

Manajemen Risiko Produksi Akuaponik di PT Tanikota Agribudaya Edulestari

Risk Management of Aquaponic Production at PT Tanikota Agribudaya Edulestari

Muhammad Khairy Ifdal*¹, Dika Supyandi²

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung-Sumedang KM.21, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363

²Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung-Sumedang KM.21, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363

*Email: khairyifdal@gmail.com

(Diterima 12-01-2024; Disetujui 27-01-2024)

ABSTRAK

Hasil produksi akuaponik di PT Tanikota Agribudaya Edulestari (TABEL) belum memenuhi standar yang diinginkan perusahaan. Hal ini ditunjukkan dengan hasil produksi sayuran dan ikan akuaponik yang masih mengalami fluktuasi. Fluktuasi hasil produksi ini terkait dengan adanya risiko yang terjadi selama proses produksi akuaponik berlangsung. Penelitian ini bersifat kualitatif dan mengadopsi pendekatan studi kasus. Metode analisis yang digunakan adalah *House of risk* (HOR). Metode ini melibatkan HOR tahap 1 untuk mengidentifikasi kejadian risiko dan sumber risiko, serta HOR tahap 2 untuk merumuskan strategi pengelolaan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apa saja risiko dan sumber risiko yang dihadapi PT TABEL dan menyusun strategi mitigasi untuk mengelola risiko tersebut. Berdasarkan hasil penelitian didapat bahwa terdapat 23 kejadian risiko (*risk event*) yang disebabkan dari 22 sumber risiko dalam proses produksi akuaponik di PT TABEL. Dari 22 sumber risiko yang teridentifikasi, didapat 8 sumber risiko prioritas yaitu kelalaian pekerja, penyakit mata kodok, hama ulat, penyakit busuk akar, kebersihan tempat, musim hujan, tanaman tidak terkena sinar matahari, dan benih ikan bermasalah. Dalam pengelolaan sumber risiko tersebut, ditentukan 8 strategi tindakan pengolaan yang sudah diurutkan berdasarkan prioritas pelaksanaannya yaitu mengadakan evaluasi dan monitoring rutin, penjadwalan dan pencatatan produksi yang teratur dan terdigitalisasi, membuat perangkap hama, menggunakan pengendalian secara hayati, menata dan rotasi tanaman yang tidak terkena sinar matahari, membuat tempat terpisah untuk kegiatan pasca panen, mengoptimalkan penggunaan waring pada tenda roder, dan meningkatkan komunikasi yang baik dengan supplier benih ikan.

Kata kunci: Akuaponik, *House of risk* (HOR), Risiko, Manajemen Risiko

ABSTRACT

Aquaponic production results at PT Tanikota Agribudaya Edulestari (TABEL) has not met the standards desired by the company. This is shown by the results of aquaponic vegetable and fish production which are still experiencing fluctuations. This fluctuation in production results is related to the risks that occur during the aquaponics production process. This research is qualitative and adopts a case study approach. The analysis method used is House of risk (HOR). This method involves HOR stage 1 to identify risk events and risk sources, as well as HOR stage 2 to formulate management strategies. The aim of this research is to find out what risks and sources of risk faced by PT TABEL and develop mitigation strategies to manage these risks. Based on the research results, it was found that there were 23 risk events caused by 22 risk sources in the aquaponics production process at PT TABEL. Based on the 22 risk sources identified, 8 priority risk sources were obtained, namely worker imbalance, frog-eye leaf spot disease, caterpillar pests, root rot disease, cleanliness of the place, rainy season, plants are not exposed to sunlight, and problematic fish seeds. In managing these sources of risk, 8 management action strategies have been determined which have been sorted based on implementation priorities, namely conducting routine evaluation and monitoring organized and digitalized production scheduling and record keeping, making pest traps, using biological control, arranging and rotating crops that are not exposed to sunlight, create a separate place for post-harvest activities, optimize the use of waring in roder tents, and improve good communication with fish seed suppliers.

Keywords: Aquaponic, House of risk (HOR), Risk, Risk Management

PENDAHULUAN

Pertanian perkotaan (*urban farming*) merupakan salah satu fenomena pertanian komersial yang terjadi di masa modern ini. Menurut Sastro (2016) ketersediaan lahan tidak bersifat mutlak, karena kegiatan bercocok tanam juga dapat dilakukan dengan menggunakan ruang-ruang yang kurang dimanfaatkan seperti lahan terlantar, pekarangan, pagar, tembok, bahkan atap bangunan. Lahan pertanian di perkotaan identik dengan sempit dan terbatas, oleh karena itu usaha pertanian di kawasan perkotaan harus bisa memanfaatkan lahan dengan baik. Sistem budidaya akuaponik ini cocok untuk diterapkan pada usaha pertanian dengan kondisi lahan sempit dan terbatas.

Akuaponik adalah pengembangan sistem produksi pangan yang menggabungkan akuakultur resirkulasi (budidaya ikan dan hewan air lainnya dalam sistem tertutup) dan hidroponik (produksi tanaman tanpa media tanah) dengan memanfaatkan kotoran ikan sebagai nutrisi tanaman (Junge et al., 2017). Oleh karena itu, budidaya akuaponik ini menghasilkan 2 produk yaitu ikan dan sayuran. Akuaponik merupakan inovasi teknologi modern di budidaya pertanian yang memiliki solusi untuk budidaya di lahan terbatas. Namun, budidaya akuaponik juga memiliki sumber risiko dalam proses produksinya. Seperti budidaya pertanian lainnya, produk pertanian itu bersifat mudah rusak dan mudah terserang hama dan penyakit. Sistem Akuaponik sendiri memiliki berbagai risiko seperti penyakit ikan, serangan hama tanaman, kontaminasi air, dan risiko lain yang perlu diidentifikasi terlebih dahulu (Zugravu et al., 2020).

Risiko sendiri merupakan suatu bentuk ketidakpastian tentang situasi yang akan terjadi nanti karena keputusan yang diambil sekarang (Maralis & Triyono, 2019). Menurut Tilova et al., (2022) definisi risiko selalu mencakup dua aspek utama, yaitu probabilitas dan kerugian. Untuk meminimalisir dan menanggulangi risiko yang muncul dalam suatu usaha, maka diperlukan suatu manajemen yaitu manajemen risiko. Manajemen risiko merupakan suatu kegiatan organisasi dalam mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengontrol suatu risiko/ancaman dalam pencapaian terhadap tujuan (Sarjana et al., 2022). Dalam praktiknya, manajemen risiko mempunyai beberapa tahap yaitu identifikasi risiko, analisis dan evaluasi risiko, pengelolaan risiko, dan peninjauan risiko (Sarjana et al., 2022).

