Model *Technopreneurship* Berbasis Inovasi Pakan Maggot: Strategi Keberlanjutan Agribisnis Berkelanjutan dalam Sektor Perikanan dan Peternakan

Aried Sumekar[1]*, Dwi Tika Afriani[2]
Universitas Dharmawangsa

Keywords:
technopreneurship, inovasi, keberlanjutan, agribisnis, pakan alternatif.

***Correspondence Address:**
ariedsumekar@dharmawangsa.ac.id

Abstrak: Permintaan pakan ternak dan ikan terus meningkat seiring pertumbuhan sektor agribisnis di Indonesia. Ketergantungan terhadap tepung ikan sebagai sumber protein utama dalam pakan menimbulkan tantangan lingkungan dan ekonomi yang serius. Artikel ini bertujuan untuk mengembangkan kerangka konseptual *technopreneurship* berkelanjutan melalui pengembangan pakan alternatif berbasis *Black Soldier Fly* (maggot) sebagai pendekatan inovatif dalam mendukung agribisnis berkelanjutan. Penelitian dilakukan melalui metode kajian pustaka sistematis yang mengintegrasikan teori dan temuan empiris terkait *technopreneurship*, inovasi produk, adopsi teknologi, keberlanjutan, dan kinerja usaha. Hasil studi menghasilkan model konseptual yang menempatkan *technopreneurship* sebagai penggerak utama dalam menciptakan nilai tambah, mengadopsi teknologi ramah lingkungan, dan mendorong keberlanjutan usaha mikro dan kecil di sektor pakan. Temuan ini diharapkan dapat menjadi landasan dalam penyusunan strategi kebijakan dan pengembangan praktik *technopreneurship* berbasis bioekonomi lokal.

PENDAHULUAN

Kebutuhan pakan ternak dan ikan di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan pola konsumsi masyarakat yang berubah. Sektor perikanan dan peternakan merupakan bagian penting dari ketahanan pangan nasional, namun masih menghadapi tantangan besar dalam aspek efisiensi produksi, keberlanjutan lingkungan, dan ketergantungan pada bahan baku impor seperti tepung ikan. Data menunjukkan bahwa lebih dari 60% biaya produksi budidaya ikan berasal dari pakan, dan lebih dari separuhnya berasal dari sumber protein hewani seperti tepung ikan dan kedelai impor (FAO, 2021). Hal ini menciptakan tekanan ekonomi yang signifikan, terutama bagi usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) di sektor agribisnis. Di Indonesia, kebutuhan

pakan ternak yang efisien dan berkelanjutan menjadi tantangan utama dalam mendukung produktivitas sektor ini. Selama ini, industri pakan sangat bergantung pada tepung ikan yang harganya fluktuatif, persediaannya terbatas, dan tidak ramah lingkungan. Dalam konteks ini, *technopreneurship* – wirausaha berbasis teknologi dan inovasi – muncul sebagai pendekatan potensial untuk mendorong solusi berbasis keberlanjutan.

Salah satu pendekatan inovatif yang berkembang dalam beberapa tahun terakhir adalah penggunaan larva lalat tentara hitam (*Black Soldier Fly* atau BSF) sebagai bahan baku utama pakan alternatif. Maggot BSF memiliki kandungan protein yang tinggi (hingga 42%), waktu pertumbuhan yang singkat, dan dapat dibudidayakan dengan memanfaatkan limbah organik rumah tangga maupun limbah pertanian. Selain itu, penggunaan maggot sebagai pakan tidak bersaing dengan pangan manusia, menjadikannya sebagai solusi strategis untuk menciptakan sistem pangan yang berkelanjutan (Sankara et al., 2023). Tepung maggot, hasil budidaya larva *Black Soldier Fly* (BSF), terbukti sebagai sumber protein alternatif dengan dampak lingkungan yang jauh lebih rendah. Inovasi ini tidak hanya menawarkan efisiensi ekonomi, tetapi juga berpotensi mendorong ekonomi sirkular melalui pemanfaatan limbah organik. Hasil penelitian sebelumnya oleh Afriani & Sumekar (2025) menunjukkan bahwa penggunaan tepung maggot dalam formulasi pakan ikan mampu menurunkan biaya produksi secara signifikan dibandingkan dengan penggunaan tepung ikan impor, tanpa mengorbankan performa pertumbuhan ikan budidaya. Namun, tingkat adopsi inovasi ini masih terbatas, sehingga diperlukan pendekatan konseptual yang menyeluruh untuk mendorong *technopreneurship* berbasis maggot secara berkelanjutan.

