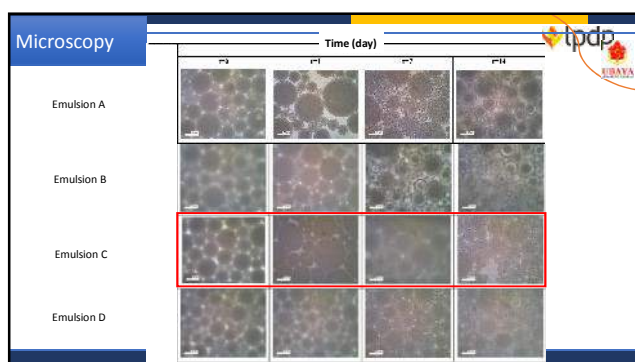
Results and Discussion



Destabilisation Kinetics of Double Emulsion

Double Emulsion	Orde 0		Orde 1	
	k_d (%/h)	R^2	$k_d \times 10^3$ (h ⁻¹)	R^2
Emulsion A	0.8029	0.9103	8.8	0.9168
Emulsion B	0.7725	0.9543	8.6	0.9703
Emulsion C	0.4809	0.8045	5.2	0.7737
Emulsion D	0.7087	0.9622	7.9	0.9614

Calculated for the first 24 hours



- ### Conclusions
- Emulsion C prepared with PgPr 6% (lipophilic emulsifier) and PgPr 0.5%/ Tween-20 0.5% (hydrophilic emulsifier) demonstrated the highest stability upon encapsulation of 25% ascorbic acid.
 - higher lipophilic and lower hydrophilic emulsifiers' concentrations are preferred
 - Emulsion C has the lowest k_d of 0.48 %/h confirming its remarkable short-term stability.
 - The higher the concentration of encapsulated ascorbic acid, the lower the release fraction, thus the higher the encapsulation efficiency. The highest EE of Vit C of 30% was obtained after 5 days upon release study of double emulsion loaded with 25% ascorbic acid.
 - Vit-C fortified W/O/W has potential for the development of a healthier dairy food product.

Acknowledgment

The research is financially supported by Ministry of Research, Technology and Higher Education of the Republic of Indonesia under the research grant scheme of "Fundamental Research" 2019 under the contract number: 159/E4.1/AK.04.RA/2021



UNIVERSITAS SURABAYA

JALAN NGAGEL JAYA SELATAN 169, SURABAYA 60284
TELP.: (62-31) 298-1000, 298-1005, 298-1100; FAX.: (62-31) 298-1001, 298-1101
E-mail: rektorat@ubaya.ac.id
www.ubaya.ac.id

BERITA ACARA

SERAH TERIMA LAPORAN AKHIR
PROGRAM PENDANAAN RISET KEILMUAN
DIREKTORAT SUMBER DAYA
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI, RISET, DAN TEKNOLOGI
PENDANAAN LEMBAGA PENGELOLA DANA PENDIDIKAN (LPDP)

Pada hari ini, Selasa, tanggal 27, bulan Desember tahun 2022, kami yang bertanda tangan di bawah ini :

- 1 Nama : Prof. Suyanto, S.E., M.Ec.Dev., Ph.D.
Jabatan : Ketua LPPM Universitas Surabaya

yang selanjutnya disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**

- 2 Nama : Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc.
Jabatan : Ketua Periset
Institusi : Universitas Surabaya
Judul Riset : Enkapsulasi Senyawa Antioksidan Melalui Sistem Emulsi Air dalam Minyak dalam Air (A/M/A) untuk Aplikasi Pangan
Nomor Kontrak : 159 /E4.1/AK.04.RA/2021

yang selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**

PIHAK KEDUA telah menyerahkan **Laporan Akhir Riset** PROGRAM PENDANAAN RISET KEILMUAN tahun 2021/2022 kepada **PIHAK PERTAMA** sebanyak satu (1) eksemplar.

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

PIHAK KEDUA
Ketua Periset

Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc.
NPK: 212021

PIHAK PERTAMA
Ketua Lembaga Riset



Prof. Suyanto, S.E., M.Ec.Dev., Ph.D.
NPK: 199017

FORMULIR EVALUASI INTERNAL PROGRAM RISET KEILMUAN

TAHUN 2022

Judul Riset
Fokus/Skema Riset
Ketua Periset
Asal Institusi
Mitra Riset

: Enkapsulasi Senyawa Antioksidan Melalui Sistem Emulsi Air dalam Minyak dalam Air (A/M/A) untuk Aplikasi Pangan
: Riset Mandiri Dosen
: Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc.
: Universitas Surabaya
: PT. LNK

No.	Indikator Kinerja Riset (IKR)/Luaran MBKM	Progress Capaian IKR/Luaran		Anggaran (Rp.)		Keterangan	Kontribusi Mitra	Kendala/Solusi	Masukan dan Saran	
		Deskripsi	%	Pagu	Realisasi					Sisa Lebih
1	Model/ Rancangan MBKM	<p>Pada semester Genap 2021/ 2022 telah dilibatkan 4 mahasiswa Teknik Kimia Ubaya MBKM dengan skema riset (2 mahasiswa semester 6) dan magang (2 mahasiswa semester 6). Pada semester Gasal 2022/2023 akan dilibatkan 2 mahasiswa semester 5 untuk magang MBKM di PT. LNK. Rancangan kurikulum untuk setiap mata kuliah yang disetarakan dan direkoqnisi disesuaikan dengan aktivitas mahasiswa. Penyetaraan mata kuliah MBKM sebesar 19-20 sks per mahasiswa.</p> <p>Mata kuliah: -Teknologi Pengolahan Minyak dan Lemak -Kerja Praktek -Teknologi Pemrosesan Pangan -Penjaminan Mutu dan Keamanan Pangan -Desain Alat -Teknologi Flavour -Ilmu Bahan dan Komposit -Metodologi Riset dan Statistik -Penelitian -Pengendalian Proses -Praktikum Unit Operasi 2 -Teknologi Pengolahan Air Buangan 1 -Unit Operasi 3 -Unit Operasi 2 -Praktikum unit operasi 1</p>	100	31.000.000	31.000.000	-	<p>Telah dilakukan FGD dengan topik "Telaah Kurikulum Sarjana Teknik Kimia dalam Kerangka Pelaksanaan MBKM" dengan dana yang digunakan untuk honorarium narasumber (Prof. Niita Aryanti) serta biaya ATK/fotocopy, rapat koordinasi, pembelian bahan/ alat untuk penelitian mahasiswa</p>	<p>Menyediakan tempat magang bagi mahasiswa dan menyediakan bahan baku, seperti sumber minyak kelapa, pengemulsi, dan penstabil yang diperlukan untuk kegiatan riset.</p>	<p>Penyusunan aktivitas terkait dari mahasiswa untuk pemenuhan pencapaian kompetensi dari mata kuliah yang disetarakan.</p>	<p>Pendanaan hibah dapat diperbesar agar dapat lebih mendukung pembiayaan magang/ riset MBKM mahasiswa.</p>