Berdiri pada tahun 2016, Tanikota merupakan sebuah kawasan pertanian organik yang terletak di tengah Kota Bandung dan kemudian dinaungi oleh PT Tanikota Agribudaya Edulestari (PT TABEL). Perusahaan ini mengusung tema agroedukasi dengan melakukan budidaya akuaponik dan pertanian organik. Sayuran akuaponik yang dijual yaitu berbagai jenis selada seperti *romaine*, *lolorosa*, *lolobionda*, *red rapid*, *chris green*, dan selada merah, sedangkan untuk ikan yaitu ikan nila tilapia. Dalam menjalankan dan mengembangkan sistem budidaya akuaponik, PT TABEL masih mengalami kendala dalam proses produksinya. Hal ini ditandai dengan hasil produksi sayuran dan ikan nila yang masih berfluktuasi. Berdasarkan identifikasi awal, hal ini terjadi karena adanya berbagai risiko yang terjadi selama proses produksi akuaponik di PT TABEL. Risiko tersebut meliputi kelalaian pekerja, serangan hama dan penyakit, ikan mati, dan lain lain.

Identifikasi sumber dan penyebab risiko dan penanganan risiko yang tepat dapat meminimalkan terjadinya fluktuasi produksi akibat kegagalan produksi dan meningkatkan produktivitas produksi. Berdasarkan pemaparan persoalan diatas, maka diperlukan penelitian mengenai manajemen risiko produksi dengan mengetahui sumber dan penyebab risiko yang nantinya dapat diberi penanganan dan pengendalian untuk diaplikasikan pada PT TABEL.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT Tanikota Agribudaya Edulestari (PT TABEL) yang terletak di Dago, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja dengan pertimbangan bahwa Tanikota yang dinaungi oleh PT TABEL ini merupakan salah satu lokasi agrowisata yang besar di tengah Kota Bandung yang membudidayakan sayuran dan ikan dengan sistem akuaponik. Penelitian dilakukan pada periode Juli 2023 sampai Oktober 2023.

Desain yang digunakan pada penelitian ini yaitu desain kualitatif dan Teknik yang digunakan yaitu studi kasus. Studi kasus merupakan suatu teknik yang menekankan pemahaman yang lebih rinci mengenai fenomena suatu kasus atau individu yang juga berfungsi untuk mendalami suatu masalah yang masih sedikit diketahui tentang fenomena tersebut (Yona, 2014). Sumber data didapatkan dari 2 sumber yaitu primer dan sekunder. Data primer didapat dari hasil wawancara, diskusi, dan observasi. Data sekunder didapat dari data perusahaan dan studi literatur.

Alat analisis data dalam penelitian ini yaitu analisis deskriptif dan *house of risk* (HOR). Analisis deskriptif merupakan penelitian yang menggambarkan suatu peristiwa, keadaan, atau kenyataan yang sedang menjadi fokus perhatian (Sari et al., 2022). Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dalam mengidentifikasi aktivitas proses produksi, sumber risiko (*risk agent*), kejadian risiko (*risk event*), dan strategi tindakan pengelolaan pada proses produksi akuaponik di PT TABEL. *House of risk* (HOR) merupakan sebuah model kerangka kerja yang berasal dari modifikasi model FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*) yang mengukur risiko secara kuantitatif dan dikombinasikan dengan model *House of Quality* (HOQ) untuk menentukan prioritas agen risiko yang harus ditangani terlebih dahulu serta menetapkan aksi yang paling efektif dalam menghadapi risiko yang terjadi (Pujawan & Geraldin, 2009). Dalam penerapannya, metode *house of risk* memiliki dua tahap yaitu *house of risk* fase 1 dan *house of risk* fase 2 (Pujawan & Geraldin, 2009). Pada tahap analisis data *house of risk* 1 (HOR 1) dilakukan identifikasi terhadap kejadian risiko (*risk event*) dan sumber risiko (*risk agent*) pada proses produksi akuaponik di PT TABEL yang kemudian ditentukan tingkatnya masing-masing dengan mengukur tingkat keparahan (*severity*) untuk kejadian risiko (*risk agent*) dan tingkat kemunculan (*occurrence*) untuk sumber risiko (*risk agent*). Berikut tabel skala untuk *severity* dan *occurrence*.

Tabel 1. Skala Severity

<i>Severity</i>	Skala	Deskripsi
<i>None</i>	1	Tidak ada dampak
<i>Very slight</i>	2	dampak tidak signifikan dan dapat diabaikan
<i>Slight</i>	3	Mulai ada sedikit dampak pada produk dan sistem
<i>Minor</i>	4	Mulai timbul dampak pada produk dan efek kecil pada kinerja sistem
<i>Moderate</i>	5	Mulai timbul dampak pada produk dan penurunan kinerja sistem secara bertahap
<i>Significant</i>	6	Kondisi produk sudah mulai rusak namun sistem mengalami penurunan kinerja namun masih bisa berjalan dengan lancar
<i>Major</i>	7	Kondisi produk sudah banyak yang rusak dan sudah mulai mengganggu sistem produksi
<i>Extreme</i>	8	Produk rusak parah dan sistem tidak dapat beroperasi tapi masih aman
<i>Serious</i>	9	Kegagalan sistem mengakibatkan berbahaya dampaknya sangat mungkin terjadi.
<i>Hazardous</i>	10	Kegagalan sistem berdampak bahaya dan pasti

Sumber: (Cicek et al., 2010)

Tabel 2. Skala Occurrence

<i>Occurrence</i>	Skala	Deskripsi
<i>Almost Never</i>	1	Nyaris tidak pernah (1 banding 1.500.000)
<i>Remote</i>	2	Jarang sekali (1 banding 150.000)
<i>Very Slight</i>	3	Sedikit jarang (1 banding 15.000)
<i>Slight</i>	4	Cukup jarang (1 banding 2.000)
<i>Low</i>	5	Jarang (1 banding 400)
<i>Medium</i>	6	Sedikit sering (1 banding 80)
<i>Moderately High</i>	7	Cukup sering (1 banding 20)
<i>High</i>	8	Sering (1 banding 8)
<i>Very High</i>	9	Sangat sering (1 banding 3)
<i>Almost Certain</i>	10	Hampir pasti terjadi (1 banding 2)

Sumber: (Shahin, 2004; Tama et al., 2019)

