



Komersialisasi Produk Bioteknologi Kelautan

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Project: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE



Co-funded by
the European Union



MITRA PROYEK

Malaysia



Indonesia



Greece



Cyprus



Co-funded by
the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Project: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE



Daftar Isi

- 01 Dari Laboratorium Menuju Pasar
- 02 Tantangan dalam Menerjemahkan Inovasi Laboratorium ke Aplikasi Nyata
- 03 Peningkatan Skala Produksi
- 04 Strategi Produksi Industri
- 05 Contoh Kasus
- 06 Administrasi Hukum dan Bisnis di Indonesia
- 07 Daftar Pustaka – Bacaan Tambahan



Dari Laboratorium Menuju Pasar

Bagaimana sebuah universitas membangun platform kewirausahaan yang kokoh untuk mengoptimalkan nilai dari sumber daya intelektual yang melimpah?

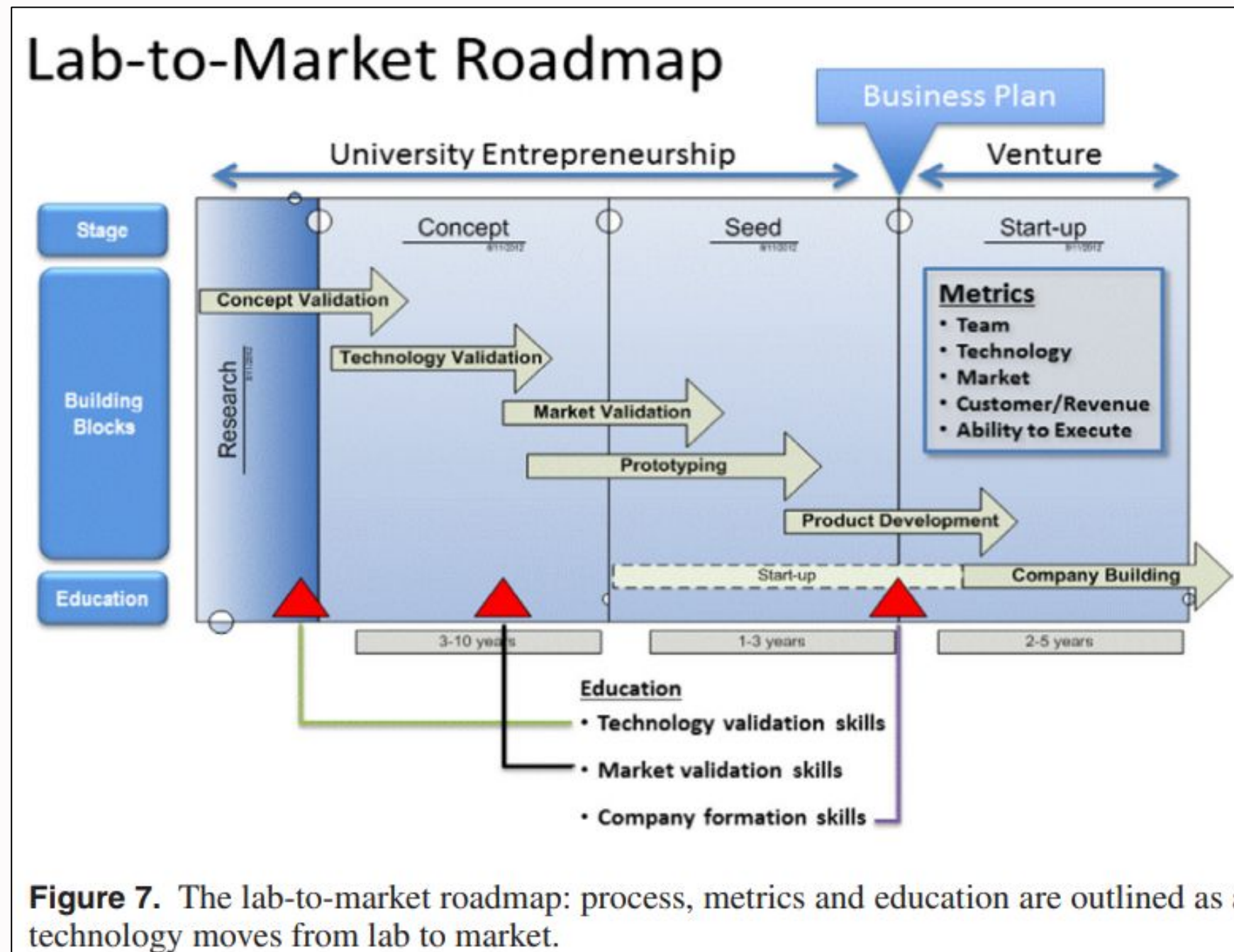
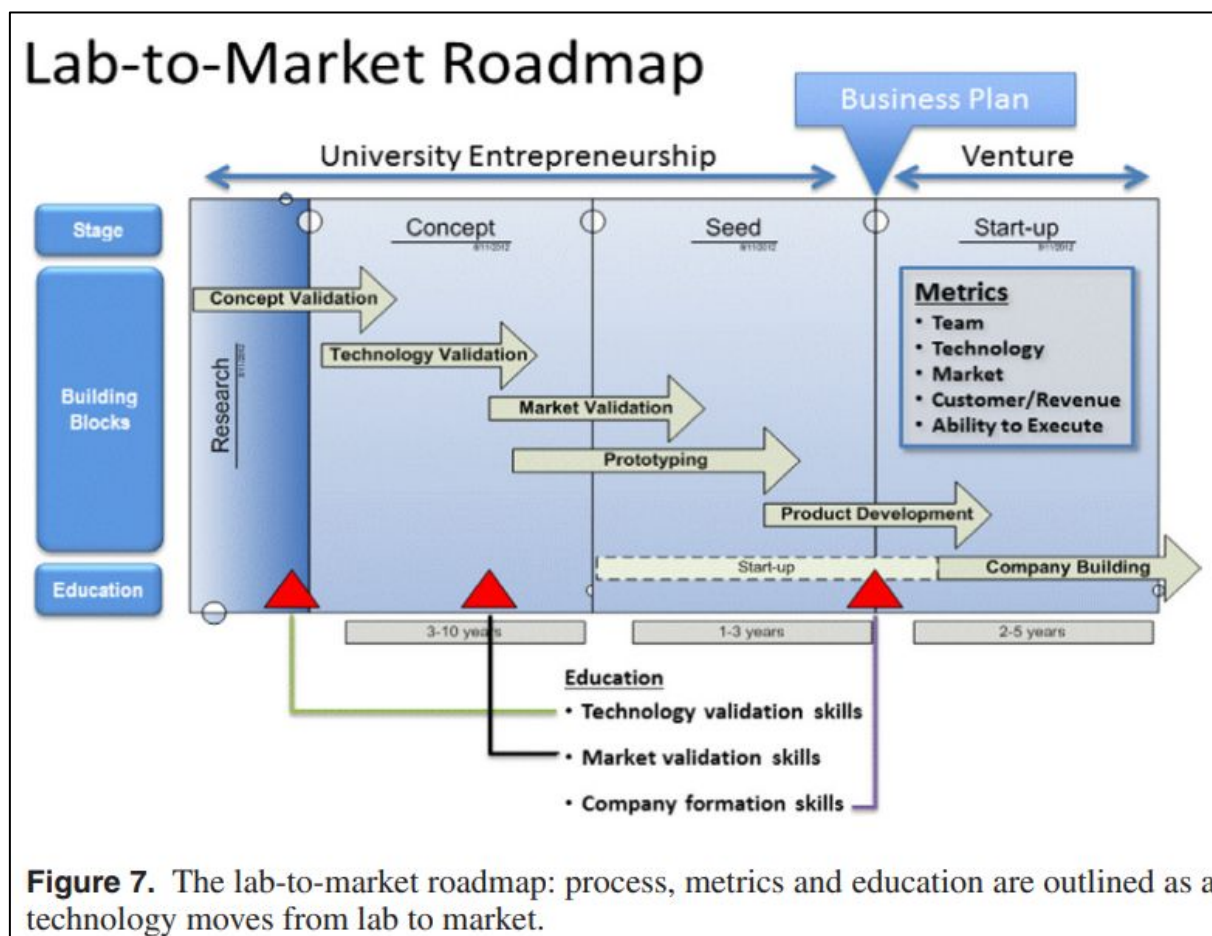


