

Agroteknologi dan Etika Pertanian dalam Implementasi Tata Kelola Sains di Pondok Pesantren

Agrotechnology and Agricultural Ethics In The Science Governance Implementation in Islamic Boarding Schools

Farah Pramudita^{1*}, Irawan², Tedi Priatna³

¹Program Pascasarjana Manajemen Pendidikan Islam, UIN Sunan Gunung Djati Bandung

²Program Sarjana Manajemen Pendidikan Islam, UIN Sunan Gunung Djati Bandung

³Program Pascasarjana Pendidikan Agama Islam, UIN Sunan Gunung Djati Bandung

*Korespondensi: pramudita21farah@gmail.com

Diterima Tanggal 30 Desember 2022, Disetujui Tanggal 27 Januari 2023

DOI 10.51978/japp.v23i1.500

Abstrak

Artikel ini bertujuan mendeskripsikan implementasi tata kelola sains agroteknologi di Pondok Pesantren Al Ittifaq Bandung, Jawa Barat. Pengembangan pertanian di Al Ittifaq tidak terlepas dari teknologi yang mendukungnya sehingga berpengaruh pada hasil pertanian. Fokus masalah penelitian ini pada dua hal yaitu agroteknologi dan etika pertanian, serta tata kelola sains di Al Ittifaq. Dua masalah tersebut dianalisis menggunakan metode kualitatif studi kasus dan kajian filsafat etika pertanian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa agroteknologi yang diterapkan menggunakan *smart greenhouse* berbasis *Internet of Things* (IoT), dan penggunaan komposter dengan bahan dasar mikroorganisme fermentasi alami untuk pupuk organik. Dari segi implementasi tata kelola sains di Pondok Pesantren Al Ittifaq termasuk manajemen lembaga pendidikan modern karena mengadaptasi ilmu dan teknologi untuk mencapai tujuan. Kesimpulannya, agroteknologi di Ponpes Al Ittifaq sesuai dengan kaidah filsafat etika pertanian, dan tata kelola sainsnya merepresentasikan aplikasi sistem adaptif terhadap teknologi.

Kata Kunci: Al Ittifaq, etika pertanian, Pondok Pesantren, tata kelola sains

Abstract

This article describes the implementation of agrotechnology science governance in Al Ittifaq Islamic Boarding School in Bandung, West Java. Agricultural development in Al Ittifaq is inseparable from the technology that supports it and affects agricultural yields. Research questions focus on agrotechnology, agricultural ethics, and scientific governance in Al Ittifaq. These were analyzed using the qualitative method of case studies and the philosophy of agricultural ethics. The results show that agrotechnology uses an Internet of Things (IoT) based innovative greenhouse and uses composer with organic natural fermentation microorganisms for organic fertilizer. Then, the science governance implementation in Al Ittifaq Islamic Boarding School includes modern educational organization management because it adapts science and technology to achieve goals. In conclusion, agrotechnology in Al Ittifaq Islamic Boarding School deals with the philosophy of agricultural ethics, and its science governance represents an adaptive system to technology.

Keywords: *agricultural ethics, Al Ittifaq, Islamic Boarding School, science governance*

PENDAHULUAN

Agroteknologi di Pondok Pesantren (Ponpes) Al Ittifaq Bandung Jawa Barat dikelola untuk mendukung pertanian berorientasi agribisnis di lahan seluas 14 Ha milik Ponpes Al Ittifaq. Awal pengembangan pertanian dimulai saat periode kedua kepemimpinan Ponpes oleh KH. Fuad Affandi. Di bawah kepemimpinannya, Ponpes Al Ittifaq mengubah orientasi pesantren lebih terbuka dan menjalin kerjasama dengan pihak luar, inilah salah satu filosofi penamaan Ponpes Al Ittifaq yang bermakna kerjasama secara terbuka untuk kebaikan (Fauroni, 2011).

Dalam rangka meningkatkan keahlian dan pengetahuan pertanian bagi para santri dan petani, Ponpes Al Ittifaq melakukan kerja sama dan pelatihan dengan berbagai pihak, diantaranya (Fauzi, 2012):

1. Masyarakat dan petani sekitar pesantren, berupa pembinaan dan penyaluran hasil produksi masyarakat oleh pesantren.
2. Instansi pemerintah terkait dan BUMN, berupa kerjasama di bidang pengembangan sumber daya manusia, bantuan permodalan dan pengembangan sarana prasarana.
3. Lembaga pendidikan, berupa kerjasama pengembangan teknologi pertanian melalui penelitian, magang dan sebagainya. Di antaranya lembaga pendidikan yang menjalin kerjasama dengan Pondok Pesantren Al-Ittifaq adalah IPB Bogor, UNPAD Bandung, UNWIM Bandung, UNSIL Tasikmalaya, ITB Bandung, IKOPIN Sumedang, UMY Yogyakarta, UNS Solo, UNIBRAW Malang, Universitas Satyagama Jakarta dan lain-lain.
4. Lembaga keuangan dan lembaga usaha.