Setelah mengidentifikasi kejadian risiko (*risk event*) dan sumber risiko (*risk agent*) serta tingkat *occurrence* dan *severity* nya, Tahap selanjutnya yaitu membuat matriks hubungan/korelasi (*relationship*) antara kejadian risiko (*risk event*) dengan sumber risiko (*risk agent*). Dengan skala {0, 1, 3, 9}. Nilai 0 menunjukkan tidak ada nya korelasi, 1 menunjukkan korelasi rendah, 3 menunjukkan korelasi sedang, dan 9 menunjukkan korelasi tinggi. Setelah menentukan nilai korelasi, tahap selanjutnya yaitu menghitung nilai ARP (*aggregate risk potential*). Nilai ARP berfungsi untuk menentukan peringkat dan prioritas sumber risiko (*risk agent*) berdasarkan potensi risikonya. Perhitungan nilai ARP dapat dilihat pada rumus berikut:

$$ARP_j = O_j \sum S_i R_{ij}$$

Keterangan:

ARP_j = *Aggregate risk potential* dari agen risiko j

O_j = Nilai *occurrence* dari sumber risiko j

S_i = Nilai *severity* dari kejadian risiko i

R_{ij} = Nilai korelasi antara sumber risiko j dan kejadian risiko i

Tahap selanjutnya yaitu meranking sumber risiko berdasarkan hasil nilai ARP dan keseluruhan langkah-langkah diatas. Setelah menghitung nilai ARP, selanjutnya menentukan sumber risiko mana yang memiliki peringkat prioritas yang tinggi menggunakan diagram pareto. Prinsip pareto (dikenal juga dengan 80/20) menyatakan bahwa dari mayoritas kasus, sekitar 80% dampak/konsekuensi berasal dari 20% penyebab (Dunford et al., 2014). Sumber risiko yang sudah ditentukan sebagai prioritas ini nantinya akan menjadi dasar dalam pengambilan keputusan tindakan pengelolaan pada tahap *house of risk 2* (HOR 2).

House of risk 2 atau HOR 2 digunakan untuk memprioritaskan pemilihan tindakan atau aksi mana yang harus dilakukan terlebih dahulu dengan mempertimbangkan keefektivitasnya sesuai tingkat kesulitan dalam pelaksanaannya. Tahap awal yaitu mengidentifikasi tindakan pengelolaan mana yang dianggap relevan dan juga efektif dalam mengelola sumber risiko tersebut. Satu sumber risiko dapat dikendalikan lebih dari 1 tindakan pengelolaan. Satu tindakan pengelolaan dapat mengurangi kemungkinan terjadinya lebih dari satu sumber risiko pada waktu yang bersamaan. Tindakan pengelolaan didapat dari hasil wawancara dan diskusi terhadap informan. Tahap selanjutnya yaitu membuat dan menentukan korelasi antara masing-masing tindakan pengelolaan dengan masing-masing sumber risiko. Korelasi ditentukan dengan skala {0, 1, 3, 9} dimana 0 berarti tidak adanya korelasi, 1 berarti korelasi rendah, 2 berarti korelasi sedang, 3 berarti korelasi tinggi. Setelah menentukan korelasi, dilakukan perhitungan nilai total efektivitas dari setiap tindakan. Nilai ini nantinya memastikan tindakan yang diambil dapat mengatasi kemungkinan dari sumber risiko (Pujawan & Geraldin, 2009). Rumus nya yaitu :

$$TE_k = \sum ARP_j E_{jk}$$

Keterangan:

TE_k = Efektivitas total dari tindakan mitigasi k

ARP_j = Nilai ARP dari sumber risiko j

E_{jk} = Nilai korelasi antara sumber risiko j dan tindakan k

Berikutnya, menentukan tingkat kesulitan disimbolkan dengan Dk. Tingkat kesulitan aksi pencegahan harus sebanding dengan anggaran dan sumber daya lainnya yang dibutuhkan dalam melaksanakan aksi pencegahan tersebut (Atmojo & Hariastuti, 2022). Nilai Dk menggunakan skala {3, 4, 5}. Skala 3 berarti tidak sulit, aksi dapat diterapkan dengan mudah dan biaya yang terjangkau. Skala 4 berarti sulit, aksi sulit untuk diterapkan dan biaya tinggi. Skala 5 berarti sangat sulit, aksi sangat sulit untuk diterapkan dan biaya sangat tinggi. Setelah itu, menghitung rasio efektivitas total terhadap tingkat kesulitan tindakan ($ETDk$) untuk menentukan prioritas strategi tindakan pengelolaan. Semakin tinggi nilai nya maka semakin tinggi prioritas tindakan tersebut untuk dilakukan atau diterapkan. Nilai *ratio effectiveness to difficulty* ($ETDk$) didapat dari hasil pembagian dari *total effectiveness* (TEk) dan derajat kesulitan (Dk). Setelah semua sudah dihitung, tahap terakhir yaitu mengurutkan nilai $ETDk$ tertinggi sampai yang terendah untuk menetapkan tindakan pengelolaan mana yang harus dilakukan atau diterapkan terlebih dahulu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Produksi Akuaponik PT TABEL

Sistem akuaponik di PT TABEL menggunakan sistem *decoupled* dimana ada dua sirkulasi air yang terpisah. Berbeda dengan sistem akuaponik tradisional yang menggabungkan hidroponik dan akuakultur dalam satu sirkulasi yang sederhana, dalam sistem *decoupled* kedua sub unit digambarkan dalam sistem yang terpisah (Thorarinsdottir, 2015). Sistem *decoupled* ini dapat digunakan dalam komersil skala besar. Jika terjadi masalah pada bagian sistem akuaponik, masing-masing bagian baik ikan maupun tanaman dapat diisolasi dan tetap berjalan sebagai sistem akuakultur atau hidroponik yang berdiri sendiri (Thorarinsdottir, 2015). Oleh karena itu, Proses produksi akuaponik di PT TABEL dapat dibagi dalam 2 bagian yaitu akuakultur dan hidroponik.

1) Proses Produksi Akuakultur

a) Pembenihan

Benih ikan dibeli dari pihak luar. Benih ikan berukuran ± 5 cm di karantina terlebih dahulu di tanki bayi. Setelah kurang lebih 1 sampai 2 bulan atau ikan sudah sebesar telapak tangan, ikan dipindahkan ke tanki besar atau tanki pemeliharaan.

b) Pemeliharaan

Pemeliharaan terdiri dari beberapa kegiatan seperti pemberian pakan, kontrol pH air sistem, pembersihan RFF (*Radial Flow Filter*), pembersihan filter jaring, pengecekan oksigen di MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactor*), dan pemeliharaan batu udara.

c) Panen

Ikan yang dipanen berumur minimal 5 bulan. Sebelum dipanen, ikan akan dipuaskan terlebih dahulu selama 2 hari di tanki besar. Setelah 2 hari, ikan akan diambil dan dipindahkan ke tanki purging untuk di karantina dan dipuasa lagi sebelum di panen.

d) Pasca Panen

Ikan yang sudah dikarantina kemudian akan diambil dan dipanen. Ikan akan dibunuh dengan teknik *iki Jime*. Setelah dibunuh daging ikan akan di fillet dan di packing. Setelah di packing, ikan akan langsung dikirimkan pada hari itu juga ke konsumen yang sudah memesan terlebih dahulu.