Figure 7. The lab-to-market roadmap: process, metrics and education are outlined as a technology moves from lab to market.

(Source: J Windheim and B Myers, 2014)



Dari Laboratorium ke Pasar: Memahami Prosesnya

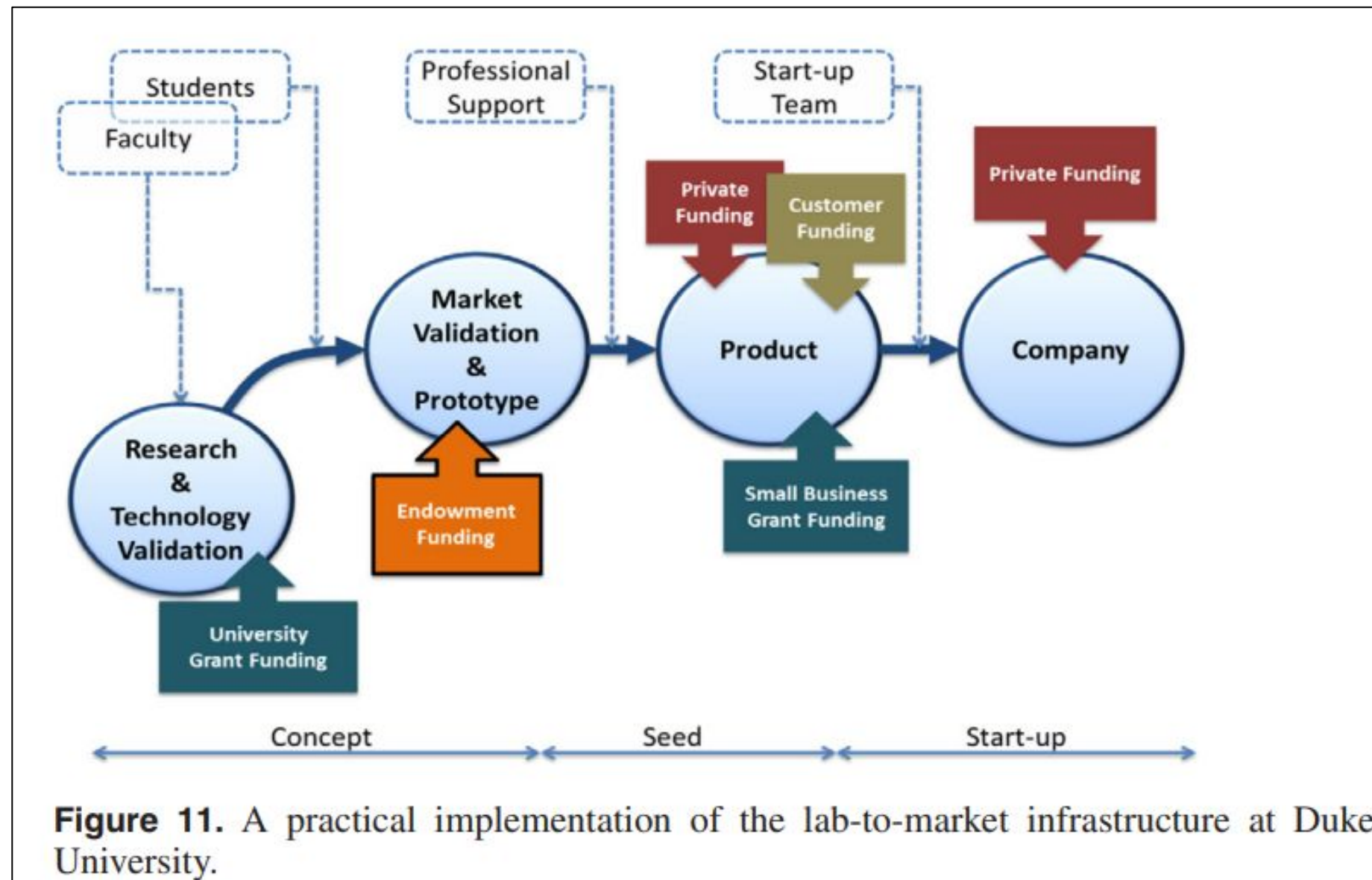


(Source: J Windheim and B Myers, 2014)



- Validasi Konsep**
Melakukan validasi terhadap data ilmiah melalui *peer review*, idealnya pada jurnal-jurnal bereputasi tinggi.
- Validasi Teknologi**
Membangun *demonstration vehicle* di laboratorium yang dapat menampilkan bukti fisik dari sains yang dikembangkan.
- Validasi Pasar**
Melakukan validasi atas demonstrasi teknologi bersama para pakar industri dan calon pengguna yang dapat menilai nilai teknologi tersebut. Idealnya, sudah mulai menghasilkan pesanan dari pelanggan.
- Pembuatan Prototipe**
Melakukan validasi terhadap prototipe yang berfungsi melalui *application thought leaders* dan calon pengguna untuk memastikan nilai teknologi. Idealnya, pelanggan bersedia membayar untuk prototipe tersebut.
- Pengembangan Produk**
Menghasilkan produk yang kokoh, dapat direproduksi, dan fungsional untuk diuji serta memperoleh umpan balik dari pelanggan.
- Pembangunan Perusahaan**
Memulai operasional dan pengembangan start-up dengan dukungan investor profesional yang dapat membantu memaksimalkan potensi perusahaan.

Dari Laboratorium ke Pasar: Memahami Prosesnya



Implementasi *Lab-to-Market* (Duke University)

- Menyelaraskan penelitian akademik dengan kebutuhan industri
- Memberikan pelatihan dalam pengembangan produk dan keterlibatan dengan pelanggan
- Mengamankan pendanaan awal dari internal maupun pemerintah
- Bekerja sama dengan kantor lisensi dan pengelolaan usaha (*venture offices*)

Secara keseluruhan, pendekatan yang diterapkan di Duke University menunjukkan jalur yang berisiko rendah, tetapi berpotensi memberikan manfaat besar dalam mengoptimalkan nilai teknologi di lingkungan universitas.