Bentuk kerja sama dan pelatihan ini memberi efek positif pada teknik pengembangan pertanian dalam kuantitas dan kualitas hasil pertanian. Komoditas pertanian yang ditanam meliputi kentang, bawang daun,

tomat, cabe keriting, cabe hijau, paprika, sawi putih, jeruk limau, kol putih, kol merah, daun mint, lobak, labu parang, pucuk labu, kapri, jagung semi, bawang ganda bawang kucai, labu siam, daikon, seledri, kacang merah, kacang endul, wortel, strawberry dan lain-lain (Fauroni, 2011). Penyaluran hasil pertanian menyebar luas ke pasar modern, hotel, rumah sakit di Bandung dan Jakarta, ini menandakan pertanian Ponpes Al Ittifaq sangat produktif dalam menghasilkan sayuran yang harus dipasok hampir setiap hari ke target pasar.

Kualitas hasil pertanian sayuran untuk didistribusikan tentunya telah melewati proses seleksi yang ketat sesuai dengan standar permintaan pasar. Pengelolaan bisnis dan ekonomi Ponpes Al Ittifaq dipusatkan di koperasi pondok pesantren Al Ittifaq (Kopontren ALIF) termasuk penjaminan mutu komoditi yang akan disalurkan ke pasar. Keuntungan yang didapatkan berbanding lurus dengan konsistensi tanam dan panen setiap hari (Silvana & Lubis, 2021) yang didukung oleh teknologi dan digital pertanian yang diadopsi oleh Ponpes Al Ittifaq. Pola tanam dan panen setiap hari melalui rekayasa pertanian dan teknologi akan menjadi salah satu inti pembahasan dalam artikel ini terkait dengan etika pertanian dan keberlanjutan lingkungan. Etika pertanian yang berada di tengah arus produksi dan teknologi saat ini banyak pihak yang mengabaikannya. Sikap ini akan berakibat fatal tidak hanya bagi tanah sebagai media tanam, tetapi juga bagi manusia yang mengonsumsi hasil pertanian.

Penerapan teknologi digital dan rekayasa genetik dalam agroteknologi menuai pro dan kontra di masyarakat, namun tidak dapat dipungkiri pertumbuhan penduduk dan permintaan pasar yang besar terhadap sayuran meningkat pula. Hal ini menuntut pertanian harus mengikuti ritme permintaan pasar setiap hari, oleh karena itu pertanian sebagai hulu alur produksi makanan dituntut untuk terus menghasilkan bahan baku olahan

industri makanan setiap harinya. Paradigma keberlanjutan lingkungan dalam penerapan teknologi pertanian harus menjadi landasan filosofis bagi lembaga sebagai pengelolanya.

Agroteknologi yang menjadi bagian dari tata kelola sains di Ponpes Al Ittifaq merupakan langkah implementasi strategi adaptif terhadap perkembangan ilmu pengetahuan. Profit dari agribisnis berpengaruh sebagai peran penyokong pengembangan teknologi pertanian di Ponpes Al Ittifaq yang memerlukan aspek pembiayaan cukup besar. Selain dari profit agribisnis, pengelolaan sains agroteknologi didukung pula oleh relasi luas dengan seluruh *stakeholder*, dan integritas yang dibangun melalui pencapaian dan penghargaan di bidang pertanian, lingkungan, dan ekonomi (Fauroni, 2011). Relasi dan integritas tersebut semakin mengukuhkan tata kelola sains agroteknologi di pondok pesantren Al Ittifaq.

Dari deskripsi perkembangan pertanian di Ponpes Al Ittifaq tersebut, ada dua bagian signifikan yang menjadi permasalahan penelitian yaitu agroteknologi dalam perspektif filsafat etika pertanian, dan tata kelola sains agroteknologi yang berada di Ponpes Al Ittifaq. Sesuai dengan masalah penelitian di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk memaparkan kondisi agroteknologi di Ponpes Al Ittifaq dalam kerangka filsafat etika pertanian, dan menyampaikan tata kelola sains yang sedang berjalan di Ponpes Al Ittifaq.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian melalui teknik studi literatur ini dilakukan dengan analisa referensi utama yaitu website resmi Ponpes Al Ittifaq, *alifmart.id*. Waktu penelitian dilakukan pada bulan September-November 2022.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif studi kasus yang mengeksplorasi proses (Creswell, 2014) agroteknologi dan tata kelola sains di Ponpes Al Ittifaq.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur pada website Ponpes Al Ittifaq yaitu *alifmart.id*, dan penelitian terdahulu terkait dengan agribisnis di Ponpes Al Ittifaq, serta referensi lainnya yang mendukung penelitian.