2	Submitted Publikasi Internasional	<p>-Sistem Utilitas -Kewirausahaan dan Inovasi -Pengantar Teknologi Polimer.</p> <p>Hasil penelitian enkapsulasi Vitamin C menggunakan sistem emulsi A/M/A di-submit pada International Journal of Technology, terindeks Scopus, Q-2.</p>	100	33.260.000	33.260.000	-	Pembelian bahan; pembelian alat; rapat koordinasi; diseminasi seminar internasional.	Menyediakan bahan baku, seperti sumber minyak kelapa, pengemulsi, dan penstabil yang diperlukan untuk kegiatan riset dan membantu enkapsulasi ekstrak daun kelor dalam produk bubuk A/M/A di skala pilot	Masih diperlukan waktu untuk pengumpulan data, interpretasi data, dan penyusunan publikasi	Diperlukan waktu penelitian yang lebih panjang, untuk mencapai semua target luaran dengan kualitas yang lebih baik, seperti jurnal internasional bereputasi
3	Buku	Buku referensi dari hasil-hasil penelitian terkait stabilisasi emulsi minyak dalam air untuk pengembangan produk pangan fungsional dengan judul "Biosilika sekam padi untuk stabilisasi pickering emulsi pangan" sedang dipersiapkan dalam kaitannya dengan enkapsulasi senyawa aktif dalam emulsi pangan. Penerbit yang dituju: Graha Ilmu atau Deepublish	100	3.000.000	3.000.000	-	Pembelian bahan dan rapat koordinasi	Diskusi terkait potensi penggunaan biosilika sekam padi dalam pembuatan produk pangan di skala komersial.	Masih diperlukan waktu untuk kompilasi sumber-sumber pendukung dan hasil penelitian terkait serta jurnal-jurnal terkini.	Diperlukan waktu penelitian yang lebih panjang, minimal 2 tahun untuk mencapai semua target luaran.
4	Kekayaan Intelektual	Patent sederhana "PROSES PRODUKSI SERBUK EMULSI GANDA AIR-DALAM-MINYAK-DALAM-AIR (A/M/A) DENGAN EKSTRAK DAUN KELOR DAN MINYAK KELAPA MURNI TERENKAPSULASI" sudah diregistrasi dengan no permohonan S00202210366.	100	2.000.000	2.000.000	-	Pembelian bahan dan rapat koordinasi	Diskusi terkait kestabilan emulsi minyak dalam air dengan kandungan lemak yang tinggi	-	-
5	Publikasi di media massa	Produk pangan fungsional berupa minuman berbasis VCO sebagai hasil dari kegiatan riset bersama antar pihak universitas dan PT. LNK yang didukung oleh kegiatan MBKM mahasiswa telah diliput di media massa Times Indonesia pada 27 Juni 2022. https://www.timesindonesia.co.id/read/	100	500.000	500.000	-	Konsumsi rapat dan kegiatan koordinasi	Membantu produksi krimer berbasis VCO pada skala pilot yang digunakan sebagai bahan baku untuk	-	-

		news/416098/dosen-ubaya-berhasil- ciptakan-minuman-menyehatkan- berbasis-vco						pengembangan produk minuman sehat.	
Catatan Reviewer		<ol style="list-style-type: none"> 1. RPS yang dibuat diupayakan dapat menjadi <i>template</i> jika diperoleh pendanaan dengan pihak mitra terkait untuk aktivitas magang/riset MBKM 2. Artikel ilmiah akan diupayakan untuk dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi 							

Surabaya, 26 Desember 2022

Ketua LPPM
Universitas Surabaya



Prof. Suvanto, S.E., M.Ec.Dev., Ph.D.
NPK: 199017

Ketua Periset

Dr. rer.nat. Lanny Sapeli, S.T., M.Sc.
NPK: 212021

Reviewer

Dr. Hazrul Iswadi, S.Si., M.Si.
NPK: 200006

Lampiran Kompilasi Capaian Indikator Kinerja Riset

Indikator Kinerja/Luaran			
No	Luaran	Indikator Riset	Realisasi
1	Model/Rancangan MBKM	Sebanyak 6 mahasiswa Teknik Kimia Ubaya minimal semester 5 akan dilibatkan dalam kegiatan MBKM. Sebanyak 2 mahasiswa akan mengikuti program magang di PT. LNK, sedangkan 4 mahasiswa akan terlibat dalam kegiatan riset keilmuan. Sebanyak 2 model pembelajaran melalui kegiatan magang dan riset keilmuan akan disusun	100%
2	Publikasi Internasional	Hasil penelitian enkapsulasi senyawa antioksidan menggunakan sistem emulsi A/M/A direncanakan untuk dapat dipublikasikan pada International Journal of Technology, terindeks Scopus, Q-2 rank (<i>submitted</i>)	100%
3	Publikasi Nasional/Buku	Kegiatan Riset bersama antar pihak universitas dan PT. LNK dapat dituangkan menjadi salah satu bab khusus terkait produk emulsi W/O/W untuk pengayaan mata kuliah “Penjaminan Mutu dan Keamanan Pangan” (draft)	100%
4	Kekayaan intelektual	1 (satu) persen bersama atas produk pangan fungsional yang telah diatur dalam dokumen Perjanjian Pengaturan dan Kepemilikan Hak Kekayaan Intelektual Universitas Surabaya dengan PT. Lautan Natural Krimerindo, No. 057/LPPM-02/VII/2021 (terdaftar)	100%
5	Publikasi Media Massa	1 artikel pada media massa atau website official Ubaya (terbit)	100%