Tantangan dalam Menerjemahkan Inovasi Laboratorium ke Aplikasi Nyata

Tantangan:

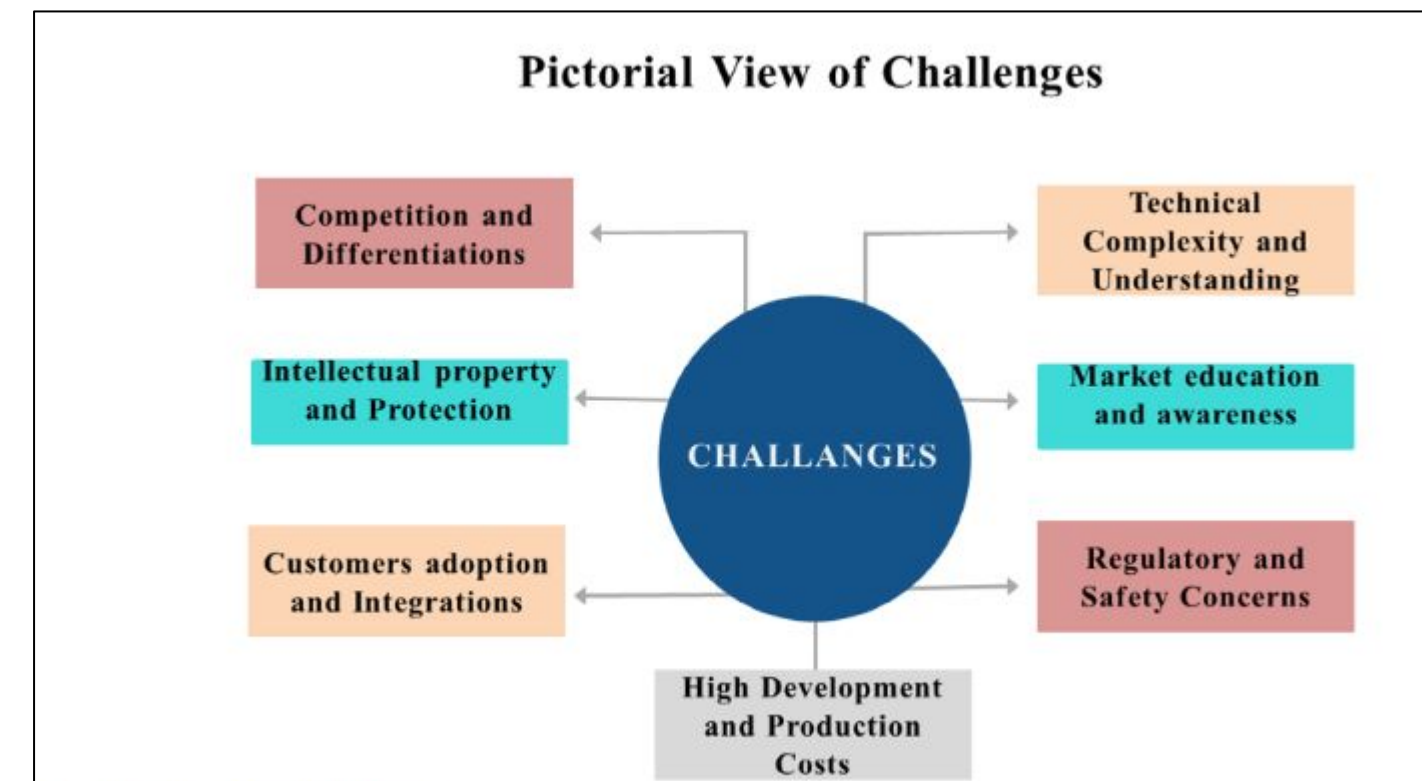
1. Waktu pengembangan yang lama (sering lebih dari 10 tahun)
2. Kebutuhan modal tinggi, sementara pendanaan awal terbatas
3. Kesenjangan keterampilan: keahlian akademik vs. keahlian komersial
4. Perbedaan budaya dan ketidaksesuaian organisasi

“Lembah Kematian” dalam Inovasi:

1. Tingkat kegagalan tinggi pada tahap uji pasar
2. Sering terjadi karena kurangnya fokus pada aspek komersial dan kebutuhan pelanggan



(Source: J Windheim and B Myers, 2014; Piccinno et al., 2020)



Tantangan dan Solusi (Source: Singh, et. al. 2025)

- **Skalabilitas:** Diatasi melalui sintesis ramah lingkungan dan metode fabrikasi yang terkontrol.
- **Biaya & Aksesibilitas:** Dikurangi dengan penggunaan material ramah lingkungan dan teknik produksi yang lebih sederhana.
- **Hambatan Masuk Pasar:** Dilewati dengan menyelaraskan riset dan pengembangan dengan tren komersial serta kebutuhan nyata di lapangan.

Meningkatkan Skala Produksi

Skala Laboratorium (Penemuan & Kelayakan)

- Mengidentifikasi strain atau senyawa bioaktif
- Mengkarakterisasi aktivitas biologis
- Menyusun protokol dan uji coba laboratorium
- Melakukan penyaringan awal dampak lingkungan (*Life Cycle Assessment / LCA*)

Kerangka Desain Skala Produksi (Piccinno dkk., 2020)

- Mengumpulkan protokol laboratorium secara lengkap
- Mendesain diagram alur proses produksi
- Menskalakan operasi unit (pemanasan, pengadukan, penyaringan)
- Melakukan neraca massa dan energi
- Melaksanakan analisis LCA dan kajian teknis-ekonomi

Pra-Komersialisasi: Aspek Hukum dan Bisnis

- Administrasi hukum dan bisnis
- Menyusun Technology Transfer Package (TTP)
- Mengamankan pendanaan awal dan kemitraan
- Menyelaraskan jadwal lab-to-market sejak awal

Produksi Skala Industri

- Meningkatkan kapasitas hingga 1000+ liter
- Mengotomatisasi sistem produksi serta QA/QC (Quality Assurance/Quality Control)
- Proses hilir: filtrasi, pengeringan, dan pengemasan
- Mematuhi standar GMP (Good Manufacturing Practice) dan QMS (Quality Management System)