Analisis Data

Aplikasi agroteknologi dianalisis berdasarkan perspektif filsafat etika pertanian (Burkhardt *et al.*, 2005; Falvey, 2020; Thompson, 2009), dimensi yang ditekankan adalah konservasi lingkungan dan hasil pertanian. Sedangkan tata kelola sains di Ponpes Al Ittifaq dianalisis dengan pendekatan pengelolaan sains (Betz, 2011) dan teori manajemen strategi implementasi (David, 2011; Wheelen & Hunger, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Agroteknologi dan Etika Pertanian

Ponpes Al Ittifaq mendistribusikan 134 produk sayur dan buah hasil pertanian melalui Kopontren Alif ke restoran, rumah sakit, hotel, online market, pasar tradisional, dan supermarket seperti Superindo, Yogya, Giant, Hero, Makro, dan Diamond. Sebaran komoditi yang dipasarkan sebesar 70% diperoleh dari kelompok tani di beberapa daerah, hasil pertanian dari lahan pesantren yang dikelola santri sebesar 20%, dan dari pasar tradisional serta pesantren binaan untuk komoditi yang tidak dapat dibudidayakan di lingkungan Al Ittifaq sebesar 10%. Persiapan pengiriman sayuran untuk wilayah sekitar Bandung dilakukan sejak pukul 00.00 WIB untuk estimasi waktu tiba di supermarket pukul

06.00 WIB. Sedangkan pasokan ke supermarket di wilayah Jakarta dilakukan persiapan dari pukul 09.00 WIB untuk keberangkatan pukul 16.00 WIB. Persiapan pemasokan dilakukan melalui tahapan;1). sortasi, 2) grading, 3) packing, 4) wrapping, dan 5) labeling (Fauroni, 2011; Nurhattati *et al.*, 2021; Silvana & Lubis, 2021).

Besarnya permintaan pasar terhadap sayuran dan buah menuntut pertanian di Ponpes Al Ittifaq berproduksi tiap hari dengan pola tanam dan panen setiap hari (Silvana & Lubis, 2021). Melalui dukungan teknologi digital pertanian yang diadopsi Ponpes Al Ittifaq, konsistensi produksi pertanian dapat terjaga karena masa tanam yang singkat dan mempercepat masa panen. Agroteknologi yang dikembangkan Ponpes Al Ittifaq dalam pertaniannya berbasis IoT (internet of things) yaitu integrasi sistem pertanian dan teknologi digital melalui sebuah pemrograman yang dimasukkan dalam perangkat IoT (Pamungkas, 2019). Proses agroteknologi berbasis IoT yang dilakukan oleh Ponpes Al Ittifaq (Nurhattati *et al.*, 2021) adalah:

1. *Precision farming*; yaitu konsep pertanian dengan keakuratan sesuai kondisi lapangan. Penerapan *Precision farming* dengan sensor yang terhubung IoT dapat memaksimalkan akurasi dikarenakan data yang didapat secara real time. Bentuk Pengaplikasian ini menggunakan 20 sensor (di antaranya sensor tanah, cuaca, dan debit air) yang terhubung dengan internet.
2. *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* atau drone; sistem drone berfungsi sebagai pemetaan kondisi pertanian (irigasi, kondisi tanaman, pelacakan hewan), dan sebagai penyemprot pestisida maupun pupuk. Penggunaan drone dapat meningkatkan presisi penyemprotan dan pemetaan serta menghemat waktu karena petani tidak perlu langsung turun ke lapangan.
3. *Smart greenhouse*; tanaman yang ditanaman di rumah kaca bertujuan agar

dapat terisolasi dari lingkungan luar sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Pengaplikasian sensor ini dapat membantu menjaga lingkungan *greenhouse* mendukung pertumbuhan tanaman. Sensor lingkungan (suhu, kelembaban ruangan dan tanah, intensitas cahaya) yang terhubung dengan internet dapat menyediakan data real time sehingga akan memudahkan perawatan.

Agroteknologi melalui rancang bangun *smart greenhouse* di Ponpes Al Ittifaq berkontribusi besar bagi keberlangsungan agribisnis Ponpes untuk memasok sayur dan buah setiap hari kepada konsumen. Fungsi elektronisasi IoT (Nasution *et al.*, 2020) bagi pertanian sangat membantu proses tanam sampai panen, IoT memiliki sensor yang mampu mendeteksi tingkat kesuburan tanah, pengendalian hama dan penyakit. Selain itu, teknologi *wireless* mampu mendeteksi iklim dan cuaca, ditambah dengan kemampuan otomatisasi penjadwalan pemupukan, penyemprotan pestisida, dan penyiraman.