UNIVERSITAS SURABAYA

JALAN NGAGEL JAYA SELATAN 169, SURABAYA 60284
TELP.: (62-31) 298-1000, 298-1005, 298-1100; FAX.: (62-31) 298-1001, 298-1101
E-mail: rektorat@ubaya.ac.id
www.ubaya.ac.id

SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama : Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc.
2. Institusi : Universitas Surabaya
3. Alamat : Taman Pinang Indah B3/1 Sidoarjo

berdasarkan Keputusan Direktur Utama LPDP Nomor KEP-2/LPDP.4/2021 tanggal 12 November 2021 dan Perjanjian/ Kontrak Nomor: 159 /E4.1/AK.04.RA/2021 mendapatkan Pendanaan Riset Keilmuan sebesar Rp.90.000.000,- (Sembilan puluh juta rupiah)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan Pendanaan RISPRO di bawah ini meliputi:

No	Uraian	Nilai Pendanaan (Sesuai Kontrak dan Termasuk Pajak)	Realisasi Penggunaan Dana
1.	Biaya Langsung Personil	Rp. 20.240.000,-	Rp. 20.240.000,-
2.	Biaya Langsung Non-Personil	Rp. 64.760.000,-	Rp. 64.760.000,-
3.	Biaya Tidak Langsung	Rp. 5.000.000,-	Rp. 5.000.000,-
		Total Pendanaan= Rp. 90.000.000,-	Total Dana Digunakan= Rp. 90.000.000,-

Sisa dana Rp 0,- (0% dari total pendanaan)

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan penelitian dimaksud.
3. Bersedia menyimpan dengan baik seluruh bukti pengeluaran belanja yang telah dilaksanakan.
4. Bersedia untuk dilakukan pemeriksaan terhadap bukti-bukti pengeluaran oleh aparat pengawas fungsional Pemerintah.
5. Apabila di kemudian hari, pernyataan yang saya buat ini mengakibatkan kerugian Negara maka saya bersedia dituntut penggantian kerugian negara dimaksud sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Mengetahui,
Kepala LPPM



Prof. Suyanto, S.E., M.Ec.Dev., Ph.D.

Penanggung Jawab,



Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc.

Enkapsulasi Senyawa Antioksidan Melalui Sistem Emulsi Air dalam Minyak dalam Air (A/M/A) untuk Aplikasi Pangan

Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc.

Nomor Perjanjian : 159/E4.1/AK.04.RA/2021
Nilai Bantuan Dana : Rp 90.000.000,-
Uang yang Diterima Tahap I : Rp 63.000.000,-
Uang yang Diterima Tahap II : Rp 27.000.000,-
Total Dana yang diterima : Rp 90.000.000,-
Sisa Dana yang Dikembalikan : Rp 0,-

Realisasi Surat Pertanggungjawaban (SPJ)

No.	Uraian	Anggaran Tahun ke-1	Persentase	Realisasi Tahun ke-1	Persentase	Saldo
1	Biaya Langsung Personil	Rp 20.240.000,-	100%	Rp 20.240.000,-	100%	Rp0.00
2	Biaya Langsung Non Personil	Rp 64.760.000,-	100%	Rp 64.760.000,-	100%	Rp0.00
4	Biaya Tidak Langsung	Rp 5.000.000,-	100%	Rp 5.000.000,-	100%	Rp0.00
Jumlah			100%	Rp 90,000,000.00		Rp0.00

Menyetujui,
Ketua Peneliti



Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc.
NIDN. 0425017801

Surabaya, 27 Desember 2022

Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Surabaya



(Prof. Suyanto, S.E., M.Ec.Dev., Ph.D.)
NPK: 199017



Universitas Surabaya
Jalan Raya Kalirungut, Surabaya

LAPORAN PENGGUNAAN DANA RISET KEILMUAN

Enkapsulasi Senyawa Antioksidan Melalui Sistem Emulsi Air dalam Minyak dalam Air (A/M/A) untuk Aplikasi Pangan

TAHUN ANGGARAN 2022

Kementerian Negara/Lembaga : Lembaga Pengelola Dana Pendidikan
 Satuan Kerja : Fakultas Teknik - Universitas Surabaya
 Ketua Peneliti : Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc.
 Judul Penelitian : Enkapsulasi Senyawa Antioksidan Melalui Sistem Emulsi Air dalam Minyak dalam Air (A/M/A) untuk Aplikasi Pangan
 Nomor Kontrak : 159/E4.1/AK.04.RA/2021
 Nilai Kontrak : Rp 90.000.000,-
 Nilai Realisasi Penggunaan Dana : Rp 90.000.000,-
 Persentase Realisasi Penggunaan Dana : 100%