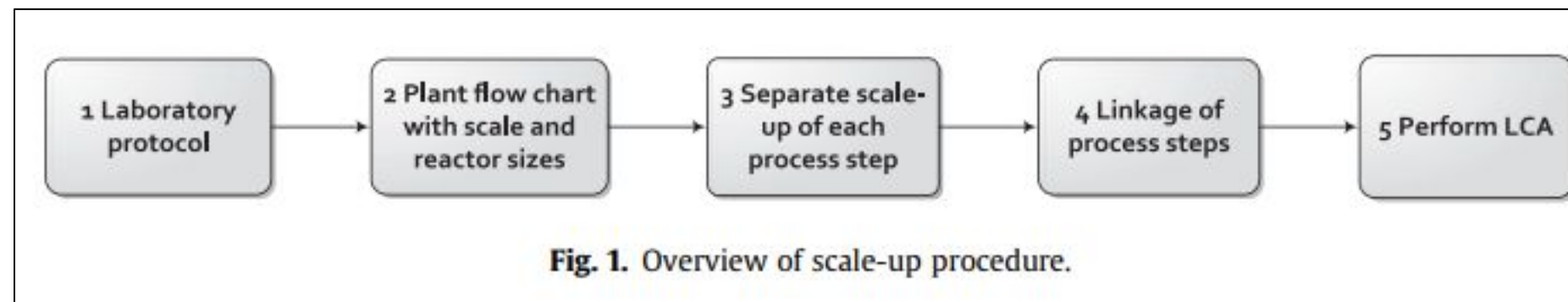
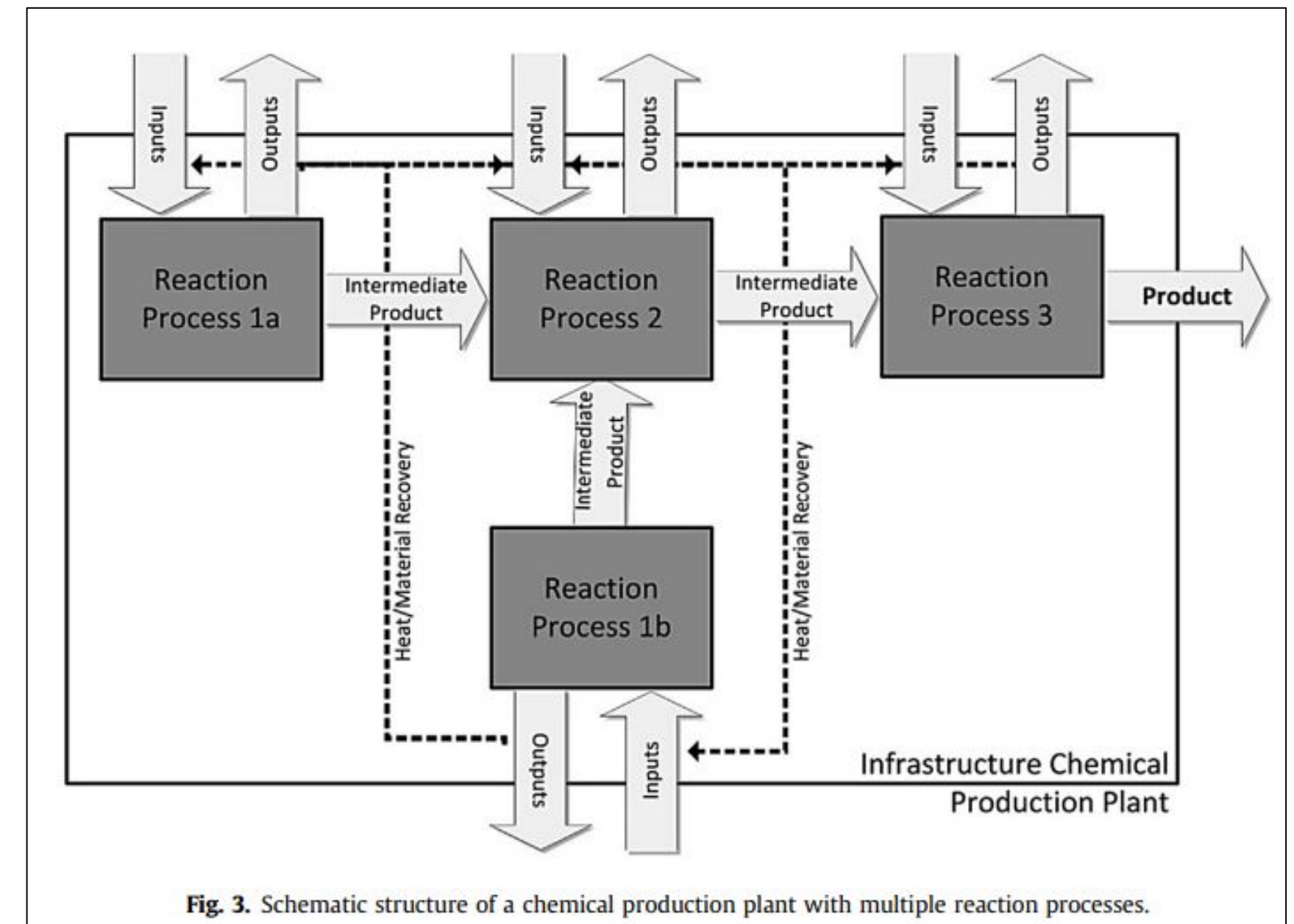


Table 1 Translation of laboratory to large-scale processes according to the presented framework.	
Laboratory scale process	Scaled-up process according to framework
Reaction under heating	Heated liquid batch reaction in an insulated batch reactor with an in-tank stirrer
Mixing (magnetic stirrer)	In-tank stirring
Dispersing	
Blending	Rotor-stator type homogenizer
Mixing (viscous solution)	
Homogenizing (all types)	
Dispersing	
Pestling in mortar	Grinding
Grinding/milling	
Other particle size reduction	
Filtration (e.g. membrane, reverse osmosis, dialysis)	Filtration/centrifugation
Sieving	
Centrifugation/cyclonic separation	
Other solid-liquid separation	
Distillation (Rotary evaporation)	Distillation
Vacuum drying	(Oven) drying/vaporization
Drying	
Rotary evaporation	
(Manual) Transferring of liquids	Pumping
Waste disposal	Pre-treatment (case specific) Solvent recycling – distillation Solvent recycling – filtration Co- and by-product isolation
Normally not included in laboratory process	Heat recovery through heat exchangers



(Source: Piccinno et al., 2020)