Pertanian berbasis IoT telah berkontribusi penting di tengah budidaya tanaman sayuran yang masih dilakukan di lahan terbuka yang rentan terhadap cuaca yang tidak dapat diprediksi. Faktor ini merupakan penghambat pertumbuhan tanaman secara optimal. Hadirnya inovasi *greenhouse* (Bonde *et al.*, 2021) menjadi solusi untuk menjaga dan meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui sensor pemantau parameter pertumbuhan yang dipasang untuk memonitor kondisi di dalam *greenhouse*. Dalam konteks agribisnis di Ponpes Al Ittifaq yang dituntut untuk mendistribusikan sayuran setiap harinya, teknologi smart greenhouse berbasis IoT ini sangat mendukung pola tanam dan panen setiap hari (Silvana & Lubis, 2021).

Intensitas tinggi produksi hasil pertanian selain menggunakan *greenhouse* berbasis IoT, aspek pupuk berpengaruh juga

pada tumbuh dan kembang tanaman termasuk kualitas saat panen. Di samping perhatian pada tanaman, penggunaan pupuk dan pestisida pula harus memperhatikan dampaknya terhadap lingkungan. Penggunaan pupuk sintetis misalnya pemakaian DDT (*Dichloro Diphenyl Trichloroethane*) (Thuy, 2015; Turgut *et al.*, 2012) sebagai pemberantas hama meninggalkan residu yang sulit terurai di tanah dan metabolismenya berdampak luas pada lingkungan dan kesehatan manusia. Sesuai dengan anjuran WHO (World Health Organization) (Thuy, 2015) bahwa DDT direkomendasikan untuk pengendalian malaria karena karakteristik efikasi residunya paling lama. DDT akan bertahan selama 6-12 bulan di dinding atau langit-langit saat disemprotkan.

Sebagai pestisida kelas II (toksik sedang) dalam klasifikasi pestisida menurut WHO, residu DDT dapat menyebar di udara, tanah, air, dan makanan. Menurut laporan The International Agency for Research on Cancer tahun 2006 (Thuy, 2015) bahwa DDT mengandung karsinogen yang menjadi penyebab kanker, dan ditambah data dari United Nations Environment Programme (UNEP) tahun 2004 (Thuy, 2015) jutaan orang terkena racun akut dan dirawat di rumah sakit setiap tahunnya karena dampak DDT. Oleh sebab itu, agar pertanian tidak mencemari lingkungan dan aman bagi manusia, maka penggunaan pupuk atau pestisida sangat dianjurkan berbahan organik yang ramah lingkungan dan tidak berbahaya bagi kesehatan manusia.

Produk pertanian yang dihasilkan dari pondok pesantren Al Ittifaq merupakan produk sayuran segar, dan minim resiko bahaya dari residu pupuk sintetis pada sayuran dan tanah. Berdasarkan data dari website resmi pondok pesantren Al Ittifaq (alifmart.id) pupuk organik yang diproduksi adalah:

1. Ciknabat (cikur nabati); bahan dasar cikur (kencur) dan bawang putih.

2. Innabat (insektisida nabati); bahan dasar kacang, cabe, bawang, temu lawak, dan air.
3. Sinabat (sirsak, nabati); campuran biji sirsak dan innabat.

Selain itu, Ponpes Al Ittifaq juga mengembangkan komposter dengan menggunakan mikroorganisme fermentasi alami (MFA). Komposter MFA ini dapat mematangkan kompos dalam tempo satu minggu. MFA ini juga telah diperdagangkan secara meluas dengan kode MFA. Lokasi pembuatan (pabrik pengolahan) MFA bertempat di Garut-Jawa Barat (Nurhattati *et al.*, 2021). Selain dari bahan dasar tanaman, pupuk organik yang digunakan juga berasal dari kotoran hewan ternak yang dikembangkan oleh Ponpes Al Ittifaq. Salah satu tujuan peternakan sapi dan domba di Ponpes Al Ittifaq adalah memanfaatkan limbah sayuran untuk pakan ternak, begitupun sebaliknya limbah ternak dapat dimanfaatkan untuk tanaman sebagai pupuk organik.

Agroteknologi yang diterapkan pada pertanian di Ponpes Al Ittifaq meliputi penggunaan teknologi *smart greenhouse* berbasis IoT disertai penggunaan komposter untuk pupuk organik menunjukkan Ponpes Al Ittifaq mampu menerapkan nilai-nilai etika pertanian secara holistik. Etika pertanian merupakan nilai etika yang kompleks karena melibatkan banyak lintas sektor yang memiliki etika tersendiri sesuai dengan standar nilai yang diterapkannya. Dalam sudut pandang filsafat etika pertanian, hal utama yang menjadi sorotan dari pertanian yaitu keamanan makanan (*food safety*) dan akses pangan (*food security*). Pertanian dan makanan (hasil pertanian) secara filosofis mengandung tiga unsur (Falvey, 2020), sebagai berikut:

1. Metafisik, yaitu makanan dilihat dari aspek nutrisi, alam, budaya, sosial, agama, estetika, bahan bakar (energi), komoditi, dan produk teknologi.