No	Tanggal	Jenis Pengeluaran	Nama Toko/Penerima	Jumlah		Pajak			Saldo
				Anggaran RAB	Pengeluaran Dana	PPN	PPH 21	PPH23	
1		BIAYA LANGSUNG PERSONIL							
Total Pagu Pendanaan				20,240,000					
TAHAP 1									
1		Honorarium Ketua Peneliti	Dr.rer.nat. Lanny Sapei, S.T., M.Sc.		Rp 10,800,000		Rp 540,000		
2		Honorarium Anggota Peneliti	Dr.rer.nat. Ignatius Radix A.P, STP., MP		Rp 4,800,000		Rp 240,000		
3		Honorarium Asisten Peneliti	Dyah Ayu Ambarsari, S.T		Rp 3,000,000		Rp 150,000		
4		Honorarium Administrator	Nathania Murti Astuti P, S.T		Rp 1,640,000		Rp 41,000		
T O T A L				Rp 20,240,000	Rp 20,240,000	Rp -	Rp 971,000	Rp -	Rp -
2		BIAYA LANGSUNG NON PERSONIL							
Total Pagu Pendanaan				Rp 63.000.000					
BARANG MODAL									
1	07 Februari 2022	Cont Box bahan 3 pcs			Rp 175,500				
2	08 Februari 2022	Cont Box bahan 3 pcs			Rp 175,500				
3	11 Februari 2022	Rh meter			Rp 787,600	Rp 78,760			
4	23 Februari 2022	Botol pengamatan			Rp 1,100,000				
5	23 Februari 2022	Beaker tinggi 4 pcs			Rp 300,000				
6	02 April 2022	Kabel olor			Rp 170,000				
BARANG HABIS PAKAI									
1	01 Februari 2022	Palm Suiker			Rp 36,000				
2	01 Februari 2022	Jahe Bubuk Murni			Rp 15,200				
3	03 Februari 2022	Van Houten 90 gram			Rp 60,000				
4	24 Februari 2022	Bahan Kimia Lab Kimia			Rp 534,000				
5	10 Maret 2022	Bahan TPTZ 5 gr			Rp 5,607,800	Rp 560,780			
6	31 Maret 2022	PGPR 4120			Rp 4,750,000				
7	08 April 2022	Tween 20 dan Tween 80			Rp 1,730,000				
8	16 April 2022	VCO 1L 24 pcs			Rp 3,600,000				
9	18 Mei 2022	Daun kelor serbuk			Rp 30,300				
10	05 Juni 2022	Asam askorbat 100 gram			Rp 2,513,373	Rp 251,337			
KEGIATAN INTERNAL									
1	08 Maret 2022	Konsumsi rapat tim riset 4 orang			Rp 176,500				
2	25 Maret 2022	Konsumsi rapat tim riset 3 orang			Rp 128,700				
3	08 April 2022	Konsumsi rapat 2 orang			Rp 52,000				

No	Tanggal	Jenis Pengeluaran	Nama Toko/Penerima	Jumlah		Pajak			Saldo
				Anggaran RAB	Pengeluaran Dana	PPN	PPH 21	PPH23	
1	07 Februari 2022	Cont Box bahan 3 pcs	Garden Plastic	Rp 175,500	Rp 175,500				-
2	08 Februari 2022	Cont Box bahan 3 pcs	Garden Plastic	Rp 175,000	Rp 175,000				-
3	11 Februari 2022	Rh meter 2 pcs	CV Berkat Jaya Abadi	Rp 787,600	Rp 787,600	Rp 78,760			-
4	23 Februari 2022	Botol pengamatan 20 pcs	CV. Lira Utama	Rp 1,100,000	Rp 1,100,000				-
5	23 Februari 2022	Beaker tinggi 4 pcs	CV. Lira Utama	Rp 300,000	Rp 300,000				-
6	02 April 2022	Kabel olor	Surya Jaya	Rp 170,000	Rp 170,000				-
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

Total

**PERJANJIAN KERJA SAMA
ANTARA
UNIVERSITAS SURABAYA
DAN
PT. LAUTAN NATURAL KRIMERINDO
TENTANG
TRI DHARMA PERGURUAN TINGGI**

No. : 041/UM/DKK/VI/2021

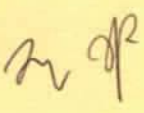
No. : 035/PRJ/LNK-UBAYA/VI/2021

Perjanjian Kerja Sama ini, dibuat pada tanggal 21-06-2021, oleh dan antara:

- I. **UNIVERSITAS SURABAYA**, sebuah Perguruan Tinggi Swasta yang berkedudukan di Jl. Ngagel Jaya selatan Nomor 169, Surabaya 60294, Jawa Timur dalam hal ini diwakili oleh **Dr.rer.nat. Maria Goretti Marianti Purwanto** selaku Wakil Rektor I UNIVERSITAS SURABAYA oleh karena itu dapat melakukan tindakan untuk dan atas nama UNIVERSITAS SURABAYA, yang untuk selanjutnya dalam perjanjian ini sebagai "**PIHAK PERTAMA**".
- II. **PT. LAUTAN NATURAL KRIMERINDO**, suatu perusahaan di bidang bahan baku makanan dan minuman, yang dalam hal ini diwakili oleh **Hendrik Gunawan** selaku Direktur **PT. LAUTAN NATURAL KRIMERINDO**, oleh karena itu dapat melakukan tindakan untuk dan atas nama **PT. LAUTAN NATURAL KRIMERINDO**, selanjutnya disebut sebagai "**PIHAK KEDUA**".

PEMBUKAAN

1. **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama dalam Perjanjian Kerja Sama ini, selanjutnya disebut sebagai **PARA PIHAK**.
2. **PARA PIHAK** terlebih dahulu menerangkan bahwa sebelumnya telah membuat dan menandatangani Nota Kesepahaman nomor **039/UM/DKK/VI/2021 (030/PRJ/LNK-UBAYA/VI/2021)** tanggal 14 Juni 2021.
3. **PARA PIHAK** berdasarkan Nota Kesepahaman tersebut, sepakat untuk menuangkan kerja sama di antara **PARA PIHAK** dalam suatu Perjanjian Kerja Sama.
4. Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, **PARA PIHAK** sepakat membuat dan menandatangani Perjanjian Kerja Sama dengan syarat dan ketentuan sebagai berikut :



PASAL 1
KETENTUAN UMUM

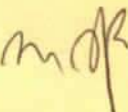
Dalam Perjanjian Kerja Sama ini yang dimaksud dengan:

1. **PIHAK PERTAMA** adalah sebuah Perguruan Tinggi di bawah naungan Yayasan Universitas Surabaya yang menyelenggarakan pendidikan tinggi di Surabaya.
2. **PIHAK KEDUA** adalah Perusahaan Terdepan di Bidang Pengolahan Industri Krimer berkedudukan di Mojokerto, Indonesia.
3. Pemagangan Mahasiswa adalah kegiatan mahasiswa untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh di **PIHAK PERTAMA** dengan cara menerapkannya secara langsung di dunia kerja, dalam hal ini di **PIHAK KEDUA**, selama 6 (enam) bulan. Pemagangan Mahasiswa memberi kesempatan bagi mahasiswa untuk memberikan kontribusi dan terlibat dalam penyelesaian proyek **PIHAK KEDUA** di bawah bimbingan dosen dan pembimbing lapangan.
4. Mahasiswa adalah mahasiswa Program Studi Sarjana Strata 1 dan Program Studi Sarjana Strata 2 di seluruh Fakultas di lingkungan Universitas Surabaya, yang memenuhi ketentuan kriteria mengikuti salah satu atau lebih kegiatan kerja sama dalam Perjanjian ini.
5. Koordinator Pemagangan Mahasiswa adalah dosen yang ditunjuk oleh **PIHAK PERTAMA** untuk membimbing dan mengevaluasi mahasiswa serta mengunjungi mahasiswa Pemagangan Mahasiswa di tempat **PIHAK KEDUA**.
6. Pembimbing Lapangan adalah karyawan **PIHAK KEDUA** yang sesuai profesinya ditunjuk untuk membimbing dan mengarahkan mahasiswa selama menjalankan Pemagangan Mahasiswa. Kompetensi Pembimbing Lapangan tidak semata berdasarkan pada tingkat pendidikan, namun juga pada pengalaman dan keahlian.
7. Hari kerja adalah hari kerja sesuai ketentuan yang berlaku di **PIHAK KEDUA**, tidak termasuk hari libur nasional.
8. Jam kerja adalah jam kerja sesuai ketentuan yang berlaku di **PIHAK KEDUA**.

PASAL 2
RUANG LINGKUP KERJA SAMA

Kerja sama ini meliputi kerja sama di bidang:

1. Penelitian;
2. Pembangunan *Teaching Industry*;
3. Pemagangan untuk Mahasiswa;
4. Pemagangan untuk Dosen;
5. Dosen praktisi dari pihak LNK dan Kuliah Tamu;
6. Pengayaan mata kuliah dengan studi kasus/*problem based learning*/pengembangan modul;
7. Penyuluhan/pelatihan/lokakarya/seminar/webinar;
8. Diseminasi dan Publikasi;
9. Paten;
10. Pengabdian pada Masyarakat;
11. Hilirisasi produk hasil riset perguruan tinggi ke skala komersil (meliputi uji pilot, uji kelayakan, dan sebagainya);



12. Membantu menjadi konsultan, khususnya proses procurement, instalasi alat, dan commissioning dalam pendirian *Teaching Industry*;
13. Uji preklinis atau isu-isu terkait kesehatan.

PASAL 3 PENELITIAN

1. **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dapat melakukan kerja sama penelitian secara bersama- sama.
2. Dalam hal penelitian dilakukan bersama maka biaya yang diperlukan untuk penelitian akan dibicarakan bersama dan disepakati oleh **PARA PIHAK**.
3. Apabila ide atau usul penelitian bersama lahir dari **PIHAK PERTAMA**, maka **PIHAK PERTAMA** mengajukan surat permohonan secara tertulis kepada **PIHAK KEDUA**, disertai dengan Proposal Penelitian. Demikian juga sebaliknya bila usul penelitian Lahir dari **PIHAK KEDUA**.
4. Apabila permohonan dan proposal disetujui maka Para Pihak akan menuangkan kerja sama penelitian dalam bentuk Perjanjian Kerja Sama Penelitian.
5. Pihak yang melakukan penelitian berhak mendapatkan data – data terkait penelitian baik dari **PIHAK PERTAMA** atau **PIHAK KEDUA**.
6. Hasil Penelitian harus dibuat laporan penelitiannya dan diserahkan hanya untuk dan kepada **PARA PIHAK** dalam Perjanjian Kerja Sama penelitian.

PASAL 4 FASILITAS TEACHING INDUSTRY

1. Apabila dalam pelaksanaan kerja sama antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** disepakati perlu adanya pembangunan fasilitas *Teaching Industry*, maka biaya pembangunannya akan disepakati dalam perjanjian tersendiri.
2. Fasilitas *Teaching Industry* dibangun pada tempat dan lokasi milik **PIHAK PERTAMA**.
3. Apabila Fasilitas *Teaching Industry* ini timbul dari hasil penelitian atau kerja sama dengan **PIHAK KEDUA**, maka usulan jumlah peralatan, spesifikasi peralatan , dan pihak supplier peralatan serta pemanfaatan maupun operasional penggunaannya harus berkonsultasi dan mendapat persetujuan **PIHAK KEDUA**.
4. Fasilitas *Teaching Industry* bisa dimanfaatkan dan dikelola oleh **PIHAK PERTAMA** sepanjang untuk pengembangan ilmu dan pengetahuan dari **PIHAK PERTAMA** baik mahasiswa maupun Dosen/pengajar. Penggunaan fasilitas *Teaching Industry* oleh pihak ke-3 melalui persetujuan **PIHAK KEDUA**.

PASAL 5 PEMAGANGAN MAHASISWA

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan menempatkan mahasiswa dari berbagai program studi/program **PIHAK PERTAMA** yang memenuhi standar kualifikasi **PIHAK PERTAMA** dan yang bersedia melakukan program Pemagangan Mahasiswa di lokasi perusahaan **PIHAK KEDUA** di seluruh Indonesia sesuai ketentuan Pemagangan Mahasiswa yang berlaku di **PIHAK KEDUA**.
- (2) Pemagangan Mahasiswa dilaksanakan dengan skema *Project-Based Internship* yaitu

m p

mahasiswa diharapkan dapat membantu memberikan solusi bagi **PIHAK KEDUA** dalam memecahkan masalah-masalah yang dihadapi **PIHAK KEDUA** dalam menjalankan bisnisnya.