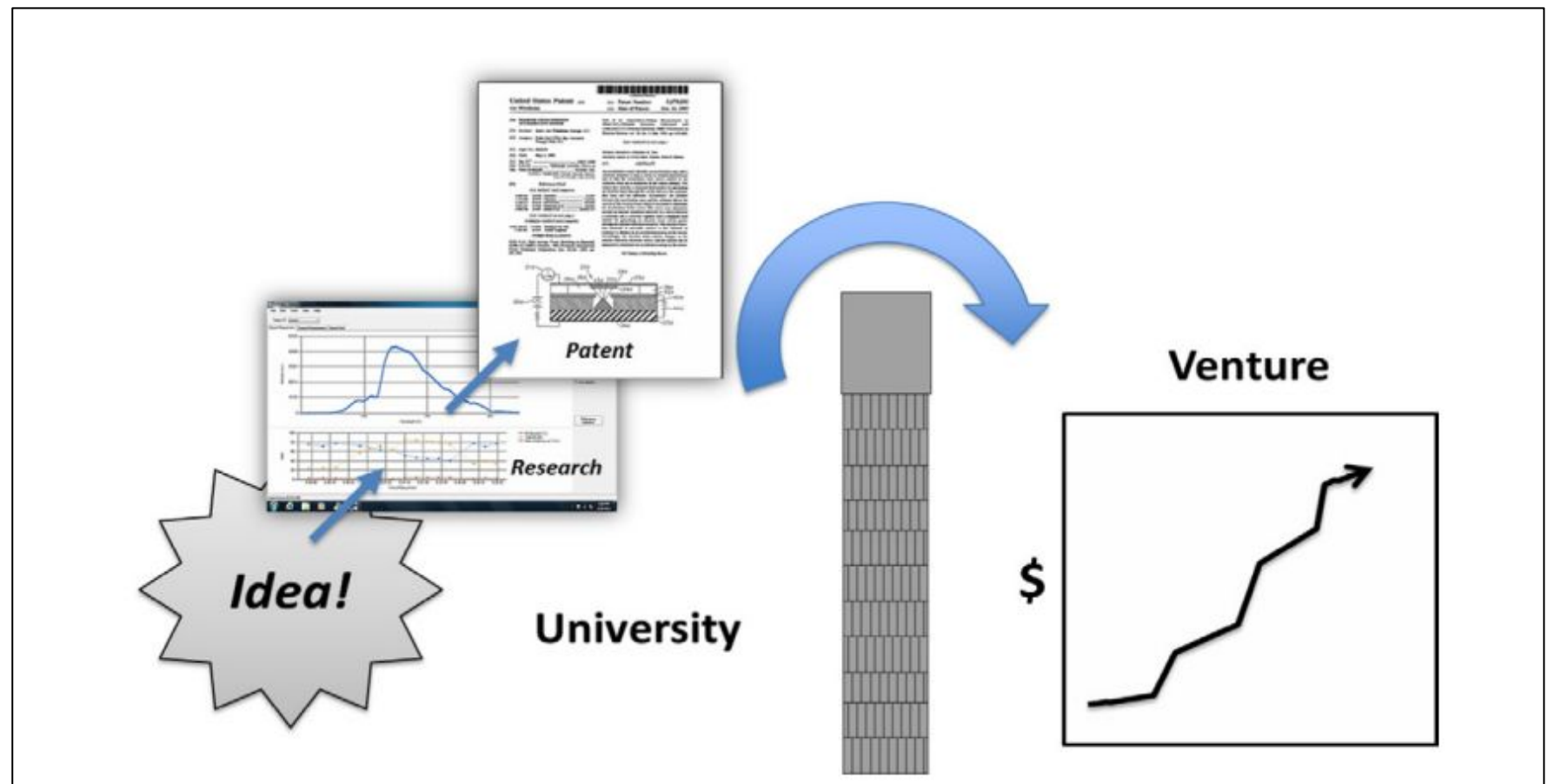
Strategi Produksi Industri

Peluncuran Produk dan Umpan Balik Pasar

- Meluncurkan produk yang telah tersertifikasi secara hukum
- Mengumpulkan umpan balik dari pelanggan
- Memantau aspek keamanan dan kinerja produk
- Menyempurnakan formulasi untuk pengembangan berikutnya

Faktor Pendukung Lintas Sektor

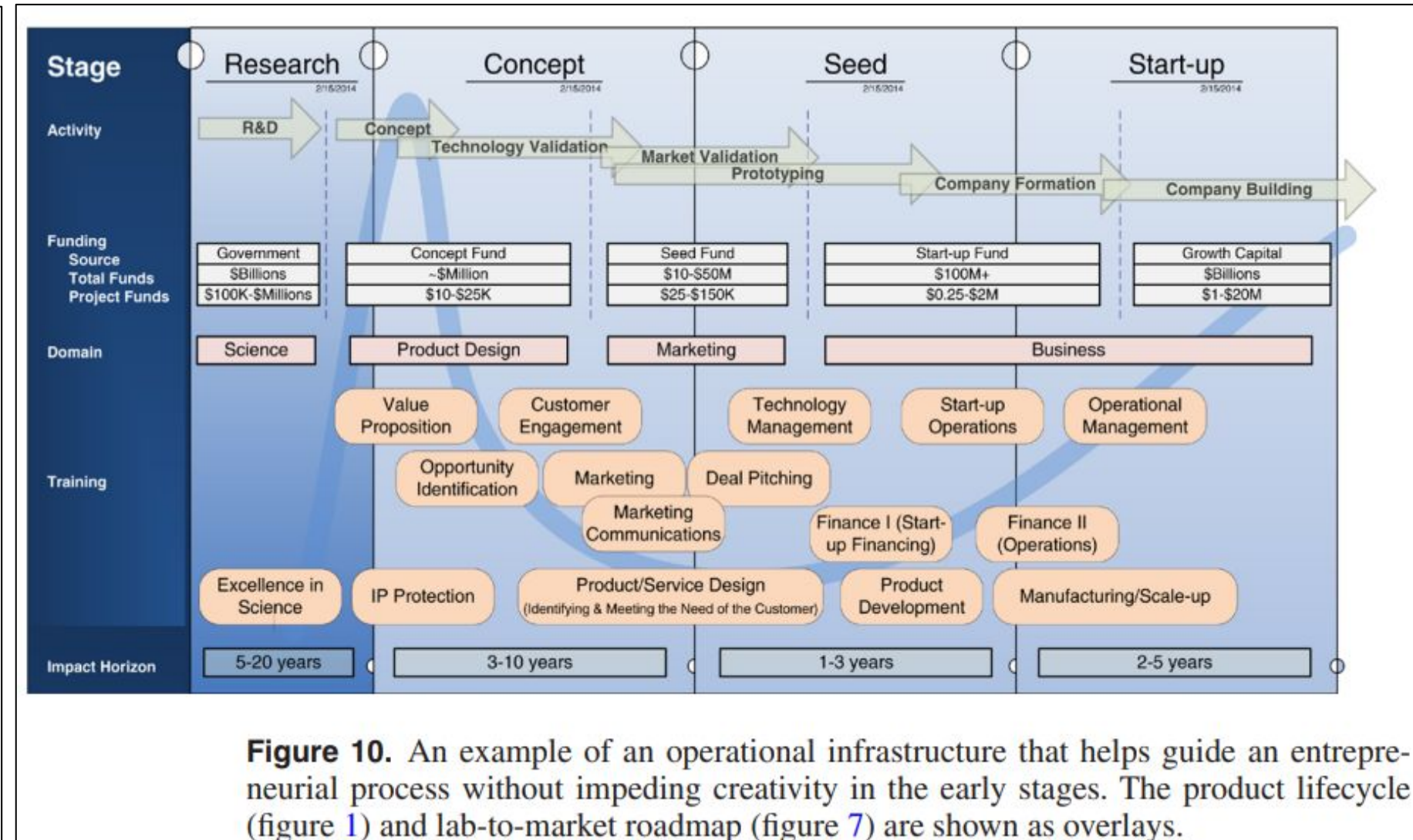
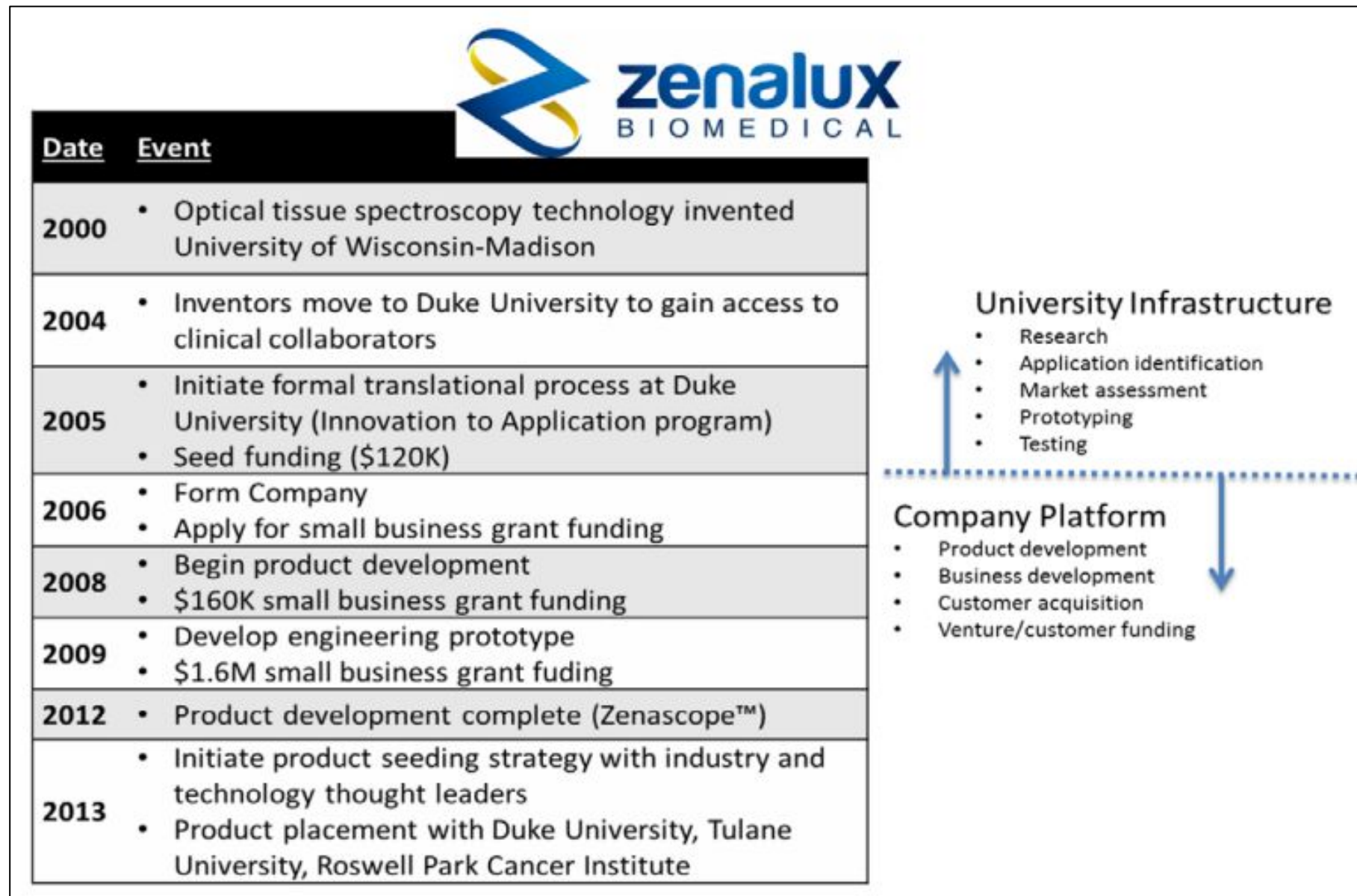
- Edukasi: melatih ilmuwan dalam bidang bisnis dan hukum
- Indikator Kunci: tim, teknologi, pasar, dan eksekusi
- Mengintegrasikan LCA dan alat manajemen risiko
- Mendorong kolaborasi antara universitas dan industri