2. Epistemologi, yaitu makanan dapat dinilai dari elemen risiko, kepercayaan, dan pengetahuan produksi.
3. Estetika, yaitu makanan dapat dinilai dari segi rasa, penampakan (kemasan), dan seni.

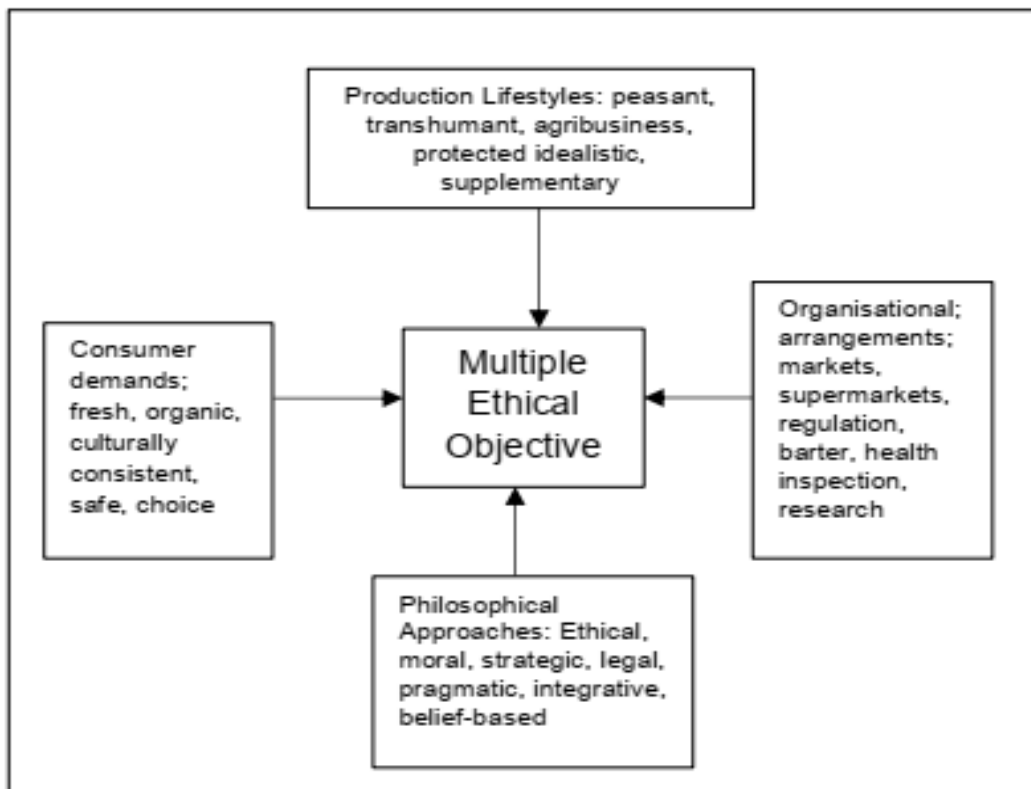
Dari ketiga unsur tersebut hasil pertanian di Ponpes Al Ittifaq telah memenuhi aspek food safety dari segi metafisik dengan nutrisi dalam sayuran yang dihasilkan dari penggunaan teknologi, pupuk, dan pestisida yang ramah lingkungan. Dari aspek epistemologi, produk sayuran Ponpes Al Ittifaq telah mendapatkan kepercayaan konsumen melalui tata kelola sains berupa penerapan inovasi teknologi pertanian. Kemudian aspek filosofis yang terakhir yaitu estetika. Ponpes Al Ittifaq melakukan proses seleksi dan pengemasan produk tani yang profesional melalui tahapan 1) sortasi, 2) *grading*, 3) *packing*, 4) *wrapping*, dan 5) *labeling* (Fauroni, 2011) sehingga menghasilkan pengemasan produk sayuran yang diterima sesuai standar pasar modern dan perusahaan besar.

Aspek kepercayaan (epistemologi) terhadap produk pertanian saat ini menjadi isu yang berkembang di masyarakat seiring dengan adanya rekayasa genetika atau *genetically modified organism* (GMO) pada sayuran dan buah. GMO berefek negatif bagi kesehatan manusia (Burkhardt *et al.*, 2005; Thompson, 2009). Penggunaan bioteknologi GMO secara umum bersimpangan dengan misi utama pertanian yaitu pemenuhan makanan bagi manusia supaya terjaga kesehatan dan kesejahteraan hidupnya (Falvey, 2020; Thompson, 2009).

Secara filosofis teknologi hadir untuk memecahkan permasalahan, maka seharusnya lingkungan (tanah, air, udara, manusia, hewan, dan tumbuhan) aman dari kerusakan dan pencemaran (Falvey, 2020). Mengingat sistem pertanian merupakan rangkaian kompleks yang melibatkan banyak pihak dari lokal sampai global, maka konteks agroteknologi untuk memenuhi pasokan komoditas pertanian di pasar harus melibatkan kesadaran etika dari setiap karakter level dan sistem pengelola pertanian.