Konsep *technopreneurship* memegang peran sentral dalam konteks ini. *Technopreneurship* tidak hanya sekadar mengembangkan produk berbasis teknologi, tetapi juga mendorong pola pikir kewirausahaan yang inovatif, adaptif, dan berwawasan lingkungan. Dalam konteks pakan alternatif berbasis maggot, *technopreneurship* menjadi motor penggerak dalam menghubungkan pengetahuan ilmiah dengan peluang pasar, menciptakan model bisnis berbasis sirkularitas, serta memberdayakan masyarakat lokal dalam rantai pasok pakan yang terdesentralisasi (Utami et al., 2022). Namun demikian, adopsi teknologi produksi maggot dan penerapan *technopreneurship* di kalangan pelaku usaha masih menghadapi hambatan struktural, seperti keterbatasan akses informasi,

rendahnya kapasitas manajerial, serta belum adanya dukungan kebijakan yang kuat. Studi oleh Nugroho & Aziz (2020) menyatakan bahwa hanya sebagian kecil peternak yang memiliki pemahaman tentang potensi maggot sebagai pakan, meskipun tersedia teknologi sederhana untuk membudidayakannya. Hal ini mengindikasikan perlunya integrasi antara inovasi teknologi, sistem edukasi yang adaptif, dan dukungan kelembagaan dalam ekosistem *technopreneurship* agribisnis.

Dalam lima tahun terakhir, berbagai penelitian menunjukkan bahwa model bisnis berbasis maggot memiliki potensi efisiensi biaya hingga 30% lebih rendah dibanding pakan komersial konvensional, serta mampu meningkatkan pertumbuhan ikan dan ayam secara signifikan (Siddiky et al., 2020; Andriani et al., 2021). Di sisi lain, aspek keberlanjutan juga menunjukkan hasil positif: pengurangan emisi karbon, efisiensi limbah organik, dan kontribusi terhadap pengurangan sampah rumah tangga. Dengan demikian, penting untuk membangun sebuah kerangka konseptual *technopreneurship* berkelanjutan yang dapat menjadi dasar dalam mendorong inovasi pakan alternatif berbasis maggot secara sistematis. Kerangka ini diharapkan mampu menjelaskan hubungan antara *technopreneurship*, inovasi, adopsi teknologi, keberlanjutan, dan kinerja usaha dalam konteks agribisnis masa depan yang daya tahan usaha.

Studi ini dilakukan untuk mengembangkan sebuah model konseptual *technopreneurship* yang berbasis inovasi pakan maggot sebagai pendekatan strategis dalam mendorong keberlanjutan agribisnis. Secara khusus, kajian ini bertujuan untuk menggambarkan hubungan antara *technopreneurship* dan inovasi produk pakan alternatif, menjelaskan peran adopsi teknologi dalam memperkuat keberlanjutan usaha, serta merumuskan keterkaitan antara praktik keberlanjutan dan peningkatan kinerja usaha kecil dan menengah (UKM) di sektor pakan. Melalui pendekatan ini, diharapkan tercipta dasar teoretis yang kuat untuk mendukung penelitian lanjutan secara empiris dan menjadi rujukan dalam penyusunan strategi *technopreneurship* berkelanjutan di bidang agribisnis berbasis sumber daya lokal.

Technopreneurship

Technopreneurship adalah bentuk kewirausahaan yang menggabungkan pemikiran kreatif, inovasi, serta pemanfaatan teknologi untuk menciptakan nilai ekonomi dan sosial.

Dalam era digital dan transformasi industri, *technopreneurship* telah menjadi kekuatan penggerak utama dalam membentuk lanskap bisnis yang berkelanjutan. Technopreneur tidak hanya menciptakan produk atau jasa baru berbasis teknologi, tetapi juga mendorong efisiensi, memperluas akses pasar, dan menciptakan model bisnis yang fleksibel dan responsif terhadap dinamika pasar. Menurut Fatoki (2020), *technopreneurship* memainkan peran penting dalam pembangunan ekonomi negara berkembang dengan membuka lapangan kerja baru, meningkatkan inovasi industri, dan memperkuat inklusi keuangan. Selain itu, *technopreneurship* dapat memfasilitasi transisi menuju ekonomi rendah karbon melalui pemanfaatan teknologi ramah lingkungan. Dalam konteks keberlanjutan, *technopreneurship* menjadi pendekatan strategis dalam mengatasi tantangan lingkungan, sosial, dan ekonomi secara simultan. Studi oleh Li tahun 2021 juga menunjukkan bahwa *technopreneurship* berbasis keberlanjutan berkontribusi pada pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), terutama pada aspek inovasi industri, pekerjaan layak, dan konsumsi produksi yang bertanggung jawab. Dengan demikian, *technopreneurship* bukan hanya soal pencapaian profit, tetapi juga alat transformasi sosial dan lingkungan.