- (3) Durasi Pemagangan Mahasiswa adalah minimal 3 (tiga) bulan dan selama-lamanya 6 (enam) bulan.
- (4) Hak dan kewajiban **PIHAK PERTAMA** adalah sebagai berikut:
 - a. Mengajukan proposal Pemagangan Mahasiswa per semester kepada **PIHAK KEDUA** disertai nama dan kompetensi mahasiswa sekurang-kurangnya 1 (satu) bulan sebelum Pemagangan Mahasiswa dilaksanakan.
 - b. Menginformasikan sedini mungkin kepada **PIHAK KEDUA** bila tidak ada mahasiswa yang akan melakukan Pemagangan Mahasiswa pada semester tertentu.
 - c. Menerima hasil seleksi mahasiswa yang diterima mengikuti Pemagangan Mahasiswa di **PIHAK KEDUA**.
 - d. Bertanggung jawab pada pembekalan materi Pemagangan Mahasiswa, pembinaan budi pekerti dan kedisiplinan bagi mahasiswa.
 - e. Memastikan mahasiswa memiliki asuransi BPJS Kesehatan.
 - f. Menyampaikan surat pengantar kepada **PIHAK KEDUA** untuk mahasiswa yang akan menjalankan Pemagangan Mahasiswa.
 - g. Menugaskan dosen yang akan bertugas sebagai Koordinator Pemagangan Mahasiswa.
 - h. Berkoordinasi dengan Pembimbing Lapangan terkait dengan kemajuan mahasiswa atau bila terjadi masalah selama Pemagangan Mahasiswa.
 - i. Menindak/memanggil mahasiswa yang lalai memenuhi tujuan kegiatan Pemagangan Mahasiswa dan/atau melanggar peraturan **PIHAK KEDUA**.
 - j. Melakukan penilaian aktivitas belajar mahasiswa sesuai hasil koordinasi dengan Pembimbing Lapangan dan mahasiswa yang bersangkutan.
 - k. Berkewajiban untuk membuat Laporan hasil pemagangan dalam bentuk tertulis
 - l. Bertanggungjawab bila ada permasalahan yang ditimbulkan oleh mahasiswa **PIHAK PERTAMA** yang melakukan kegiatan Pemagangan Mahasiswa di perusahaan **PIHAK KEDUA**.
- (5) Hak dan kewajiban **PIHAK KEDUA** adalah sebagai berikut:
 - a. Menyediakan sejumlah posisi Pemagangan Mahasiswa per semester bagi mahasiswa **PIHAK PERTAMA**. Dalam hal ini **PIHAK KEDUA** akan mengutamakan mahasiswa **PIHAK PERTAMA** untuk memenuhi posisi Pemagangan Mahasiswa yang tersedia per semester.
 - b. Melakukan seleksi mahasiswa berdasarkan kompetensi standar Pemagangan Mahasiswa **PIHAK KEDUA** dan menyampaikan hasil seleksi mahasiswa yang diterima melakukan Pemagangan Mahasiswa kepada **PIHAK PERTAMA** selambat-lambatnya 14 (empat belas) hari kerja sebelum Pemagangan Mahasiswa dilaksanakan.
 - c. Mengadakan orientasi atau pengenalan tentang unit kerja dan sistem pelayanannya kepada mahasiswa pada awal pelaksanaan kegiatan Pemagangan Mahasiswa, dan peraturan yang berlaku di **PIHAK KEDUA** (termasuk

keselamatan, jam kerja, tugas, dan lain-lain) sebagaimana berlaku bagi karyawan di **PIHAK KEDUA**.

- d. Melakukan pendaftaran BPJS Ketenagakerjaan bagi mahasiswa yang menjalankan Program Pemagangan.
- e. Menunjuk Pembimbing Lapangan untuk memberikan bimbingan dan penilaian terhadap aktivitas dan kinerja mahasiswa sesuai dengan format penilaian target kegiatan yang telah disepakati kedua belah pihak. **PIHAK KEDUA** akan menyediakan 1 (satu) orang Pembimbing Lapangan bagi setiap mahasiswa yang melaksanakan Pemagangan Mahasiswa.
- f. Fasilitas makan siang dan uang saku bagi mahasiswa yang melaksanakan Pemagangan Mahasiswa sesuai kebijakan **PIHAK KEDUA**.
- g. Berkoordinasi dengan Koordinator Pemagangan Mahasiswa terkait kemajuan mahasiswa atau bila terjadi masalah selama Pemagangan Mahasiswa.
- h. Menyerahkan evaluasi hasil Praktik Pemagangan Mahasiswa kepada **PIHAK PERTAMA** selambat-lambatnya 14 (empat belas) hari kerja setelah pelaksanaan Pemagangan Mahasiswa.
- i. Menerima Laporan hasil magang dari Pemagangan mahasiswa dalam bentuk tertulis dan wajib dipresentasikan kepada Manajemen Perusahaan sebelum Program Pemagangan berakhir.
- j. Memberikan surat keterangan kepada mahasiswa yang telah menyelesaikan Pemagangan Mahasiswa dengan baik.

PASAL 6

REKRUTMEN PEGAWAI

- (1) **PIHAK KEDUA** berkomitmen melakukan perekrutan alumni **PIHAK PERTAMA** yang sesuai standar kualifikasi/kebutuhan pegawai **PIHAK KEDUA** dan yang bersedia ditempatkan di salah satu cabang/kantor perwakilan **PIHAK KEDUA** di seluruh Indonesia.
- (2) **PIHAK KEDUA** menginformasikan tentang lowongan pekerjaan yang sedang tersedia dan profil perusahaan terkini **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** melalui Unit Pusat Karir Universitas Surabaya.
- (3) **PIHAK PERTAMA** akan menginformasikan lowongan kerja **PIHAK KEDUA** kepada mahasiswa/alumni melalui layanan *job posting* di bawah koordinasi Unit Pusat Karir Universitas Surabaya sesuai kebijakan internal **PIHAK PERTAMA**.
- (4) **PIHAK PERTAMA** akan menginformasikan kepada **PIHAK KEDUA** tentang kegiatan rekrutmen (*jobfair, campus hiring*) yang diadakan oleh **PIHAK PERTAMA**.