2) Proses Produksi Hidroponik

a) Persemaian

Media tanam terbuat dari campuran cocopeat dan kascing. Media tanam yang sudah siap ditaruh di dalam net pot, kemudian taruh benih di atas media tanam. Benih yang sudah ditanam akan disiram selama 2 hari dalam keadaan tidak terkena matahari sampai berkecambah. Setelah itu benih akan dipindahkan ke tempat yang terkena matahari dan dibiarkan selama 8 hari.

b) Penanaman

Setelah kurang lebih 10 hari, benih yang sudah tumbuh dan menjadi bibit akan dipindahkan ke talang bayi hidroponik yang sudah dialiri air dengan kecepatan 1 liter/menit. Tanaman akan berada di talang bayi selama 10-12 hari sampai sudah cukup tinggi dan besar.

c) Pemeliharaan

Setelah itu tanaman akan dipindahkan ke talang hidroponik besar/dewasa. Dalam tahap ini ada beberapa tindakan yaitu pemeliharaan NFT hidroponik, penyemprotan jamu nabati, dan perawatan tanaman.

d) Panen

Tanaman yang dipanen akan disortir terlebih dahulu untuk menyingkirkan bagian yang tidak layak. Selanjutnya yaitu dicuci dengan air bersih dan air garam. Setelah itu dikeringkan.

e) Pasca Panen

Setelah semua tanaman dicuci, langkah terakhir adalah proses packing. Tanaman ditimbang dengan berat 1-2 Kg atau sesuai keinginan, kemudian dimasukkan ke dalam kemasan plastik. Tanaman yang sudah dipacking dikumpulkan di *chiller* untuk disimpan dingin sebelum dipasarkan, baik secara langsung maupun melalui pemesanan online.

Kejadian Risiko (*Risk event*) dan Tingkat Keparahannya (*Severity*)

Langkah pertama dalam metode HOR 1 yaitu mengidentifikasi kejadian risiko (*risk event*) dan menentukan tingkat keparahannya (*severity*). Berikut hasil identifikasi dari hasil wawancara dan diskusi dengan informan:

Tabel 3. Daftar Kejadian Risiko (*Risk event*) Proses Produksi Akuaponik PT TABEL dengan Tingkat Keparahannya (*Severity*)

No.	Kejadian risiko	Proses	Kode	<i>Severity</i>
1	Daun Bolong	Persemaian	E1	7
2	Daun Bintik-Bintik	Persemaian	E2	7
3	Benih tidak tumbuh	Persemaian	E3	6
4	Etiolasi	Persemaian	E4	5
5	Pertumbuhan tanaman terganggu	Pemeliharaan	E5	7
6	Tanaman Mati	Pemeliharaan	E6	8
7	Tanaman Layu	Pemeliharaan	E7	5
8	Kerusakan pada akar	Pemeliharaan	E8	7
9	Warna daun pucat	Pemeliharaan	E9	5
10	Tanaman kering	Pemeliharaan	E10	7
11	Air di sistem habis	Pemeliharaan	E11	7
12	Pompa Mati	Pemeliharaan	E12	7
13	Tanaman terlalu tua saat panen	Panen	E13	4
14	Hasil panen busuk	Pasca Panen	E14	6
15	Hasil panen rusak/kotor	Pasca Panen	E15	5
16	Turunya kualitas saat pengiriman	Pasca Panen	E16	4
17	Ikan sakit	Produksi Ikan	E17	7
18	Ikan cacat	Produksi Ikan	E18	3
19	Pertumbuhan ikan terhambat	Produksi Ikan	E19	5
20	Pertumbuhan ikan tidak merata	Produksi Ikan	E20	2
21	Hasil panen ikan bau tanah	Produksi Ikan	E21	4
22	Ikan mati	Produksi Ikan	E22	9
23	Kadar amonia dan pH tidak sesuai	Produksi Ikan	E23	7

Sumber: Analisis Data Primer (2023)

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa ada 2 kejadian risiko (*risk event*) dengan tingkat keparahan tertinggi yaitu ikan mati (E22) dengan kategori *serious* dan tanaman mati (E6) dengan kategori *extreme*.

Sumber Risiko (*Risk agent*) dan Frekuensi Kemunculannya (*Occurrence*)

Setelah mengidentifikasi kejadian risiko (*risk event*) dan tingkat keparahannya (*severity*), langkah selanjutnya yaitu mengidentifikasi sumber risiko (*risk agent*) dan frekuensi kemunculannya (*occurrence*). Tabel 4 menyajikan hasil identifikasi dari hasil wawancara dan diskusi bersama informan.

Sumber risiko dengan frekuensi kemunculan paling tinggi yaitu kelalaian pekerja (A5) dengan nilai 8 (*high*). Kelalaian pekerja merupakan salah satu sumber risiko yang berasal dari SDM. Sumber risiko ini jika dibiarkan akan berdampak negatif bagi baik pekerja maupun perusahaan. Sumber risiko selanjutnya yang memiliki frekuensi kemunculan yang tinggi yaitu penyakit mata kodok (A9) dan hama ulat (A2) dengan nilai 7 (*moderately high*). Kategori sumber risiko ini termasuk kedalam serangan hama dan penyakit. Serangan hama dan penyakit merupakan salah satu sumber risiko yang berbahaya dan dapat menyebar ke tanaman lain. Hama yang sering muncul yaitu hama aphids sedangkan untuk penyakit yang paling sering menyerang yaitu penyakit busuk akar dan mata kodok dimana kedua penyakit ini akibat dari serangan jamur.