Inovasi Produk Berkelanjutan

Inovasi produk berkelanjutan mengacu pada proses menciptakan produk yang ramah lingkungan, efisien dalam penggunaan sumber daya, serta memiliki dampak positif secara sosial dan ekonomi. Inovasi ini menjadi semakin penting dalam menjawab tekanan global terhadap degradasi lingkungan, kelangkaan sumber daya, dan permintaan konsumen terhadap produk yang etis dan bertanggung jawab. Tepung maggot (larva *Black Soldier Fly*) adalah contoh nyata inovasi produk berkelanjutan di sektor pakan ternak dan akuakultur. Menurut Van Huis & Oonincx (2017), maggot mampu mengkonversi limbah organik menjadi protein berkualitas tinggi dalam waktu singkat dengan emisi gas rumah kaca yang rendah. Ini menjadikannya alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan tepung ikan atau kedelai impor.

Penelitian terbaru oleh Mulyono et al. (2021) menunjukkan bahwa inovasi pakan berbasis maggot tidak hanya meningkatkan efisiensi biaya produksi, tetapi juga memperkuat ketahanan pangan lokal dan memperluas peluang usaha mikro berbasis

teknologi. Oleh karena itu, inovasi ini memiliki potensi untuk mendorong *technopreneurship* lokal yang berkelanjutan.

Adopsi Teknologi

Adopsi teknologi adalah proses di mana individu atau organisasi mulai menggunakan teknologi baru dalam kegiatan sehari-hari mereka. Dalam konteks *technopreneurship*, adopsi teknologi menjadi faktor penentu keberhasilan implementasi inovasi dan keberlanjutan bisnis. Model teori Diffusion of Innovation dari Rogers (2019) masih relevan, namun perlu diperkuat dengan pemahaman kontemporer tentang faktor-faktor kontekstual seperti kebijakan pemerintah, kesiapan infrastruktur digital, dan literasi teknologi. Menurut Mahmud et al. (2020), keberhasilan adopsi teknologi dalam usaha mikro dan kecil sangat tergantung pada persepsi kemanfaatan, dukungan sosial, dan kemudahan akses terhadap pelatihan dan pendampingan teknis. Dalam pengembangan usaha tepung maggot, adopsi teknologi meliputi penggunaan inkubator otomatis, sistem pengeringan berbasis energi surya, serta integrasi digital untuk pemasaran dan distribusi. Studi oleh Rani et al. (2022) menekankan pentingnya pendekatan partisipatif dan dukungan lembaga dalam mendorong adopsi teknologi oleh peternak maggot lokal. Hal ini sejalan dengan pendekatan *technopreneurship* yang berbasis inklusivitas dan pemberdayaan komunitas.

Keberlanjutan dan Kinerja Usaha

Keberlanjutan usaha mengacu pada kemampuan bisnis untuk bertahan dan berkembang dalam jangka panjang dengan memperhatikan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Konsep triple bottom line (Elkington, 1997) menjadi kerangka utama dalam mengevaluasi kinerja usaha dari tiga dimensi tersebut: profit, people, dan planet. Dalam konteks usaha pakan alternatif berbasis maggot, keberlanjutan tercermin dari efisiensi biaya produksi, pemanfaatan limbah organik, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat melalui penciptaan lapangan kerja lokal. Menurut Yusuf et al. (2023), usaha maggot yang terkelola dengan baik mampu meningkatkan margin keuntungan hingga 25% dibandingkan usaha konvensional berbasis pakan impor. Penelitian oleh Afriani & Sumekar (2025) juga memperkuat temuan ini, di mana formulasi pakan berbasis maggot

menunjukkan efisiensi biaya produksi yang lebih tinggi dan peningkatan nilai konversi pakan (FCR) yang kompetitif, menjadikannya alternatif yang layak untuk UMKM perikanan. Selain itu, aspek sosial dari keberlanjutan juga terlihat dari keterlibatan petani, komunitas, dan UMKM dalam rantai pasok pakan maggot. Usaha ini memperkuat ketahanan ekonomi lokal, meningkatkan literasi teknologi, serta mendorong kolaborasi antar aktor pembangunan. Efisiensi dalam proses produksi dan rantai pasok diharapkan dapat meningkatkan keuntuangan perusahaan yang pada akhirnya berpengaruh pada kinerja perusahaan.