PASAL 7

PELATIHAN dan KULIAH TAMU

- (1) **PIHAK KEDUA** bersedia memberikan pelatihan kepada **PIHAK PERTAMA** apabila dibutuhkan, dengan meminta topik pelatihan yang akan diselenggarakan, tanggal pelaksanaan yang disetujui oleh **PARA PIHAK**, dan lokasi yang disediakan oleh **PIHAK PERTAMA**.
- (2) **PIHAK PERTAMA** akan memberikan kesempatan kepada **PIHAK KEDUA** untuk memberikan materi kuliah kepada Mahasiswa **PIHAK PERTAMA** terkait

pembelajaran/mata Kuliah yang berhubungan dengan aplikasi di dunia Industri apabila dibutuhkan, dengan judul materi kuliah, tanggal dan tempat pelaksanaan disetujui terlebih dahulu oleh **PARA PIHAK**.

PASAL 8

KERJA SAMA LAIN

1. **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** bisa melakukan kerja sama dalam bentuk sebagai narasumber di forum webinar, penyuluhan dan Pengabdian Masyarakat yang memberikan manfaat timbal balik untuk **PARA PIHAK**.
2. **PIHAK PERTAMA** bisa mengirim Mahasiswa untuk melakukan Kunjungan Industri ke perusahaan **PIHAK KEDUA** secara langsung maupun *virtual*.
3. **PIHAK KEDUA** memperoleh kesempatan untuk mendapatkan informasi atau jurnal – jurnal ilmiah dari **PIHAK PERTAMA** sepanjang berhubungan dengan teknologi pangan.
4. **PARA PIHAK** Dapat menjalin kerja sama dalam bidang yang lainnya sepanjang disepakati oleh **PARA PIHAK**.

PASAL 9

JANGKA WAKTU

- (1) Perjanjian Kerja Sama ini berlaku **5 (lima) tahun** sejak tanggal **1 Juli 2021** sampai dengan tanggal **30 Juni 2026**.
- (2) Perjanjian Kerja Sama ini dapat diperpanjang atau diakhiri dengan pemberitahuan dari salah satu pihak paling lambat 3 (tiga) bulan sebelumnya.

PASAL 10

INFORMASI RAHASIA

- (1) **INFORMASI RAHASIA** adalah seluruh data - data pekerjaan beserta hasil-hasil, rahasia Standar Produk dan/atau Hak Atas Kekayaan Intelektual (“**HAKI**”) serta semua informasi baik tertulis maupun tidak tertulis yang dinyatakan secara tegas oleh **PIHAK KEDUA** sebagai informasi rahasia termasuk tidak terbatas pada nama-nama produk, spesifikasi mesin/peralatan, alur proses, hasil Analisa laboratorium dan lain lain yang diperoleh dan atau diberikan secara langsung maupun tidak langsung dari **PIHAK KEDUA** dan/atau Perusahaan Afiliasinya.
- (2) **PIHAK PERTAMA** mengerti bahwa dengan diterimanya **INFORMASI RAHASIA** dan/atau telah mendapatkan akses atas **INFORMASI RAHASIA**, maka baik selama masa berlaku perjanjian ini maupun sesudah berakhirnya jangka waktu Perjanjian ini, tanpa persetujuan tertulis terlebih dahulu dari **PIHAK KEDUA** baik secara langsung atau tidak langsung, lisan ataupun tertulis, dilarang:
 - a. Membeberkan, menyebarkan, melaporkan, mentransfer, membocorkan kepada siapapun juga;
 - b. Menggunakan untuk tujuan apapun dan dengan cara apapun, yang dapat merugikan dan/atau tidak sejalan dengan kebijaksanaan **PIHAK KEDUA**;
 - c. Menyimpan salinan dalam bentuk apapun juga dari **INFORMASI RAHASIA**;
 - d. Mengambil/menggunakan selain untuk kepentingan **PIHAK KEDUA**.

- e. **PARA PIHAK** sepakat saling menjaga INFORMASI RAHASIA khususnya terkait dengan kegiatan yang menjadi ruang lingkup perjanjian ini.
- (3) Apabila salah satu pihak perlu menyampaikan isi penelitian sebagaimana yang dimaksud dalam Pasal 3 Perjanjian ini kepada pihak ketiga, maka **PARA PIHAK** sepakat untuk mendapatkan persetujuan terlebih dulu dari pihak lainnya.

PASAL 11

HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

- (1) Hal-hal yang berkenaan dengan Hak Kekayaan Intelektual (HKI) sebagai hasil dari kegiatan kerja sama berdasarkan Kesepakatan Bersama ini akan dibahas dan ditetapkan kemudian oleh **PARA PIHAK** dalam perjanjian tersendiri dengan memperhatikan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
- (2)
- a. Apabila usul penelitian serta biaya penelitian dari **PIHAK KEDUA** maka hasil penelitian merupakan sebuah *invention* (temuan baru dalam teknologi industri khususnya pangan), maka Hak Paten dari *invention* tersebut adalah sepenuhnya menjadi milik **PIHAK KEDUA**.
- b. Apabila dalam penemuan *invention* tersebut melibatkan kedua belah pihak, maka Hak Paten dari *invention* tersebut menjadi milik bersama.
- (3) Seluruh informasi dan data yang dihasilkan dalam rangka pelaksanaan kerja sama berdasarkan Perjanjian ini harus dijaga kerahasiaannya oleh **PARA PIHAK**, kecuali dengan persetujuan tertulis dari **PARA PIHAK**.
- (4) **PIHAK PERTAMA** memberikan hak kepada **PIHAK KEDUA** untuk mengkomersialkan produk yang dikembangkan bersama.