Karakteristik etika yang dapat diadopsi ke dalam pertanian dapat diperoleh dari karakter agama, moral, politik, dan masyarakat. Masing-masing karakter tersebut mentransformasikan arahan bagi pengelola pertanian bahwa ada dimensi karakter yang tidak boleh dilanggar demi keberlanjutan usaha pertanian (Falvey, 2020).

Etika pertanian sebagai akumulasi dari interaksi nilai-nilai etika produksi, konsumen, organisasi, dan filosofi, telah menggambarkan hubungan antara pertanian, hakikat *food safety* dan *food security* seharusnya terpenuhi dalam setiap aktivitas pertanian agribisnis. Inovasi teknologi dalam pertanian merupakan bentuk adaptif dinamika sistem yang berubah, maka etika pertanian melibatkan terminologi resiko dan pilihan (Falvey, 2020) sebagai langkah preventif terhadap dampak yang ditimbulkan. Melihat dinamika tersebut, etika pertanian mencakup kontrak sosial (konsensus) dalam teknis pelaksanaan pertanian sebab populasi pertumbuhan manusia menuntut terpenuhinya makanan (hasil pertanian) setiap hari.



Gambar 1. Interaksi produksi, konsumen, organisasi, dan filosofi (Falvey, 2020)

Bentuk transparansi produksi makanan sejak awal menanam sampai penyaluran kepada konsumen merupakan salah satu etika yang harus dipenuhi. Pentingnya etika pertanian ini melahirkan rekomendasi untuk membentuk lembaga etika pertanian (Burkhardt *et al.*, 2005) yang disesuaikan dengan regulasi negara. Pelembagaan ini bertujuan untuk memudahkan seluruh aspek pengorganisasian pertanian dalam lingkup kolaborasi petani, ilmuwan, pihak pemerintah dan swasta. Diharapkan dengan pelembagaan tersebut akan terwujud tujuan pertanian penghasil pangan yang mendukung nutrisi dan kesejahteraan manusia.

Implementasi Tata Kelola Sains

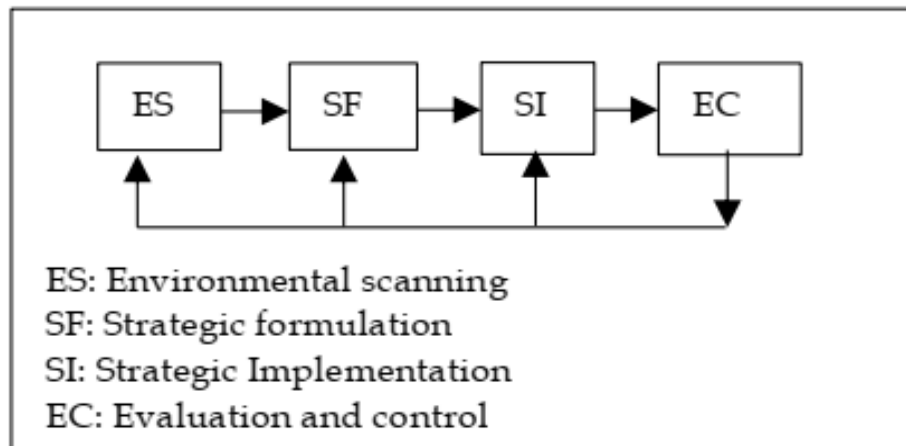
Tata kelola sains agroteknologi di Ponpes Al Ittifaq telah menunjukkan manajemen lembaga Ponpes yang modern karena mengakses ilmu dan teknologi sebagai instrumen mencapai tujuan (Irawan, 2019). Urgensi tata kelola sains di lembaga pendidikan didasari salah satunya laporan

dari 1E Report tahun 2015, “*The Real Cost of Unused Software*” yang memaparkan data 37% dari 1.800 software tidak digunakan, dan 47% dari software tersebut merupakan software yang ada di lembaga pendidikan. Hal ini terjadi karena masalah teknis seperti *software error* dan *failure*, tidak sesuai dengan kebutuhan pengguna, tidak inovatif, atau tidak *up to date* sesuai dengan perkembangan pasar teknologi (Maylawati *et al.*, 2020). Berdasarkan data tersebut, agar teknologi (software) di lembaga pendidikan optimal digunakan, maka Al Ittifaq mengambil langkah penggunaan *smart greenhouse* berbasis IoT dalam pertaniannya. Hal ini menunjukkan tata kelola sains di ponpes Al Ittifaq telah melakukan penggunaan teknologi dan *software* yang inovatif dan *up to date* dalam pertanian

Manajemen strategis (David, 2011; Wheelen & Hunger, 2012) dalam tata kelola sains di Ponpes Al Ittifaq merupakan langkah mencapai visi Ponpes Al Ittifaq yaitu “ikhlas

dalam pelayanan untuk menegakkan syi'ar Islam melalui dakwah bil hal". Manajemen strategis (Wheelen & Hunger, 2012) tata kelola sains yang pertama yaitu analisis

lingkungan internal dan eksternal yang dianalisis dalam matriks SWOT (strength, weakness, opportunities, dan threats).