METODE PENELITIAN

Kajian ini menggunakan pendekatan konseptual-deskriptif dengan metode kajian pustaka sistematis *(systematic literature review)* untuk merumuskan model *technopreneurship* berbasis inovasi pakan maggot dalam kerangka agribisnis berkelanjutan. Pendekatan ini dipilih karena mampu menggali secara mendalam teori-teori dan temuan empiris yang relevan mengenai *technopreneurship*, inovasi produk berkelanjutan, adopsi teknologi, serta keberlanjutan usaha, khususnya dalam konteks pengembangan pakan ikan alternatif berbasis larva *Black Soldier Fly* (BSF).

Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber ilmiah yang kredibel, termasuk jurnal internasional dan nasional bereputasi (Scopus dan Sinta), laporan lembaga internasional seperti FAO dan UNDP, serta buku-buku rujukan utama yang membahas konsep *Triple Bottom Line* (Elkington, 1997) dan *Diffusion of Innovation* (Rogers, 2019). Literatur yang digunakan diseleksi berdasarkan beberapa kriteria, antara lain: diterbitkan dalam rentang waktu 2017–2023, memiliki relevansi kuat dengan tema *technopreneurship*, budidaya maggot, inovasi pakan berkelanjutan, dan adopsi teknologi pada UMKM, serta memberikan kontribusi teoretis atau empiris dalam pengembangan model konseptual *technopreneurship* yang berorientasi pada keberlanjutan.

Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan, dimulai dari identifikasi tema utama dalam literatur yang kemudian dikelompokkan berdasarkan empat variabel sentral: *technopreneurship*, inovasi produk, adopsi teknologi, dan keberlanjutan. Setelah itu, dilakukan sintesis terhadap konsep dan temuan-temuan dari berbagai sumber untuk mengidentifikasi pola hubungan, serta menelusuri kesenjangan penelitian yang ada. Dari

proses ini, kemudian disusun sebuah model konseptual berbasis logika deduktif, yang mengintegrasikan berbagai temuan literatur ke dalam satu kerangka kerja terpadu yang menjelaskan kontribusi setiap variabel terhadap peningkatan kinerja usaha di sektor agribisnis.

Pemilihan variabel dalam model konseptual ini didasarkan pada pertimbangan teoritis dan aplikatif yang kuat. Variabel *technopreneurship* diposisikan sebagai penggerak utama inovasi dan difusi teknologi dalam usaha pakan alternatif. Inovasi produk mencerminkan hasil nyata dari proses technopreneurial dalam menciptakan nilai tambah dari sumber daya lokal. Adopsi teknologi dipahami sebagai jembatan antara ide inovatif dan implementasi praktis dalam skala produksi dan distribusi. Keberlanjutan digunakan sebagai indikator dampak yang mencakup dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi secara simultan. Sementara itu, kinerja usaha menjadi variabel output yang mengukur efektivitas model dalam konteks usaha mikro dan kecil di bidang pakan maggot.

Melalui pendekatan metodologis ini, penelitian ini menghasilkan sebuah model konseptual integratif yang merepresentasikan secara menyeluruh peran technopreneur dalam membangun keberlanjutan usaha berbasis inovasi dan teknologi lokal. Model ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian empiris lanjutan, sekaligus menjadi rujukan dalam pengambilan kebijakan maupun pengembangan kapasitas technopreneur di sektor agribisnis yang berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengusulkan model konseptual yang menggambarkan hubungan antar variabel utama yang berkontribusi terhadap keberhasilan *technopreneurship* dalam mendorong keberlanjutan dan kinerja usaha melalui inovasi dan adopsi teknologi. Model konseptual ini menekankan pentingnya peran technopreneur dalam menciptakan inovasi dan mengadopsi teknologi sebagai strategi utama untuk mencapai keberlanjutan bisnis, terutama dalam konteks pengembangan pakan ikan berbasis tepung maggot. Di tengah meningkatnya tantangan global terkait krisis pangan, degradasi lingkungan, dan keterbatasan sumber daya alam, peran technopreneur menjadi sangat strategis karena mereka berada pada simpul yang menggabungkan pengetahuan teknologi,

kewirausahaan, dan orientasi keberlanjutan. Dalam industri pakan ikan, yang secara tradisional sangat bergantung pada fish meal (tepung ikan) yang mahal dan tidak ramah lingkungan, inovasi dalam bentuk substitusi bahan baku menjadi isu krusial. Tepung maggot yang berasal dari larva Hermetia illucens menawarkan solusi inovatif yang lebih ekonomis, berkelanjutan, dan mendukung efisiensi produksi, namun pengembangan dan pemanfaatannya sangat bergantung pada adopsi teknologi serta model bisnis kreatif yang dapat digerakkan oleh technopreneur.