PASAL 12

FORCE MAJEURE

- (1) Tidak ada satu pihakpun yang dapat dimintai pertanggungjawaban dalam hal terjadi *Force Majeure*.
- (2) Yang dimaksud dengan *Force Majeure* adalah keadaan yang tidak dapat dipenuhinya Perjanjian ini oleh **PARA PIHAK** karena terjadi suatu peristiwa yang bukan karena kesalahan masing-masing pihak, peristiwa mana tidak dapat diketahui/tidak dapat diduga sebelumnya dan diluar kemampuan manusia, termasuk tetapi tidak terbatas pada: gempa bumi, angin topan, kebakaran, banjir, epidemi, kecelakaan dalam transportasi, huru hara, perang (baik yang dideklarasikan ataupun tidak), sabotase, pemberontakan, pemogokan umum yang berskala nasional, blokade ekonomi, ketentuan Pemerintah di bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap pelaksanaan Perjanjian ini, serta peraturan perundang-undangan atau kebijakan Pemerintah yang tidak memungkinkan lagi dilaksanakannya Perjanjian ini.
- (3) Apabila terjadi *Force Majeure*, maka pihak yang terkena *Force Majeure* harus memberitahukan secara tertulis kepada pihak yang tidak terkena *Force Majeure* selambat-lambatnya 7 (tujuh) hari kalender sejak terjadinya *Force Majeure* disertai bukti-bukti yang sah untuk diselesaikan secara musyawarah. Apabila hal tersebut tidak

dilakukan oleh PIHAK yang terkena *Force Majeure*, maka seluruh kerugian, resiko, dan konsekuensi yang mungkin timbul akan menjadi beban dan tanggung jawab pihak yang terkena *Force Majeure*.

- (4) Dalam hal terjadi keterlambatan karena *Force Majeure*, maka hak dan kewajiban masing-masing pihak ditunda selama waktu *Force Majeure* tersebut atau berdasarkan kesepakatan **PARA PIHAK** dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dengan Perjanjian ini.
- (5) Pihak yang terkena *Force Majeure* harus dengan upaya terbaik mengusahakan tindakan untuk meminimalisir dampak dari *Force Majeure*.

PASAL 13

KORESPONDENSI

- (1) Semua surat menyurat akan dilakukan secara tertulis dan harus diserahkan secara langsung atau dikirim melalui *email* atau melalui kurir atau pos tercatat, dengan alamat:

a. **PIHAK PERTAMA :**

Universitas Surabaya

Alamat : Jalan Ngagel Jaya Selatan No. 169
Surabaya 60294
Telepon : (031) 2981100
Email : rektorat@unit.ubaya.ac.id
Untuk perhatian : Wakil Rektor I Ubaya

b. **PIHAK KEDUA :**

PT. LAUTAN NATURAL KRIMERINDO

Alamat : Jl. Mojosari - Pacet No.Km. 4, Mojojejer, Pesanggrahan,
Kec. Kutorejo, Mojokerto, Jawa Timur 61383
Telepon : +62 -321-599778
Email : Hendrik.gunawan@LNK.co.id
Untuk perhatian : Direktur

- (2) Apabila ada perubahan alamat dari salah satu pihak, maka harus segera diberitahukan secara tertulis kepada pihak yang lain.
- (3) Semua surat menyurat dianggap sudah diterima dalam waktu 7 (tujuh) Hari Kalender sejak tanggal penerimaan atau pemberitahuan penerimaan, untuk komunikasi melalui faksimile dianggap telah diterima dalam waktu 3 (tiga) Hari Kalender sejak tanggal transmisi.

PASAL 14

PERSELISIHAN

- (1) Dalam hal terjadi perselisihan/perbedaan dalam penafsiran dan/atau dalam melaksanakan isi Perjanjian Kerja Sama ini, maka **PARA PIHAK** sepakat untuk menyelesaikannya secara musyawarah untuk mufakat.
- (2) Dalam hal musyawarah untuk mufakat tidak tercapai dalam waktu 30 (tiga puluh) Hari

Kalender maka **PARA PIHAK** sepakat menyelesaikan perselisihan tersebut di Kapaniteraan Pengadilan Negeri Surabaya di Surabaya.

**PASAL 15
PENGAKHIRAN**

- (1) **PARA PIHAK** sepakat untuk mengesampingkan berlakunya ketentuan Pasal 1266 Kitab Undang-undang Hukum Perdata yang berlaku di Negara Kesatuan Republik Indonesia dalam hal pengakhiran kerja sama.
- (2) Perjanjian Kerja Sama ini dapat berakhir atau batal dengan sendirinya apabila ada ketentuan perundang-undangan dan/atau kebijaksanaan Pemerintah Negara Kesatuan Republik Indonesia yang tidak memungkinkan berlangsungnya Perjanjian Kerja Sama ini.

**PASAL 16
LAIN-LAIN**

- (1) Hal-hal yang belum diatur atau belum cukup diatur dalam Perjanjian Kerja Sama ini akan diatur kemudian atas dasar kesepakatan kedua belah pihak yang dituangkan baik dalam bentuk surat menyurat antara kedua belah pihak atau dituangkan dalam Perjanjian Kerja Sama tambahan (*addendum*), yang merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan dengan Perjanjian Kerja Sama ini.
- (2) Perjanjian Kerja Sama ini dibuat rangkap 2 (dua) asli, yang ditandatangani oleh masing-masing diatas meterai cukup, sehingga mempunyai kekuatan hukum yang sama dan mengikat **PARA PIHAK**.

**PIHAK PERTAMA
UNIVERSITAS SURABAYA**



M
Dr.rer.nat. Maria Goretti Marianti Purwanto
Wakil Rektor I

**PIHAK KEDUA
PT. LAUTAN NATURAL KRIMERINDO**



Hendrik Gunawan
Direktur *HG*

Dokumentasi Produk atau Luaran Riset

- Foto Produk dan Mahasiswa



Pengamatan produk trial 3 konsentrasi 10% hari pertama



Pengamatan produk trial 3 konsentrasi 10% hari kedua



Foto mahasiswa

- Video

https://drive.google.com/file/d/1NeBW_3LnMmh0E48L25THQST6oC7D9taO/view?usp=share_link

Arsip Publikasi Berita

- <https://www.timesindonesia.co.id/read/news/416098/dosen-ubaya-berhasil-ciptakan-minuman-menyehatkan-berbasis-vco>

Dosen Ubaya Berhasil Ciptakan Minuman Menyehatkan Berbasis VCO

Shinta Miranda Sari (MG-242)

Senin, 27 Juni 2022 - 19:11 | 64.09k