Tabel 4. Daftar Sumber Risiko Proses Produksi Akuaponik PT TABEL dengan frekuensi kemunculanya

No.	Sumber risiko	Kode	Occurence
1	Benih Jelek	A1	3
2	Hama Ulat	A2	7
3	Tidak ada pesanan	A3	4
4	Aliran air terlalu deras	A4	2
5	Kelalaian Pekerja	A5	8
6	Kualitas media tanam buruk	A6	4
7	Penyakit busuk akar	A7	6
8	Musim Hujan	A8	6
9	Penyakit Mata Kodok	A9	7
10	Kebersihan tempat	A10	7
11	Kadar nutrisi tidak sesuai	A11	2
12	Pipa tersumbat	A12	5
13	Kebocoran pada pipa	A13	3
14	Mati listrik	A14	2
15	Penyimpanan hasil panen kurang baik	A15	4
16	Pencucian hasil panen kurang bersih	A16	4
17	Ikan overpopulasi	A17	2
18	Air sistem terkontaminasi	A18	3
19	Benih Ikan Bermasalah	A19	6
20	Pemberian pakan tidak merata	A20	5
21	Kemasan kurang baik	A21	3
22	Tanaman tidak terkena sinar matahari	A22	7

Sumber: Analisis Data Primer (2023)

Sumber risiko dengan angka frekuensi kemunculan 7 (*moderately high*) yaitu kebersihan tempat (A10). Tempat yang tidak bersih dapat menyebabkan sarang hama dan penyakit, selain itu tempat yang tidak bersih akan berpengaruh terhadap produk yang sudah di panen selama masa penyimpanan. Sumber risiko lainnya dengan angka frekuensi kemunculan 7 (*moderately high*) yaitu tanaman tidak terkena sinar matahari (A22). Adanya beberapa tanaman yang tidak terkena sinar matahari akan menyebabkan tanaman tersebut mengalami etiolasi. Tanaman tersebut biasanya terletak di paling ujung atau pinggir dari pipa NFT sehingga berada di tempat yang tertutup dari sinar matahari.

Korelasi Sumber Risiko (*Risk agent*) dengan Kejadian Risiko (*Risk event*)

Langkah berikutnya yaitu penilaian korelasi antara sumber risiko dengan kejadian risiko pada proses produksi akuaponik PT TABEL. adanya korelasi atau hubungan adalah ketika sumber risiko (*risk agent*) menyebabkan suatu kejadian risiko (*risk event*). Penilaian korelasi didapatkan dari hasil wawancara dan diskusi dengan informan. Tabel 5 menyajikan hasil penilaian korelasi antara sumber risiko dengan kejadian risiko.

Tabel 5. Matriks Korelasi Antara Sumber Risiko (*Risk agent*) dan Kejadian Risiko (*Risk event*)

<i>Risk event</i> (i)	<i>Risk agent</i> (j)																				<i>Severit y</i>		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20		A21	A22
E1		9			1			3	3	3													7
E2	1	9			1			9	9	3	1												7
E3	9				1	9		1	1														6
E4	1				9	1		3															9 5
E5	1	9		9	3	3	9	9	9	3	9	3	3	1									9 7
E6	1	9		3	3	3	9	3	9	3	3	1	1	1									3 8

E7	1	9		9	3	3	9	3	9	3	9	1	1	1							9	5
E8				9	1		9	3	9		1		3								1	7
E9		3		3		1	9	3	9	3	3										9	5
E10		3			1	9			9		9	3		3								7
E11					9						9		3									7
E12					9								9									7
E13			9																			4
E14		9	9		9		9	9	3	9				9	9					9		6
E15		9	1		9		9	9	3	9				9	9					9		5
E16					9					9										9		4
E17					3					3					3	9	9					7
E18															3	9	9					3
E19					9					1				9	9	9						5
E20					9					1				9		9						2
E21					9					3												4
E22					3					1				9	9	9	9					9
E23					9					3												7
Occurrence	3	7	4	2	8	4	6	6	7	7	2	5	3	2	4	4	2	3	6	5	3	7

Sumber: Analisis Data Primer (2023)

Perhitungan Nilai ARP (*Aggregate Risk Potential*) dan Penentuan Sumber Risiko (*Risk Agent*) Prioritas

Perhitungan nilai ARP (*Aggregate Risk Potential*) bertujuan untuk menentukan sumber risiko (*risk agent*) prioritas yang nantinya akan dilakukan penanganan dan pengendalian. Setelah Nilai ARP dari masing-masing sumber risiko (*risk agent*) sudah dihitung dan diurutkan dari yang terbesar sampai yang terkecil,. Langkah selanjutnya yaitu menentukan sumber risiko (*risk agent*) mana yang memiliki prioritas paling tinggi dengan menggunakan diagram pareto. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8. Persentase Nilai ARP Berdasarkan Urutan Prioritas

Sumber Risiko (Kode)	Nilai ARP	ARP (%)	ARP Kumulatif (%)	
A5	4880	18%	18%	
A9	3276	12%	30%	
A2	3087	11	42%	
A7	2322	9%	50%	PRIORITAS
A10	2296	9%	59%	
A8	2052	8%	66%	
A22	1603	6%	72%	
A19	1404	5%	78%	
A20	855	3%	81%	
A6	748	3%	83%	
A12	590	2%	86%	NON PRIORITAS
A18	468	2%	87%	
A11	448	2%	89%	
A4	420	2%	91%	
A21	405	2%	92%	
A15	396	1%	94%	
A16	396	1%	95%	
A3	380	1%	96%	
A17	288	1%	98%	
A1	258	1%	98%	
A14	250	1%	99%	
A13	165	1%	100%	

Sumber: Analisis Data Primer (2023)

Berdasarkan prinsip pareto, sumber risiko (*risk agent*) yang dianggap prioritas adalah sumber risiko (*risk agent*) yang memiliki ARP kumulatif $\leq 80\%$. Hasil perhitungan menunjukkan terdapat 6 sumber risiko (*risk agent*) prioritas yang terdiri dari kelalaian pekerja (A5), penyakit mata kodok (A9), hama ulat (A2), penyakit busuk akar (A7), kebersihan tempat (A10), musim hujan (A8), tanaman tidak terkena sinar matahari (A22), dan benih ikan bermasalah (A19).

Menentukan Strategi Tindakan Pengelolaan

Memasuki tahap *house of risk* (HOR 2) langkah pertamanya yaitu menentukan strategis tindakan pengelolaan. Penentuan tindakan pengelolaan risiko dibuat berdasarkan dari 8 sumber risiko prioritas yang sudah ditentukan. Tindakan yang ditentukan yaitu tindakan yang dianggap efektif dan relevan dalam mengelola sumber risiko tersebut. Strategi tindakan ini didapat dari diskusi dengan informan dan ditambah dengan teori-teori dari studi literatur yang berhubungan.

1) Mengadakan Evaluasi dan Monitoring Rutin

Menurut Gusvita,(2022) kegiatan evaluasi dan monitoring adalah kegiatan yang berisi dari perencanaan, pengamatan kegiatan, pengumpulan dan pelaporan data kegiatan, serta analisis dan penilaian kinerja. Dengan adanya monitoring dan evaluasi rutin, perusahaan dapat dengan cepat mengidentifikasi masalah dalam produksi. Perusahaan dapat melakukan tindakan pencegahan sebelum masalah menjadi lebih merugikan. Kegiatan ini dapat dilakukan dengan melakukan briefing kepada semua pekerja, monitoring langsung dan tidak langsung oleh supervisor lapangan, serta pembuatan jadwal rutin untuk evaluasi yang dapat berbentuk mingguan, bulanan, maupun tahunan.