(Source: J Windheim and B Myers, 2014)

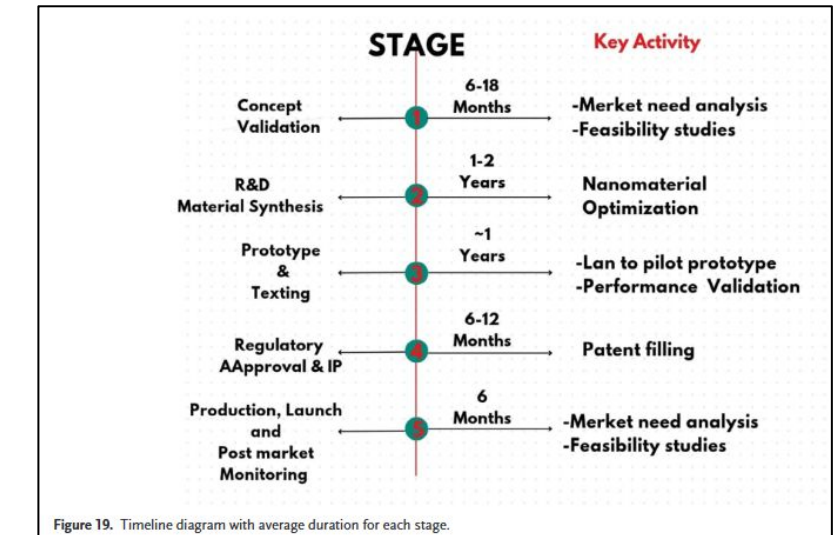
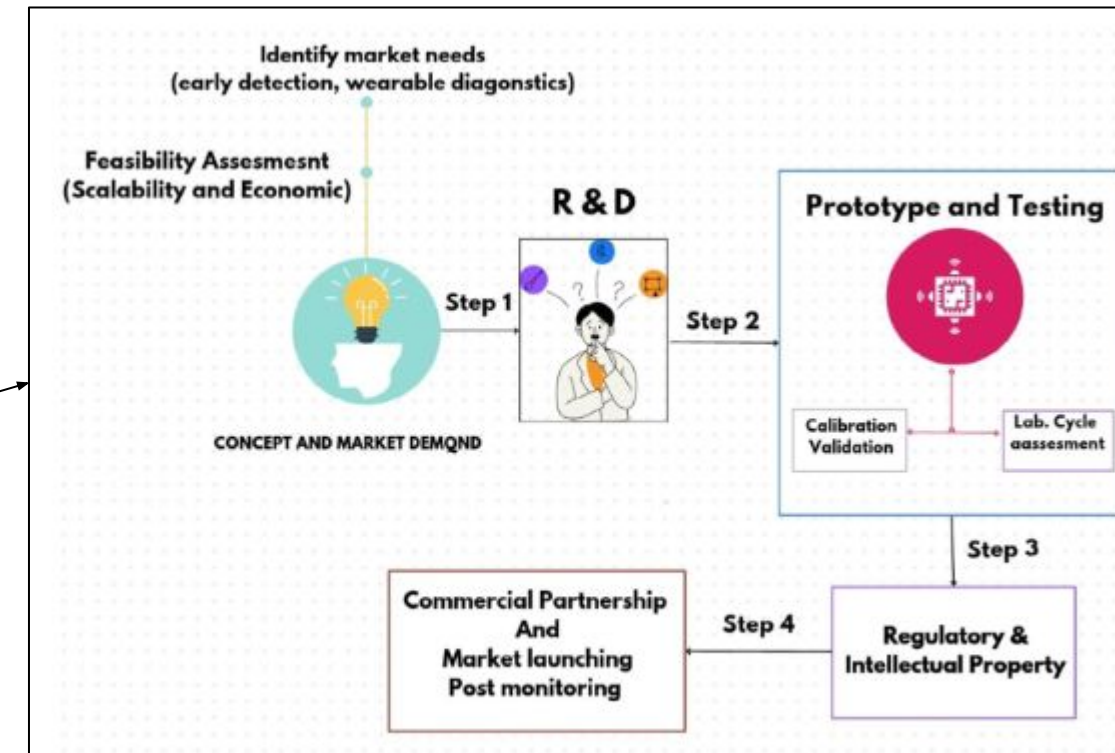
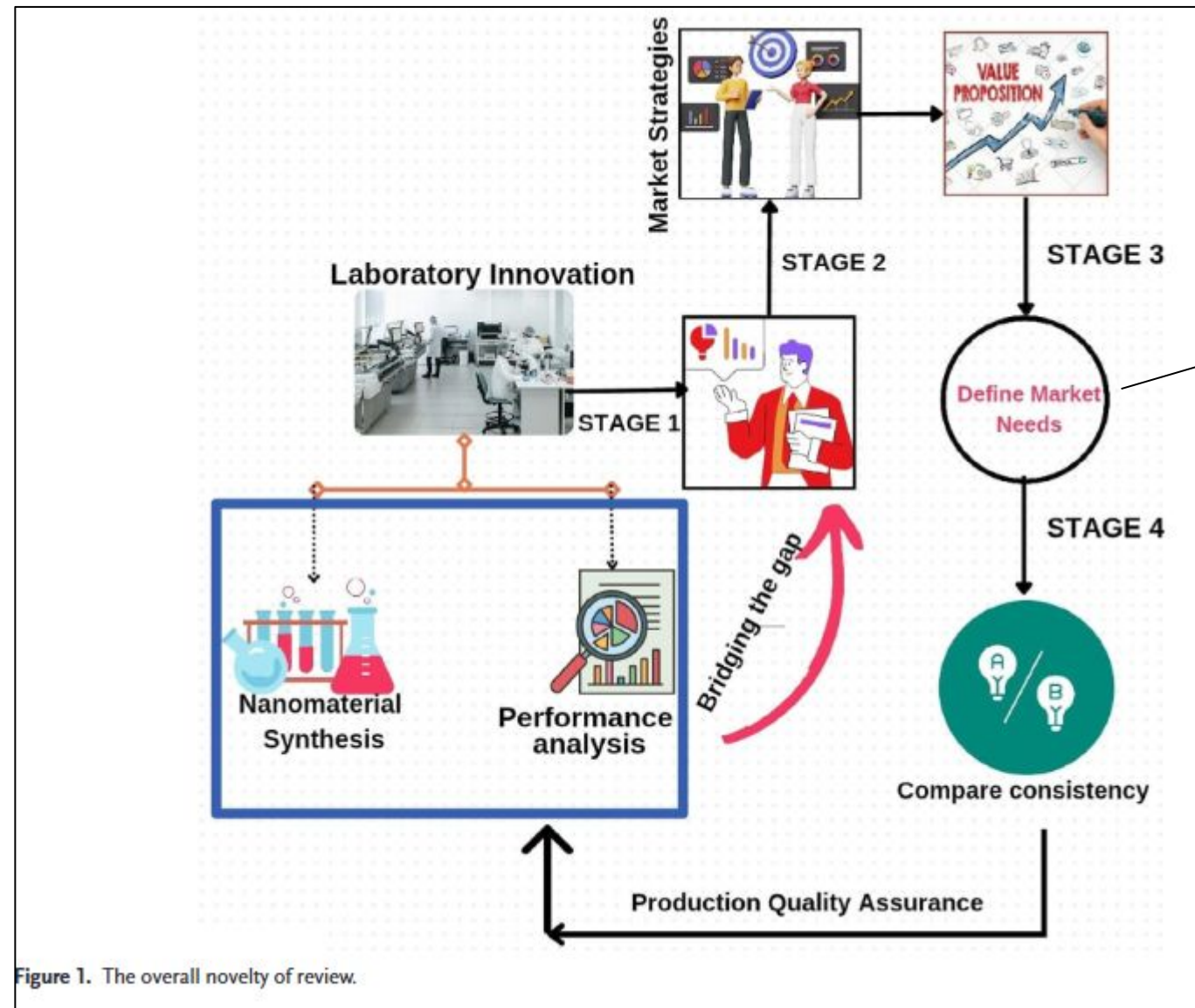