Gambar 2. Proses strategi manajemen (Wheelen & Hunger, 2012)

Melalui analisis SWOT akan teridentifikasi peluang dan ancaman eksternal dalam agribisnis, serta kecenderungan pasar dan konsumen terhadap komoditi sayuran. Di samping itu, dari segi analisis internal akan teridentifikasi sumber daya yang harus dipersiapkan untuk menghadapi tantangan dan peluang.

Tahap kedua yaitu strategi formalitas yang menjadi misi dan kebijakan untuk mencapai visi yang ditentukan. Tahap ketiga yaitu strategi implementasi terkait dengan langkah-langkah pelaksanaan sesuai dengan perencanaan.

Pada tahap ini, strategi implementasi tata kelola sains didukung oleh implementasi *budgeting* (pembiayaan) dan prosedur pelaksanaan program berbasis sains dan teknologi. Aspek implementasi pembiayaan untuk tata kelola sains di Ponpes Al Ittifaq yang mendukung pertumbuhan penerapan teknologi, salah satunya merupakan implikasi *profit* agribisnis Ponpes Al Ittifaq yang rata-rata Rp 6 miliar per tahunnya (Silvana & Lubis, 2021). Ini tentunya akan berdampak pada *research funding* (Betz, 2011) terkait dengan

tata kelola sains, Dimensi *budgeting* pengembangan tata kelola sains yang mapan akan berpengaruh pada independensi pengembangan dan keputusan .

Kemudian strategi implementasi selanjutnya adalah prosedur pelaksanaan program. Prosedur strategi implementasi tata kelola sains terbagi ke dalam 2 level yaitu level mikro dan level makro (Betz, 2011) . Tata kelola sains di Ponpes Al Ittifaq termasuk pada level mikro dengan langkah-langkah, sebagai berikut:

1. Metode sains (epistemologi); eksperimen yang dihubungkan dengan teori (ilmu pengetahuan)
2. Konten sains (ontologi): aplikasi eksperimen dan teori dalam sebuah proyek
3. Penelitian sains (administrasi proyek); pada level mikro, administrasi tata kelola sains ditekankan pada aspek proposal riset dan performa.
4. Aplikasi sains (teknologi); penerapan sains dan teknologi berdasarkan ilmu pengetahuan

Dari keempat langkah tersebut, implementasi tata kelola sains di Ponpes Al

Ittifaq telah mencapai tingkat aplikasi teknologi melalui pengembangan agroteknologi dengan rancang bangun *smart greenhouse* berbasis IoT pada pengelolaan pertaniannya.

Tahap keempat yaitu evaluasi terkait dengan analisis hasil kerja yang kemudian menjadi *feedback* bagi internal dan eksternal organisasi. Tahap evaluasi juga sekaligus menjadi rekomendasi untuk tata kelola sains lebih berkembang dengan menghasilkan inovasi dalam sains dan teknologi.

Integrasi interdisiplin dalam implementasi tata kelola sains di Ponpes Al Ittifaq, dapat dielaborasi dari salah satu visi Ponpes Al Ittifaq yaitu “dakwah bil hal”. Hal ini telah direpresentasikan melalui sistem manajerial keilmuan di Ponpes Al Ittifaq yang mengedepankan konsep transparansi dan integritas (Irawan, 2016) yaitu tata kelola sains di Ponpes secara terbuka, objektif, dan kontekstual. Kemudian konsep transparansi ini diiringi dengan integritas yaitu konsep kesatuan serta konsistensi nilai Islam yang diimplementasikan dalam tata kelola sains agroteknologi. Dengan demikian, tata kelola sains di Ponpes Al Ittifaq telah menghadirkan aspek *spirituality of management* (Buckley & Irawan, 2015) melalui pengembangan spiritual Islam dengan dimensi keterbukaan pada sistem modern yang membantu pembangunan sumber daya manusia dan lingkungan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Agroteknologi yang diterapkan di Ponpes Al Ittifaq berupa *smart greenhouse* berbasis IoT serta produksi pupuk dan pestisida organik dalam perspektif filsafat etika pertanian telah mewujudkan hakikat pertanian untuk *food safety* (nutrisi) dan *food security* (akses pangan). Kemudian dari segi tata kelola sains di Ponpes Al Ittifaq merupakan tata kelola pondok pesantren yang modern sebab telah mengaplikasikan ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai instrumen

mencapai tujuan. Strategi implementasi tata kelola sains di Ponpes Al Ittifaq dari aspek pembiayaan (*research funding*) salah satunya merupakan implikasi dari *profit* agribisnis yang dikembangkan Ponpes Al Ittifaq, Sedangkan secara prosedur pelaksanaan program telah mencapai tahap aplikasi sains yaitu penerapan teknologi *smart greenhouse* berbasis IoT.