2) Penjadwalan dan Pencatatan Produksi yang teratur dan terdigitalisasi

Adanya penjadwalan dan pencatatan produksi yang teratur dan terdigitalisasi dalam sebuah perusahaan sangat bermanfaat bagi keberlangsungan perusahaan itu sendiri terutama untuk PT TABEL agar dapat menekan dan mengurangi risiko yang ditimbulkan. Penjadwalan dan pencatatan produksi perlu ditingkatkan, terutama digitalisasi untuk mengurangi risiko. Sistem digital dapat mempercepat dan memudahkan pengelolaan data produksi, menghemat sumber daya, dan meningkatkan efisiensi. Perusahaan dapat menggunakan aplikasi yang tersedia. Pastikan aplikasi yang dipilih memiliki fitur penjadwalan dan pencatatan yang canggih seperti mencatat produksi harian, aktivitas pemeliharaan harian, perencanaan dan penjadwalan panen, data keuangan, manajemen inventaris, dan lain-lain.

3) Membuat Perangkap Hama

Di PT TABEL sendiri hama yang paling sering muncul adalah hama ulat aphids. Jenis perangkap yang cocok untuk jenis hama ini dan mungkin untuk hama yang lain adalah perangkap likat kuning (*yellow sticky trap*). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Manuhutu et al., (2020), menggunakan perangkap (likat) berwarna kuning lebih ampuh menangkap hama kutu daun daripada warna lain pada tanaman stroberi. Perangkap ini akan memikat hama atau serangga dengan warnanya lalu hama atau serangga tersebut akan terperangkap karena badan dari perangkap ini bersifat lengket. Perangkap likat kuning ini sangat berfungsi dalam mengontrol dan mendeteksi adanya hama atau serangga pada produksi akuaponik dengan tidak menggunakan bahan kimia yang tidak diperlukan. Perangkap ini secara otomatis membantu memantau dan menghadapi potensi ancaman hama.

4) Menggunakan Pengendalian Secara Hayati

Salah satu risiko yang muncul pada proses produksi akuaponik di PT TABEL adalah adanya serangan jamur yang menyerang tanaman sehingga menyebabkan penyakit seperti mata kodok dan busuk akar. Menggunakan pengendalian hayati dapat menghambat patogen dengan menahan pertumbuhannya, juga terhindar dari terjadinya pencemaran lingkungan (Azmi, 2011). Salah satu agen pengendali hayati yang dapat digunakan yaitu kelompok fungi *trichoderma*. Menurut Sutarman et al., (2021) saat ini sudah banyak agen pengendali hayati yang digunakan untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh jamur patogen, salah satunya yang efektif

sebagai biopestisida adalah *Trichoderma harzianum*. Oleh karena itu, penggunaan *trichoderma* dapat menjadi solusi yang aman dan efektif dalam mengatasi masalah adanya serangan jamur dan penyakit pada tanaman akuaponik di PT TABEL.

5) Menata dan Rotasi Tanaman yang Tidak Terkena Sinar Matahari

Dalam proses produksi akuaponik di PT TABEL, khususnya pada sayuran, terdapat beberapa tanaman yang tidak terkena sinar matahari karena terletak di pinggir greenhouse. Hal ini akan membuat pertumbuhan tanaman menjadi tidak sempurna dan mengganggu hasil produksi. Penataan ulang dapat menjadi solusi dengan menata ulang posisi rangkaian NFT atau bisa juga dengan mengatur ulang ketinggian dari rangkaian NFT yang tidak terkena sinar matahari. Dapat ditinggikan atau direndahkan. Selain itu, dapat dilakukan juga rotasi posisi terhadap tanaman yang tidak terkena sinar matahari. Penataan ulang dan rotasi tanaman diperlukan untuk memastikan semua tanaman menerima sinar matahari dengan baik, meningkatkan pertumbuhan, dan hasil produksi.

6) Membuat Tempat Terpisah untuk Kegiatan Pasca Panen

Di PT TABEL proses pasca panen tersebut dilakukan di dalam ruangan yang sama dan bersebelahan dengan rangkaian produksi NFT dan akuakultur. Tempat pasca panen yang terbuka dan tercampur dengan yang lain akan meningkatkan risiko terjadinya hasil panen kotor dan busuk sehingga terjadi penurunan kualitas saat dikirimkan ke konsumen. Oleh karena itu, idealnya tempat pasca panen pada PT TABEL dilakukan di tempat yang terpisah dan tertutup atau minimal dipisahkan dengan sekat. Selain memungkinkan untuk pengawasan yang lebih baik terhadap kualitas hasil panen, tempat pasca panen yang terpisah juga dapat mendorong alur kerja yang rapih dan terorganisir.

7) Mengoptimalkan Penggunaan Waring pada Tenda Roder

Tenda roder di PT TABEL berisi sistem akuaponik dengan rangkaian akuakultur dan rangkaian NFT. Pemasangan waring pada tenda roder tidak optimal dan kurang menyeluruh. Pada kondisi cuaca buruk dan musim hujan, waring dapat melindungi tanaman dari percikan air hujan sehingga kelembapan di dalam tenda terjaga. Selain itu, waring yang terpasang secara optimal dan menyeluruh dapat memberikan lingkungan yang bersih dan steril sehingga dapat mengurangi terjadinya serangan hama dan penyakit ke tanaman dan ikan.

8) Meningkatkan Komunikasi yang Baik dengan Supplier Benih Ikan

PT TABEL kerap mengalami adanya kualitas benih ikan yang kurang bagus. Benih ikan yang kurang bagus ini nantinya akan berpengaruh pada kesehatan dan pertumbuhan ikan. PT TABEL membeli benih ikan dari luar atau supplier. Walaupun PT TABEL sudah melakukan prosedur penanganan terhadap benih yang berpotensi memiliki kualitas yang buruk, menjalin komunikasi dengan supplier menjadi langkah penting sebagai aksi preventive dalam meminimalisir adanya risiko benih ikan yang buruk.

Menurut (Cempakasari & Yoestini, 2003) kerja sama dengan pemasok/supplier yang dapat dipercaya akan membentuk pemahaman yang sejalan mengenai keinginan dan kebutuhan setiap pihak. Dengan menjalin komunikasi yang aktif dengan supplier, perusahaan dapat memperkuat hubungan dengan supplier dan dapat meyakinkan bahwa benih ikan yang mereka terima akan memenuhi sesuai kualitas yang diinginkan.