Menurut Ismail et al. (2021), technopreneur adalah pelaku wirausaha yang tidak hanya fokus pada profit, tetapi juga memanfaatkan teknologi sebagai alat strategis untuk menyelesaikan masalah sosial dan lingkungan. Dalam konteks pakan ikan alternatif, technopreneur memegang peran vital dalam mengembangkan ekosistem inovasi, mulai dari riset produk, proses produksi, digitalisasi distribusi, hingga edukasi konsumen. Mereka mendorong penciptaan nilai baru (value creation) dari sumber daya yang sebelumnya tidak termanfaatkan seperti limbah organik yang digunakan sebagai pakan maggot. Dengan mengintegrasikan teknologi dalam proses pengeringan, penggilingan, hingga analisis kandungan gizi, technopreneur mampu menghasilkan tepung maggot yang setara atau bahkan lebih unggul daripada tepung ikan konvensional (Surendra et al., 2020). Proses ini mencerminkan konsep *circular economy*—yakni pengolahan limbah menjadi sumber daya baru—yang semakin menjadi pilar dalam strategi keberlanjutan.

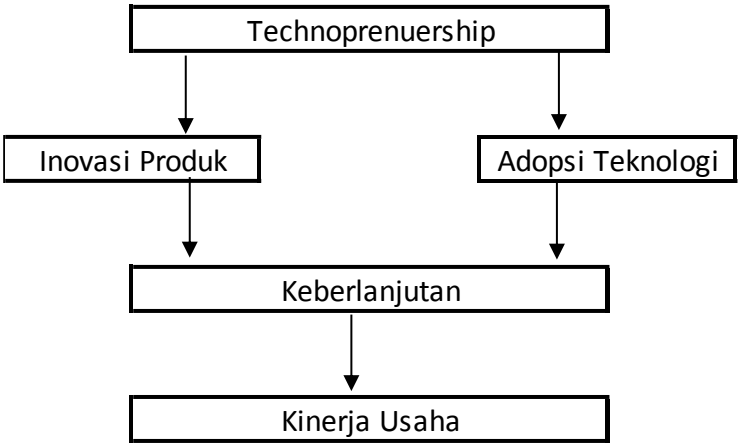
Lebih jauh, keberhasilan inovasi ini tidak semata bergantung pada penemuan teknologi, tetapi juga pada kemampuan technopreneur untuk mengadopsi dan menyebarluaskan teknologi tersebut secara luas dan inklusif. Hal ini mencakup pembuatan model usaha mikro dan menengah yang skalabel, penyediaan pelatihan teknis, pemanfaatan platform digital untuk edukasi, dan penguatan branding produk ramah lingkungan. Studi Purwanto et al. (2023) menekankan bahwa transformasi digital yang dilakukan oleh technopreneur secara signifikan dapat meningkatkan daya saing usaha kecil dan menengah (UKM) di sektor pertanian dan perikanan. Dengan pendekatan digital seperti Internet of Things (IoT), cloud computing, dan traceability system, technopreneur dapat menciptakan sistem produksi pakan ikan yang lebih efisien, terukur, dan adaptif

terhadap perubahan pasar. Hal ini menjadi kunci dalam mempertahankan keberlanjutan operasional, baik dalam aspek lingkungan, sosial, maupun ekonomi.

Pentingnya inovasi dan teknologi sebagai fondasi keberlanjutan juga diperkuat oleh dinamika industri akuakultur yang menuntut efisiensi tinggi, keamanan pangan, dan ketahanan terhadap krisis pasokan bahan baku. Dalam situasi di mana harga tepung ikan meningkat drastis dan pasokan global menurun akibat overfishing dan perubahan iklim, maka substitusi fish meal dengan bahan alternatif seperti maggot menjadi sangat relevan (Mwanza et al., 2021). Namun, inovasi ini tidak akan berdampak luas tanpa adanya aktor penggerak seperti technopreneur yang mampu menjembatani antara riset dan praktik pasar. Mereka bukan hanya pelaku bisnis, tetapi juga agen perubahan (change agent) yang berperan dalam transformasi ekosistem industri yang lebih hijau dan daya tahan usaha. Di sisi lain, keberhasilan technopreneur dalam menciptakan dampak juga sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti dukungan kebijakan pemerintah, akses pembiayaan, regulasi keamanan pakan, serta kolaborasi dengan lembaga riset dan pendidikan tinggi. Oleh karena itu, peran technopreneur tidak bisa dilepaskan dari ekosistem inovasi yang mendukung. Sebagaimana dijelaskan oleh El-Kassar dan Singh (2019), penciptaan inovasi berkelanjutan tidak hanya memerlukan inovator yang kompeten, tetapi juga lingkungan yang mendorong eksplorasi, eksperimen, dan penerapan teknologi baru. Dalam konteks pengembangan pakan maggot, perlu dukungan dalam bentuk program inkubasi bisnis, insentif pajak, serta fasilitasi sertifikasi produk agar technopreneur dapat menembus pasar nasional maupun ekspor.