Contoh Kasus: Zenalux Biomedical



- Perusahaan Spin-out Universitas untuk Diagnostik Kanker
- Membutuhkan 12 tahun dari penemuan hingga produk pertama
- Contoh siklus pengembangan yang panjang dengan kebutuhan modal besar

Contoh Kasus: Nanomaterial untuk Aplikasi Sensor di India



Strategi Komersialisasi:

- Memahami Kebutuhan Pasar: Mengidentifikasi masalah nyata yang dapat diselesaikan nanomaterial dengan lebih baik dibanding solusi konvensional.
- Kepatuhan Regulasi: Memenuhi standar keamanan, kinerja, dan penggunaan material.
- Manajemen HKI: Mengamankan paten dan trade secrets untuk melindungi inovasi.
- Kemitraan Strategis: Berkolaborasi dengan industri, akademisi, dan pemerintah untuk R&D, pendanaan, dan distribusi.
- Edukasi Pelanggan: Mempromosikan keunggulan sensor berbasis nanomaterial kepada pengguna akhir dan pemangku kepentingan.

Jenis Nanomaterial yang Digunakan dalam Sensor

- Berbasis Karbon: Sangat baik untuk sensor elektrokimia (misalnya asam askorbat, asam urat, ion logam) karena konduktivitas tinggi dan biokompatibilitas.
- Nanopartikel Logam Mulia (mis. AuNPs, AgNPs): Digunakan untuk sensor kolorimetri dan biosensor; sintesis hijau meningkatkan ramah lingkungan.
- Nanomaterial Oksida Logam (MONMs): Dipakai pada sensor katalitik dan optik; dapat disesuaikan melalui pH dan gugus fungsional.
- Quantum Dots: Deteksi berbasis fluoresensi dengan sensitivitas tinggi; bermanfaat dalam diagnostik biomedis dan pemantauan lingkungan.
- Berbasis Polimer dan Hibrida Lainnya: Serbaguna dan dapat disesuaikan untuk fleksibilitas mekanis, aplikasi wearable, serta peningkatan kinerja.

(Source: Singh, et. al. 2025)

Contoh Kasus: The Blue Iodine II

Proyek Blue Iodine II yang didanai sejak tahun 2016 melalui SME Instrument berfokus pada pengembangan produk ekonomi baru berbasis alga yang kaya yodium untuk mengatasi kekurangan yodium pada tiga kelompok utama yang hingga kini belum memiliki produk khusus di pasaran, yaitu bayi dan anak usia 7–14 tahun, ibu hamil dan menyusui, serta lansia. Dengan mengoptimalkan kondisi budidaya, propagul alga dapat ditanam di kolam darat dan diproduksi dalam skala besar. Lokasi instalasi yang dekat dengan laut memungkinkan pemanfaatan air laut sepanjang tahun dengan biaya pemompaan yang sangat rendah. Selain itu, produksi rumput laut di dekat tambak ikan laut terbuka memungkinkan limbah ikan, seperti dari sea bream yang kaya nutrisi, digunakan sebagai pakan alga sehingga dapat mengurangi pembuangan limbah ke lingkungan laut.