Hubungan Antara Strategi Tindakan Pengelolaan dengan Sumber Risiko Prioritas

Setelah menentukan strategi tindakan pengelolaan yang akan dilakukan, selanjutnya yaitu menentukan hubungan strategi tindakan tersebut dengan sumber risiko prioritas. Adanya hubungan berarti bahwa sumber risiko prioritas dapat dikelola oleh strategi tindakan pengelolaan. Hasil penilaian hubungan dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Penilaian Hubungan Strategi Tindakan Pengelolaan dengan Sumber Risiko Prioritas

Kode	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	ARP
A5	9	9	0	0	0	3	0	1	4880
A9	9	9	1	9	0	1	3	0	3276
A2	9	9	9	1	0	1	3	0	3087
A7	9	9	1	9	0	1	3	0	2322
A10	3	9	3	0	0	9	1	0	2296
A8	3	9	3	9	3	1	9	0	2052
A22	1	3	0	0	9	0	1	0	1603
A19	9	3	0	0	0	0	0	9	1404

Sumber: Analisis Data Primer (2023)

Perhitungan Nilai *Total Effectiveness* (TEK)

Setelah menentukan skala angka hubungan antara strategi tindakan pengelolaan dengan sumber risiko prioritas, selanjutnya yaitu menghitung nilai *total effectiveness* (TEK). Hasil perhitungan yang lebih tinggi berarti semakin tinggi tingkat efektifitas strategi tersebut. Hasil perhitungan nilai *total effectiveness* (TEK) dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Nilai *Total Effectiveness* (TEK)

Kode	Tindakan Pengelolaan	TEK
PA1	Mengadakan Evaluasi dan Monitoring Rutin	149368
PA2	Penjadwalan dan pencatatan produksi yang teratur dan terdigitalisasi	170238
PA3	Membuat Perangkap Hama	46425
PA4	Menggunakan Pengendalian Secara Hayati	71937
PA5	Menata dan Rotasi Tanaman yang Tidak Terkena Sinar Matahari	20583
PA6	Membuat Tempat Terpisah untuk Kegiatan Pasca Panen	46041
PA7	Mengoptimalkan Penggunaan Waring pada Tenda Roder	48422
PA8	Meningkatkan Komunikasi yang Baik dengan Supplier Benih Ikan	17516

Sumber: Analisis Data Primer (2023)

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa tindakan pengelolaan penjadwalan dan pencatatan produksi yang teratur dan terdigitalisasi (PA2) memiliki nilai *TEK* yang paling tinggi, yang berarti tindakan pengelolaan PA2 menjadi tindakan yang paling prioritas dan efektif. Di sisi lain, tindakan pengelolaan meningkatkan komunikasi yang baik dengan supplier benih ikan (PA8) menjadi tindakan yang tingkat prioritas dan keefektifitas nya paling rendah karena memiliki nilai *TEK* yang paling kecil.

Penilaian Tingkat Derajat Kesulitan (Dk)

Setelah mengetahui nilai *total effectiveness* (TEK), selanjutnya yaitu mengetahui tingkat derajat kesulitan (Dk) dari masing-masing strategi tindakan pengelolaan yang sudah ditentukan Hasil penilaian didapat dari subjektifitas pihak PT TABEL melalui wawancara dan diskusi. Hasil penilaian tingkat derajat kesulitan (Dk) dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil Penilaian Derajat Kesulitan (Dk)

Kode	Tindakan Pengelolaan	Dk
PA1	Mengadakan Evaluasi dan Monitoring Rutin	3
PA2	Penjadwalan dan pencatatan produksi yang teratur dan terdigitalisasi	4
PA3	Membuat Perangkap hama	3
PA4	Menggunakan Pengendalian Secara Hayati	4
PA5	Menata dan Rotasi Tanaman yang Tidak Terkena Sinar Matahari	4
PA6	Membuat Tempat Terpisah untuk Kegiatan Pasca Panen	5
PA7	Mengoptimalkan Penggunaan Waring pada Tenda Roder	5
PA8	Meningkatkan Komunikasi yang Baik dengan Supplier Benih Ikan	3

Sumber: Analisis Data Primer (2023)

Perhitungan Rasio Effectiveness to Difficulty (ETDk)

Setelah mengetahui nilai *total effectiveness* (TEk) dan Derajat Kesulitan (Dk) untuk masing-masing tindakan pengelolaan, selanjutnya yaitu menghitung *rasio effectiveness to difficulty* (ETDk) untuk menentukan prioritas strategi tindakan pengelolaan. Semakin tinggi nilai nya maka semakin tinggi prioritas tindakan tersebut untuk dilakukan atau diterapkan. Dapat dilihat hasil perhitungan nilai *rasio effectiveness to difficulty* (ETDk) pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil Perhitungan Rasio Effectiveness to Difficulty (ETDk)

Kode	Tindakan Pengelolaan	ETDk	Rank
PA1	Mengadakan Evaluasi dan Monitoring Rutin	49789,33	1
PA2	Penjadwalan dan Pencatatan Produksi yang teratur dan terdigitalisasi	42559,5	2
PA3	Membuat Perangkap hama	15475	4
PA4	Menggunakan Pengendalian Secara Hayati	17984,25	3
PA5	Menata dan Rotasi Tanaman yang Tidak Terkena Sinar Matahari	5145,75	8
PA6	Membuat Tempat Terpisah untuk Kegiatan Pasca Panen	9208,2	6
PA7	Mengoptimalkan Penggunaan Waring pada Tenda Roder	12105,5	5
PA8	Meningkatkan Komunikasi yang Baik dengan Supplier Benih Ikan	5838,667	7

Sumber: Analisis Data Primer (2023)

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa tindakan pengelolaan mengadakan evaluasi dan monitoring rutin (PA1) dan penjadwalan dan pencatatan produksi yang teratur dan terdigitalisasi (PA2) memiliki nilai *rasio effectiveness to difficulty* (ETDk) paling tinggi diantara tindakan yang lain. Ini berarti tindakan tersebut dapat diprioritaskan terlebih dahulu daripada tindakan lainnya. Di sisi lain, tindakan pengelolaan meningkatkan komunikasi yang baik dengan supplier benih ikan (PA8) dan menata dan rotasi tanaman yang tidak terkena sinar matahari (PA5) merupakan tindakan pengelolaan yang memiliki nilai *rasio effectiveness to difficulty* (ETDk) paling rendah diantara tindakan lainnya. Ini berarti 2 tindakan tersebut (PA8 dan PA5) tidak diprioritaskan dan dapat dilakukan setelah tindakan lain terlaksana. Strategi tindakan pengelolaan ini menjadi usulan dan arahan bagi PT TABEL dalam menyusun strategi mitigasi risiko produksi akuaponik.

KESIMPULAN

Terdapat 23 kejadian risiko (*risk event*) pada proses produksi akuaponik di PT TABEL. Kejadian risiko ikan mati menjadi kejadian risiko yang paling tinggi tingkat keparahannya (*severity*) dengan kategori serious dan kejadian risiko tanaman mati dengan kategori *extreme*. Kemudian 9 kejadian risiko lainnya yaitu daun bolong, daun bintik-bintik, pertumbuhan tanaman terganggu/tidak sempurna, kerusakan pada akar, tanaman kering, air di sistem habis, pompa mati, ikan sakit, dan kadar amonia dan pH tidak sesuai, termasuk dalam kategori *major*. Dari 22 sumber risiko yang teridentifikasi, didapat 8 sumber risiko prioritas yaitu kelalaian pekerja, penyakit mata kodok, hama ulat, penyakit busuk akar, kebersihan tempat, musim hujan, tanaman tidak terkena sinar matahari, dan benih ikan bermasalah. Didapati 8 strategi tindakan pengelolaan untuk mengelola dan mengurangi dampak risiko yang ditimbulkan oleh sumber risiko prioritas. Strategi tindakan pengelolaan yang telah ditentukan dan berdasarkan prioritasnya yaitu mengadakan evaluasi dan monitoring rutin, penjadwalan dan pencatatan produksi yang teratur dan terdigitalisasi, membuat perangkat hama, menggunakan pengendalian secara hayati, menata dan rotasi tanaman yang tidak terkena sinar matahari, membuat tempat terpisah untuk kegiatan pasca panen, mengoptimalkan penggunaan waring pada tenda roder, dan meningkatkan komunikasi yang baik dengan supplier benih ikan.

Dari kesimpulan di atas, dapat direkomendasikan beberapa saran, yaitu:

- 1) Menjalinkan konsultasi dan kerja sama dengan ahli terkait, termasuk ahli akuaponik, ahli hama dan penyakit, dan lain-lain. Dengan adanya kerja sama dengan para ahli, PT TABEL diharap dapat mengelola risiko secara efektif dan efisien, serta menjaga kualitas produk.
- 2) Memperkuat struktur organisasi perusahaan dengan menentukan tugas dan tanggung jawab yang jelas untuk masing-masing posisi. Mengimplementasikan penggunaan teknologi manajemen modern seperti penggunaan aplikasi yang dapat membantu dan memantau alur kerja serta memperkuat komunikasi internal dengan pertemuan atau rapat secara rutin.
- 3) Melakukan pelatihan dan pengembangan karyawan mengenai pengembangan keterampilan dan pemahaman teknologi modern khususnya pada akuaponik. Dapat dilakukan dengan mengadakan workshop yang melibatkan ahli atau praktisi terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo, R. D., & Hariastuti, N. L. P. (2022). Analisis Penerapan Metode HOR (House of Risk) untuk Optimasi Kegiatan Perbaikan Kapal pada Divisi Harkan PT X. *In Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan* (Vol. 2, pp. 210-218).
- Azmi, S. R. (2011). *Efektivitas Trichoderma harzianum Rifai sebagai biofungisida terhadap jamur patogen pada umbi talas jepang* (Skripsi). Universitas Negeri Semarang.
- Cempakasari, D. A., & Yoestini. (2003). Studi Mengenai Pengembangan Hubungan Jangka Panjang Perusahaan dan Pengecer. *Jurnal Sains Pemasaran Indonesia*, 67–84.
- Cicek, K., Turan, H. H., Topcu, Y. I., & Searslan, M. N. (2010). Risk-based preventive maintenance planning using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for marine engine systems. *Second International Conference on Engineering System Management and Applications*, 1–6.
- Dunford, R., Su, Q., & Tamang, E. (2014). The Pareto Principle. *In The Plymouth Student Scientist* (Vol. 07). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10026.1/14054>
- Gusvita, M. (2022). Kegiatan Monitoring Dan Evaluasi Dalam Peningkatan Kualitas Kerja Tenaga Kependidikan Di Sekolah Menengah Pertama Pondok Pesantren Zuhijjah Kabupaten Batanghari. *Jurnal Pendidikan Dosen Dan Guru*, 2(1).
- Junge, R., König, B., Villarroel, M., Komives, T., & Jijakli, M. (2017). Strategic Points in Aquaponics. *Water*, 9(3), 182. <https://doi.org/10.3390/w9030182>
- Manuhutu, J., Tumbel, F., & Rengkuan, M. (2020). Efektivitas Perangkap Hama Kutu Daun Pada Pertanaman Stroberi (*Fragaria Sp.*) di Kelurahan Rurukan Satu, Kota Tomohon. *NUKLEUS BIOSAINS*, 1(1), 31–36.
- Maralis, R., & Triyono, A. (2019). *Manajemen resiko*. Yogyakarta: Deepublish.

- Pujawan, I. N., & Geraldin, L. H. (2009). House of risk: a model for proactive supply chain risk management. *Business Process Management Journal*, 15(6), 953–967. <https://doi.org/10.1108/14637150911003801>
- Sari, M., Siswati, T., Suparto, A. A., Ambarsari, I. F., Azizah, N., Safitri, W., & Hasanah, N. (2022). *Metodologi penelitian*. Padang: Global Eksekutif Teknologi.
- Sarjana, S., Nardo, R., Hartono, R., Siregar, Z. H., Irmal, Solihauw, M. I., ... Badrianto, Y. (2022). *Manajemen Risiko*. Bandung: Media Sains Indonesia.
- Sastro, Y. (2016). *Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jakarta.
- Shahin, A. (2004). Integration of FMEA and the Kano model. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 21(7), 731–746. <https://doi.org/10.1108/02656710410549082>
- Sutarman, Miftahurrohmat, A., Nurmalasari, I., & Prihatinnigrum, A. (2021). In Vitro Evaluation of The Inhibitory Power of *Trichoderma harzianum* Against Pathogens that Cause Anthracnose in Chili. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012026>
- Tama, I. P., Yuniarti, R., Eunike, A., Azlia, W., & Hamdala, I. (2019). *Model Supply Chain Agroindustri di Indonesia: Studi Kasus Produk Singkong*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Thorarinsdottir, R. I. (2015). *Aquaponics guidelines*. Eco-innovation Initiative of the European Union.
- Tilova, N., Siregar, Z., Khotimah, K., Yuzalmi, N., Rabiyyah, U., Erliyani, I., ... Amiruddin, E. (2022). *Manajemen Risiko (Konsep, Teori dan Praktik)*. Bandung: Media Sains Indonesia.
- Yona, S. (2014). Penyusunan Studi Kasus. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 10(2), 76–80. <https://doi.org/10.7454/jki.v10i2.177>
- Zugravu, G. A., Muntenita, C., Plenovici, C. P., & Augustin, C. L. (2020). Risk analysis model in aquaponics. *Journal of Engineering and Science Research*, 4(2), 5–9. <https://doi.org/10.26666/rmp.jesr.2020.2.2>