Peran *technopreneurship* dalam konteks ini tidak hanya berdampak pada keberhasilan komersial produk pakan ikan berbasis maggot, tetapi juga pada peningkatan kinerja usaha secara keseluruhan, baik dari sisi profitabilitas, pertumbuhan pasar, efisiensi biaya, maupun dampak sosial-lingkungan. Dengan mengintegrasikan aspek teknologi, inovasi, dan nilai-nilai keberlanjutan, technopreneur tidak hanya menciptakan solusi bisnis, tetapi juga menjadi pendorong agenda pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs), khususnya dalam hal konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab (SDG 12), pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi (SDG 8), serta inovasi dan infrastruktur (SDG 9). Oleh karena itu, model konseptual yang

menempatkan technopreneur sebagai pusat penggerak inovasi dan teknologi dalam keberlanjutan bisnis sangat relevan untuk dikembangkan dan diujicobakan secara empiris di sektor agroindustri, termasuk dalam pengembangan pakan ikan berbasis tepung maggot. Secara konseptual, hubungan antar variabel utama dapat digambarkan dalam model berikut:



Gambar 1. Kerangka Konseptual

Model ini tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga memberikan dasar praktis untuk mengembangkan strategi *technopreneurship* berbasis keberlanjutan. Melalui pendekatan ini, technopreneur dapat merancang model bisnis yang adaptif terhadap perubahan pasar dan tantangan lingkungan. Praktik ini dapat memperkuat daya tahan usaha bisnis dalam jangka panjang sekaligus membuka peluang kolaborasi dengan pemangku kepentingan seperti pemerintah, lembaga keuangan, dan institusi riset. Model ini juga dapat dijadikan kerangka untuk memahami dan mengukur bagaimana *technopreneurship* dapat digunakan untuk mengembangkan usaha inovatif yang ramah lingkungan dan memberikan kontribusi nyata terhadap pembangunan berkelanjutan. Penelitian lanjutan dapat menguji empiris hubungan ini pada skala usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) di sektor perikanan atau peternakan, serta mengembangkan indikator pengukuran spesifik untuk setiap variabel. Model konseptual ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap literatur *technopreneurship* dan keberlanjutan, serta

menjadi rujukan dalam pengambilan kebijakan dan pengembangan kapasitas technopreneur lokal di berbagai wilayah di Indonesia.

Penjelasan Hubungan Antar Variabel

a. Technopreneurship → Inovasi Produk

Technopreneurship mendorong penciptaan produk-produk inovatif yang berbasis teknologi, termasuk di sektor agribisnis dan akuakultur. Dalam konteks ini, technopreneur melihat potensi dari larva lalat tentara hitam (*Black Soldier Fly*/BSF) untuk diolah menjadi tepung maggot sebagai alternatif pengganti tepung ikan. Inovasi ini tidak hanya menjawab isu ketergantungan terhadap bahan baku impor, tetapi juga memperkenalkan solusi yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis (Sogari et al., 2021; Nurfatma et al., 2022).

b. Technopreneurship → Adopsi Teknologi

Seorang technopreneur memiliki karakteristik orientasi terhadap teknologi dan pembaruan proses. Dalam pengembangan usaha maggot, adopsi teknologi seperti sistem bio-konversi, alat pengering otomatis, dan pemantauan digital produksi maggot dapat meningkatkan efisiensi dan skala usaha. Adopsi ini juga mempercepat pertumbuhan pasar dan daya saing usaha kecil dan menengah (Cillo et al., 2023; Suryana & Indarto, 2021).

c. Inovasi Produk dan Adopsi Teknologi → Keberlanjutan

Inovasi dan teknologi memainkan peran penting dalam mendorong keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi. Inovasi produk seperti tepung maggot mengurangi emisi karbon dari sektor peternakan dan perikanan, sedangkan adopsi teknologi memungkinkan efisiensi energi, pengurangan limbah, dan peningkatan produktivitas. Kombinasi keduanya menciptakan fondasi praktik bisnis yang berkelanjutan (Tian et al., 2022; Purnomo et al., 2021).

d. Keberlanjutan → Kinerja Usaha

Keberlanjutan bisnis menjadi kunci dalam menciptakan kinerja usaha yang stabil dan berkelanjutan. Praktik usaha yang memperhatikan aspek lingkungan dan sosial mampu meningkatkan reputasi merek, loyalitas pelanggan, serta efisiensi operasional yang berdampak langsung pada profitabilitas (Sun et al., 2022). Dalam konteks industri pakan alternatif, pendekatan berkelanjutan juga berpeluang mendapatkan insentif pemerintah dan kemitraan strategis.

KESIMPULAN

Penerapan *technopreneurship* dalam sektor ini membuka peluang besar untuk menciptakan produk pakan yang tidak hanya efisien secara biaya, tetapi juga ramah lingkungan dan dapat diproduksi secara berkelanjutan. *Technopreneurship* diharapkan mampu merancang sistem produksi yang berbasis teknologi tepat guna, memanfaatkan limbah organik sebagai bahan baku, serta mengembangkan metode pengolahan modern yang meningkatkan kualitas gizi dan daya simpan produk. Tidak hanya itu, pendekatan *technopreneurship* juga mencakup strategi pemasaran digital, edukasi konsumen, hingga kolaborasi dengan peternak ikan lokal untuk memperluas jangkauan distribusi.

Model konseptual ini dikembangkan berdasarkan kajian literatur sekaligus didukung oleh hasil evaluasi lapangan dalam penelitian sebelumnya, yang menunjukkan potensi nyata tepung maggot dalam menurunkan biaya produksi dan meningkatkan efisiensi usaha budidaya ikan. Model konseptual ini memberikan arah strategis bagi pengembangan usaha pakan alternatif yang menempatkan inovasi, teknologi, dan keberlanjutan sebagai fondasi utama. Dalam situasi di mana kebutuhan akan pakan ikan terus meningkat sementara sumber daya alam seperti tepung ikan semakin terbatas dan mahal, munculnya solusi berbasis pakan alternatif dari maggot menjadi terobosan yang sangat potensial. Namun, potensi ini tidak dapat berkembang optimal tanpa peran aktif *technopreneurship* yang mampu menerjemahkan ide menjadi produk bernilai pasar.

Lebih jauh, peran *technopreneurship* dalam model ini diarahkan untuk menciptakan dampak ganda: kinerja usaha yang unggul sekaligus kontribusi nyata terhadap ketahanan pangan dan pelestarian lingkungan. Dengan pendekatan berbasis inovasi dan teknologi, usaha pakan maggot dapat tumbuh sebagai bagian dari ekonomi sirkular yang

mengurangi limbah, menciptakan lapangan kerja baru, serta memperkuat rantai pasok lokal. Oleh karena itu, model ini tidak hanya relevan sebagai kerangka bisnis, tetapi juga sebagai instrumen pembangunan berkelanjutan yang aplikatif dalam konteks ekonomi modern dan ekologi masa depan.

REFERENSI

Andriani, D., Wahyuni, S., & Fikri, A. (2021). Efektivitas tepung maggot dalam pakan ayam pedaging. Jurnal Peternakan Indonesia, 23(1), 12–19.

Afriani, D.T., Sumekar, A. (2025). Evaluasi Kinerja dan Biaya Produksi Pakan Ikan Berbasis Tepung Maggot sebagai Alternatif Tepung Ikan. Laporan Penelitian Tidak Diterbitkan. Universitas Dharmawangsa.

Cillo, V., Rialti, R., Bertoldi, B., & Ciampi, F. (2023). Entrepreneurial orientation and innovation in sustainable SMEs: The mediating role of digital technologies. Journal of Cleaner Production, 388, 137705.

El-Kassar, A.-N., & Singh, S. K. (2019). Green innovation and organizational performance: The influence of big data and the moderating role of management commitment and HR practices. Technological Forecasting and Social Change, 144, 483–498. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.016

Elkington, J. (1997). Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. Capstone Publishing.

Elkington, J. (1997). Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business.

Morris, M. H., Kuratko, D. F., & Covin, J. G. (2011). Corporate Entrepreneurship & Innovation.

Rogers, E. M., Singhal, A., & Quinlan, M. M. (2019). Diffusion of innovations 1. In An integrated approach to communication theory and research (pp. 415-434). Routledge.

Fatoki, O. (2020). *Technopreneurship* as a Strategy to Mitigate Unemployment in South Africa. Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies, 12(2), 209–224.

Ismail, K., Aslan, S. A., & Ahmad, N. H. (2021). Technopreneurial intention among university students: The role of entrepreneurship education and orientation. Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies, 13(4), 706–728. https://doi.org/10.1108/JEEE-01-2020-0005

Li, H., Zhang, Y., & He, L. (2021). Green Technological Innovation and Sustainable Development: Evidence from Emerging Economies. Sustainable Development,

29(4), 668–679.

Mahmud, K., Alam, M. R., & Ali, M. (2020). Factors Affecting the Adoption of Digital Technology in SMEs: Evidence from Bangladesh. Technology in Society, 63, 101385.

Mulyono, E., Santoso, D., & Kurniawan, A. (2021). Teknologi Pakan Maggot sebagai Solusi Berkelanjutan dalam Budidaya Ikan. Jurnal Teknologi Agroindustri, 9(2), 77–84.

Mwanza, M., Sumbu, C., & Munganga, B. (2021). *Black Soldier Fly Larvae* (Hermetia illucens) as alternative protein sources in fish feed: A review. Aquaculture Reports, 19, 100565. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100565

Nugroho, R. Y., & Aziz, M. (2020). Evaluasi potensi maggot BSF sebagai pakan alternatif pada peternakan skala kecil. Jurnal Agribisnis dan Peternakan, 8(1), 34–42.

Nurfatma, R., Aini, N., & Purnamasari, I. (2022). Potensi Tepung Maggot Sebagai Pakan Alternatif Untuk Budidaya Ikan Lele. Jurnal Akuakultur Tropis, 7(2), 89-96.

Purnomo, H., Nugroho, B. A., & Astuti, W. (2021). Inovasi dan Teknologi dalam Agribisnis Berkelanjutan. Jurnal Agritech, 41(3), 253-264.

Purwanto, A., et al. (2023). Digital transformation and MSMEs performance: The mediating role of *technopreneurship*. International Journal of Entrepreneurship, 27(1), 1–15.

Rani, N. S., Prasetyo, Y. T., & Sari, D. P. (2022). Empowering Communities Through Technological Adoption in Waste-to-Feed Innovations. Journal of Cleaner Production, 352, 131486.

Sankara, F. B., Billaud, D., & Lefèvre, T. (2023). Insects as a sustainable and alternative source of protein in feed: The case of *Black Soldier Fly*. Sustainability, 15(4), 2173. https://doi.org/10.3390/su15042173

Siddiky, M. A., Hoque, M. R., & Khan, M. (2020). *Black Soldier Fly* larva as an alternative protein source in aquafeed. Aquaculture Reports, 17, 100348. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100348

Sogari, G., Mora, C., Menozzi, D., & Hartmann, C. (2021). A review of consumer acceptance of edible insects as food and feed. Food Quality and Preference, 94, 104189.

Sun, H., Lo, C. K., & Liang, S. (2022). Business sustainability and firm performance: Evidence from green innovation practices in China. Journal of Cleaner Production, 347, 131245.

Surendra, K. C., Olivier, R., Tomberlin, J. K., Jha, R., & Khanal, S. K. (2020). Bioconversion of organic wastes into protein-rich animal feed using *Black Soldier Fly* larvae. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 50(9), 822–867. https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1690026

Suryana, D., & Indarto, D. (2021). Adopsi Teknologi Pada UMKM Berbasis Lingkungan. Jurnal Ekonomi dan Manajemen Berkelanjutan, 5(1), 33-40.

Tian, X., Zhou, Z., & Liu, C. (2022). Sustainable innovation and circular economy: Empirical evidence from emerging markets. Journal of Cleaner Production, 371, 133457.

Utami, R., Prasetyo, D., & Yuliana, D. (2022). *Technopreneurship* and food security: Empowering rural communities through maggot farming. Journal of Rural Entrepreneurship, 6(2), 45–58.

Van Huis, A. (2020). Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review. Journal of Insects as Food and Feed, 6(1), 27-44.FAO. (2021). The State of World Fisheries and Aquaculture 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Van Huis, A., & Oonincx, D. G. (2017). The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. Agronomy for Sustainable Development, 37(5), 43.

Yusuf, M., Hartono, D., & Nugroho, B. (2023). Economic Viability of Maggot Farming as Sustainable Feed Business. Indonesian Journal of Agribusiness, 11(1), 15–26.