DAFTAR PUSTAKA

- Betz, F. (2011). *Managing Science; Methodology and Organization of Research*. Springer.
- Bonde, G. M., Ludong, D. P. M., & Najoran, M. E. I. (2021). *Smart Agricultural System in Greenhouse based on Internet of Things for Lettuce (Lactuca sativa L .)*. 10(1), 9–16.
- Buckley, P., & Irawan. (2015). The Scientific Paradigm Of Islamic Education Management: Phenomenology Perspective. *Jurnal Pendidikan Islam; Islamic Educational Institution Concerning Islamic Education*, 2(1).
- Burkhardt, J., Comstock, G., & Hartlel, P. G. (2005). *Agricultural Ethics. Council for Agricultural Science and Technology*.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design; Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publication Ltd. California. USA.
- David, F. R. (2011). *Strategic Management Concept and Cases*. Pearson Education, Inc. New Jersey.
- Falvey, L. (2020). *Agriculture & Philosophy: Agricultural Science in Philosophy* (Issue December). Thaksin University Press. Australia.
- Fauroni, R. L. (2011). Model Pemberdayaan Ekonomi Ala Pesantren Al-Ittifaq Rancabali Kab.Bandung. *Inferensi, Jurnal Penelitian Sosial Keagamaan*, 5(1), 1–17.
- Fauzi, Y. (2012). Peran Pesantren Dalam Upaya Pengembangan Manajemen Sumber Daya Manusia (MSDM) Entrepreneurship (Penelitian Kualitatif di Pondok Pesantren Al-Ittifaq Rancabali Bandung). *Jurnal*

- Pendidikan Universitas Garut, Vol.06; No, 1–8.*
- Irawan. (2016). Paradigma Keilmuan Manajemen Pendidikan Islam. *Manageria: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam, 1*(November), 297–315.
- Irawan. (2019). Filsafat Manajemen Pendidikan Islam. In *PT. Remaja Rosadakarya Bandung*.
- Maylawati, D. S., Priatna, T., Sugilar, H., & Ramdhani, M. A. (2020). Data science for digital culture improvement in higher education using K-means clustering and text analytics. *International Journal of Electrical and Computer Engineering, 10*(5), 4569–4580. <https://doi.org/10.11591/IJECE.V10I5.PP4569-4580>
- Nasution, N., Rizal, M., Setiawan, D., & Hasan, M. A. (2020). IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada Dalam Green House. *IT Journal Research and Development (ITJRD), 4*(2), 86–93. [https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol4\(2\).3357](https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol4(2).3357)
- Nurhattati, Aulia, Ri. N., Jasin, F. M., & Anugrahsari, S. (2021). Pemberdayaan Santri melalui E-Farming Pesantren Berbasis Internet of Think: Studi Kasus di Ecopesantren Ittifaq Bandung. *Haluya: Indonesian Journal of Multidisciplinary Islamic Studies, 5*(2), 197–208.
- Pamungkas, S. (2019). Sistem Smart Greenhouse pada Tanaman Paprika Berbasis Internet of Things Smart Greenhouse System On Paprican Plants Based On Internet of Things. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan, 7*(2), 197–207. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v7i2.2277>.
- Silvana, M., & Lubis, D. (2021). Faktor yang Memengaruhi Kemandirian Ekonomi Pesantren (Studi Pesantren Al-Ittifaq Bandung) Determinants of Economic Independence of the Islamic Boarding School (Study of the Bandung Al-Ittifaq Boarding School). *Al Muzara'ah, 9*(2), 129–146. <https://doi.org/10.29244/jam.9.2.129-146>.
- Thompson, P. (2009). Philosophy of Agricultural Technology. *Philosophy of Technology and Engineering Sciences. Elsevier, 9*(December 2009). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-51667-1.50048-3>.
- Thuy, T. T. (2015). Effects of DDT on Environment and Human Health. *Journal of Education and Social Sciences, 2*, 108–114.
- Turgut, C., Cutright, T. J., Mermer, S., Atatanir, Levent.TUrgut, N., Melis, U., & Erdogan, O. (2012). The Source of DDT and its Metabolites Contamination in Turkish Agricultural Soils. *Environ Monit Assess. Springer, March 2014*. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2616-y>.
- Wheelen, T. L., & Hunger, J. D. (2012). *Strategic Management and Business Policy Toward Global Sustainability*. Pearson Education, Inc. New Jersey.