Proyek ini juga mencakup pengembangan proses biorefinery untuk memanfaatkan biomassa alga melalui teknik ekstraksi dingin dan filtrasi, sehingga diperoleh ekstrak murni yang berkualitas. Produk hasilnya, yang dinamakan IODOBEM, merupakan ekstrak alami kaya yodium serta berbagai nutrisi lain seperti protein, vitamin, dan mineral, dengan sejumlah keunggulan dibandingkan produk yang sudah ada di pasaran. IODOBEM memiliki kandungan yodium yang lebih tinggi hingga 30% serta vitamin C tiga kali lebih banyak. Protein yang terkandung di dalamnya juga kaya asam amino esensial dan berperan dalam menstabilkan yodium saat diserap tubuh. Selain itu, produk ini tidak menimbulkan risiko kelebihan natrium klorida yang sering ditemukan pada produk sintetis, melainkan justru kaya akan zat besi yang bekerja sinergis dengan yodium untuk mendukung fungsi tiroid, serta mengandung tembaga sebagai mineral penting lainnya bagi tubuh. Keunggulan lain dari mekanisme produksinya adalah kemampuan menurunkan harga produk hingga 10–30% dibandingkan dengan produk pesaing di pasaran.



Contoh Kasus Lainnya

1. **CryoPlankton2:** Proyek asal Norwegia ini mengembangkan teknologi khusus untuk kriopreservasi nauplii krustasea yang digunakan sebagai pakan hidup dalam budidaya ikan. Inovasi ini mampu meningkatkan tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan kesehatan ikan muda, sekaligus mengurangi risiko deformitas yang selama ini menjadi hambatan besar dalam produksi akuakultur. Teknologi ini telah berkembang hingga mencapai TRL 9 dan berhasil diproduksi dalam skala industri.
2. **INMARE (Industrial Application of Marine Enzymes):** Proyek ini bertujuan mempercepat dan meningkatkan penemuan enzim industri baru dari sumber laut dengan menggunakan metode skrining dan platform ekspresi yang inovatif. Melalui pengambilan sampel terarah dan pengumpulan salah satu koleksi enzim genomik dan metagenomik terbesar, INMARE berhasil mengembangkan 15 enzim industri siap pakai yang menghasilkan publikasi ilmiah, pengajuan paten, dan berdirinya sebuah perusahaan rintisan. Proyek ini menunjukkan potensi besar teknologi omics yang dipadukan dengan skrining berskala tinggi dalam penemuan senyawa baru.
3. **LIFEOMEGA:** Proyek ini berfokus pada pengembangan industri dan komersialisasi produk nutrisi omega-3 berkonsentrasi tinggi (EPA) bagi pasien kanker yang menjalani kemoterapi. Inovasinya terletak pada formulasi emulsi yang dipatenkan sehingga mudah diberikan, cepat diserap, memiliki efek antiinflamasi yang kuat, serta terbukti meningkatkan kualitas hidup pasien selama perawatan.
4. **SMILE (Slimming and Memory-Booster Microalgae Extract):** Proyek ini mengembangkan produk nutrasetikal berbahan mikroalga yang ditujukan untuk pengendalian berat badan dan peningkatan fungsi kognitif. Budidaya mikroalga dilakukan menggunakan fotobioreaktor tubular berkapasitas 5000 liter yang dipatenkan, dengan kontrol penuh untuk menjamin kemurnian dan keberlanjutan. Bahan aktifnya, yakni fukosantin dan asam lemak omega-3, diformulasikan dalam matriks minyak kelapa alami. Proyek ini juga berhasil memperoleh paten untuk metode budidaya dan penggunaannya dalam produk.
5. **VOPSA 2.0 (Value Omega 3 and Astaxanthin Products from SeaAlgae):** Proyek ini merancang sistem berkelanjutan untuk produksi omega-3 dan astaxanthin dari mikroalga. Prosesnya menggunakan fotobioreaktor kolombar dan raceway terkontrol yang dipadukan dengan metode ekstraksi CO₂ superkritis, sehingga dapat menghindari pelarut beracun dan menghasilkan produk berkualitas tinggi, bebas polutan, dan bersaing secara harga, sekaligus sesuai untuk vegan. Produk-produk ini telah berhasil dikomersialisasikan dalam bentuk kosmetik dan suplemen makanan.



Administrasi Hukum dan Bisnis di Indonesia



Administrasi Hukum dan Bisnis di Indonesia

1. BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan)

Definisi:

BPOM adalah lembaga pemerintah Indonesia yang bertugas mengawasi keamanan, mutu, dan khasiat obat, makanan, kosmetik, serta suplemen kesehatan baik sebelum maupun setelah dipasarkan.

Fungsi Utama:

BPOM melakukan evaluasi pra-pasar (pendaftaran dan pengujian), memantau produk setelah dipasarkan (pengawasan, penarikan produk bila bermasalah), serta menegakkan regulasi untuk melindungi kesehatan masyarakat.

Contoh: Sebuah produk makanan ringan harus didaftarkan dan mendapat persetujuan BPOM sebelum bisa dipasarkan untuk memastikan produk tersebut aman dikonsumsi masyarakat.



2. NIB (Nomor Induk Berusaha)

Definisi:

NIB adalah nomor pendaftaran usaha yang diterbitkan melalui sistem OSS (Online Single Submission). Nomor ini menjadi identitas resmi suatu usaha di Indonesia dan berfungsi sekaligus sebagai izin usaha, tanda daftar perusahaan (TDP), serta nomor identitas impor bila diperlukan.

Tujuan:

Mempermudah dan menyatukan proses perizinan usaha di seluruh sektor dan wilayah.

Contoh: Sebuah usaha kecil yang menjual makanan kemasan harus memiliki NIB agar dapat beroperasi secara legal serta memperoleh akses ke izin lain, seperti persetujuan BPOM atau sertifikasi halal.

3. Sertifikasi Halal

Definisi:

Sertifikasi halal adalah pengakuan resmi yang diterbitkan oleh Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH) di bawah Kementerian Agama Republik Indonesia. Sertifikat ini memastikan bahwa suatu produk atau jasa sesuai dengan hukum pangan halal dalam Islam serta aman untuk dikonsumsi atau digunakan oleh umat Muslim.

Proses Sertifikasi:

- Audit bahan dan kandungan
- Pemeriksaan proses produksi serta penyimpanan
- Penerbitan sertifikat halal dan penempelan logo halal

Contoh: Sebuah perusahaan kosmetik perlu mengajukan sertifikasi halal untuk meyakinkan konsumen Muslim bahwa produknya bebas dari bahan-bahan terlarang (haram).

Daftar Pustaka

- Windheim, J. von & Myers, B. A lab-to-market roadmap for early-stage entrepreneurship. *Translational Materials Research* **1**, 016001 (2014).
- Piccinno, F., Hischier, R., Seeger, S. & Som, C. From laboratory to industrial scale: a scale-up framework for chemical processes in life cycle assessment studies. *J Clean Prod* **135**, 1085–1097 (2016).
- Singh, A. *et al.* Marketing Strategies in Nanomaterials for Sensor Applications: Bridging Lab to Market. *Global Challenges* vol. 9 Preprint at <https://doi.org/10.1002/gch2.202400294> (2025).
- Rotter, A. *et al.* A New Network for the Advancement of Marine Biotechnology in Europe and Beyond. *Front Mar Sci* **7**, (2020).
- Zenetos, A. *et al.* Status and Trends in the Rate of Introduction of Marine Non-Indigenous Species in European Seas. *Diversity (Basel)* **14**, (2022).



Terima Kasih



sustainablue@sci.ui.ac.id



**SustainaBlue HEIs in Malaysia
and Indonesia**



**Co-funded by
the European Union**

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Project: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE

