

Strategi Pengembangan dalam Pemenuhan Konsumsi Pangan Sivitas Yayasan Permaculture

(Strategy Development in Fulfilling Food Consumption of Permaculture Foundation Members)

Eka Nurjati

(Diterima Januari 2023/Disetujui April 2023)

ABSTRAK

Upaya pemenuhan konsumsi pangan cenderung kurang memperhatikan keberlanjutan ekosistem. Permaculture merupakan sistem pertanian yang mendesain lanskap menyerupai ekosistem alami sehingga mampu menghasilkan makanan dan mengedepankan prinsip keberlanjutan. Akan tetapi, seiring meningkatnya jumlah penduduk, permaculture perlu dikaji ulang sebagai upaya pemenuhan konsumsi pangan. Penelitian ini merupakan studi kasus di YS Permaculture yang menerapkan sistem pertanian permaculture untuk memenuhi kebutuhan konsumsi pangan sivitas yayasan tersebut. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi prinsip-prinsip permaculture pada kondisi empiris yayasan tersebut dan merumuskan strategi pengembangannya untuk memenuhi konsumsi pangan sivitas yayasan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan menggunakan metode wawancara mendalam dengan manajemen yayasan. Berdasarkan hasil identifikasi 12 prinsip permaculture, terdapat satu prinsip yang belum diterapkan secara optimum, yaitu menggunakan dan menghargai sumber daya terbarukan berikut fungsinya. Langkah strategi untuk meningkatkan produktivitas komoditas pangan dan pemenuhan konsumsi pangan ialah ekstensifikasi kebun permaculture dan menerapkan pertanian regeneratif yang mengintegrasikan kecerdasan buatan, pemelajaran mesin, dan pertanian presisi. Strategi pemenuhan konsumsi pangan bagi sivitas yayasan melalui permaculture membutuhkan kerja sama dengan berbagai pihak termasuk pemerintah dan akademisi terkait penguatan ketahanan pangan dengan tetap memperhatikan segi lingkungan dan sosial.

Kata kunci: dampak lingkungan, dampak sosial, permaculture, produktivitas pangan, strategi pengembangan

ABSTRACT

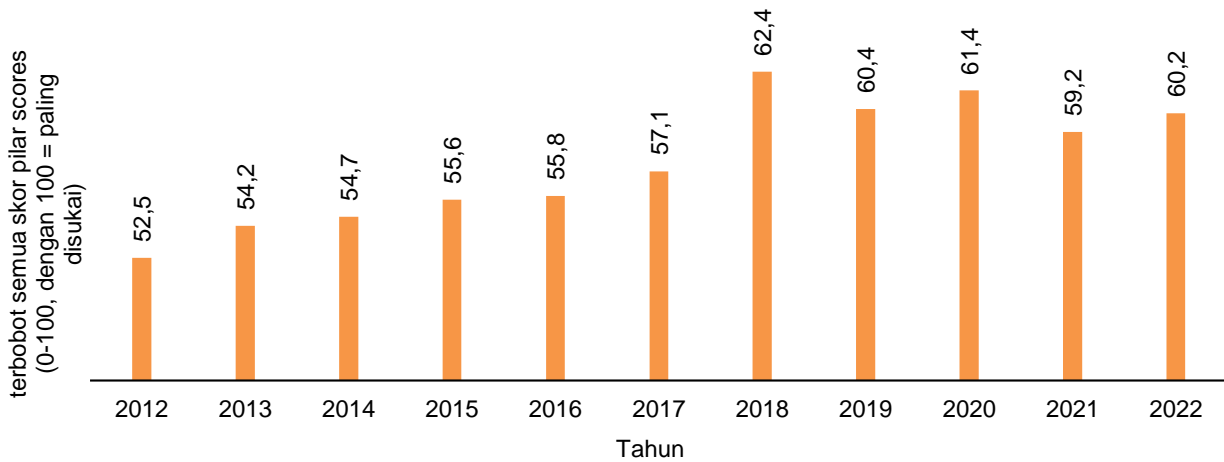
Efforts to fulfill food consumption tend to pay little attention to ecosystem sustainability. Permaculture is an agricultural system that designs landscapes resembling natural ecosystems so that they can produce food and prioritize the principle of sustainability. However, as the population increases, permaculture must be reviewed to meet food consumption. This research is a case study in YS Permaculture that implements a permaculture farming system to meet the food consumption needs of the foundation's community. The purpose of the study is to identify the principles of permaculture in the empirical conditions of the foundation and formulate a development strategy to meet the food consumption of the foundation community. This research uses a qualitative descriptive method using an in-depth interview method with foundation management. Based on the identification of 12 permaculture principles, one principle still needs to be implemented optimally, namely, using and respecting renewable resources and their functions. Strategic steps that can be taken to increase the productivity of food commodities and fulfill food consumption are the extensification of permaculture gardens and the implementation of regenerative agriculture that integrates artificial intelligence, machine learning, and precision agriculture. The strategy of fulfilling food consumption for the foundation community through permaculture requires cooperation with various parties, including the government and academics, related to strengthening food security while still paying attention to environmental and social aspects.

Keywords: environmental impact, food productivity, development strategy, permaculture, social impact

PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan dasar masyarakat yang menyangkut hak hidup manusia sehingga penting untuk memperkuat sistem ketahanan pangan (Sakharina *et al.* 2021). Pilar-pilar ketahanan pangan seperti *affordability*, *availability*, *quality and safety*,

sustainability, dan *adoption* (Ariesa *et al.* 2019; Fawzi & Husna 2021) dipengaruhi oleh berbagai sektor strategis, antara lain sektor pertanian, kesehatan, lingkungan hidup, transportasi, dan politik (Suryana 2014). Berdasarkan Global Food Security Index (GFSI) Tahun 2022, tingkat ketahanan pangan Indonesia menempati peringkat ke-63 dari 113 negara di dunia dan peringkat ke-7 dibandingkan negara-negara di Asia Pasifik (The Economist Impact 2022). Nilai ketahanan pangan Indonesia cenderung berfluktuasi dari tahun 2018–2022 (Gambar 1). Oleh karena itu, diperlukan peran



Gambar 1 Indeks ketahanan pangan Indonesia dari tahun 2012–2018 (The Economist Impact 2022).

serta berbagai pemangku kepentingan dalam rangka penguatan sistem ketahanan pangan sehingga dampaknya dapat dirasakan oleh semua lapisan masyarakat.

Data The Economist Impact (2022) memperlihatkan bahwa nilai keberlanjutan lingkungan dan kemampuan adaptasi sistem ketahanan pangan Indonesia cenderung rendah dan menurun dibandingkan tahun sebelumnya. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa upaya pemenuhan konsumsi pangan masih belum memperhatikan segi keberlanjutan lingkungan (Rahadian 2016). Selain itu, nilai keanekaragaman hayati juga rendah yang salah satunya disebabkan oleh tindakan eksploitasi sumber daya alam (Djausala *et al.* 2019). Sistem pertanian monokultur dan kebergantungan pada bahan kimia merupakan penyebab berkurangnya keanekaragaman hayati. Selain itu, intensifikasi pertanian menyebabkan keamanan pangan berkurang (Hathaway 2016). Data World Population Review (2020) menunjukkan bahwa Indonesia merupakan negara keempat tertinggi yang menyumbang emisi CO₂ setelah Amerika Serikat, Rusia, dan Jepang. Perubahan iklim turut serta mengancam sistem ketahanan pangan yang dampaknya lebih banyak dirasakan oleh negara berkembang seperti Indonesia (Dawson *et al.* 2016; Hasegawa *et al.* 2018). Dengan mempertimbangkan pentingnya keberlanjutan lingkungan sebagai penguatan sistem ketahanan pangan, maka diperlukan upaya penguatan sistem produksi pertanian yang ramah lingkungan dengan tetap memperhatikan produktivitas usaha tani.

Permakultur (*permaculture*) merupakan salah satu sistem pertanian yang pertama kali diperkenalkan oleh Bill Mollison dan David Holmgren pada tahun 1970-an sebagai kekhawatiran atas ancaman dampak sosial dan lingkungan akibat urbanisasi, industri pertanian, dan eksploitasi sumber daya alam. Masifnya pembangunan seringkali bersinggungan dengan isu keberlanjutan terutama dimensi sosial dan lingkungan (Ferguson & Lovell 2014). Permakultur berasal dari kata "*permanent agriculture*" atau "*permanent culture*" yang berprinsip melalui sistem desain pertanian yang

keberlanjutan, dapat menyehatkan manusia serta meningkatkan kualitas lingkungan secara permanen (Hathaway 2016; Nabilah *et al.* 2018; Namululi 2011).

Sistem pertanian permakultur memperhatikan keberlanjutan pembangunan dalam berbagai segi seperti ekologi, lanskap, kehutanan, pertanian, arsitektur, dan perencanaan wilayah. Desain permakultur dirancang menyerupai ekosistem alami sehingga kebutuhan energi, material, dan air sudah terpenuhi dalam sistem, serta menghasilkan cadangan makanan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia (Holmgren 2007). Akan tetapi, dengan mempertimbangkan tantangan akan meningkatnya populasi manusia dan ancaman krisis global, sistem pertanian permakultur perlu dikaji ulang terhadap kemampuannya dalam pemenuhan konsumsi pangan. Conrad (2014) menegaskan bahwa diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji peran permakultur dalam mengatasi ketahanan pangan.

YS Permaculture merupakan salah satu yayasan yang menerapkan sistem pertanian permakultur dengan hasil produksi pertaniannya dimanfaatkan untuk pemenuhan konsumsi pangan sivitas yayasan. Akan tetapi, yayasan tersebut menghadapi masalah berupa rendahnya produktivitas hasil komoditas pangan, sehingga pemenuhan konsumsi pangan untuk para sivitas masih tergolong rendah dan tidak tercukupi. Kondisi tersebut bertentangan dengan salah satu prinsip permakultur, yaitu menghasilkan makanan untuk manusia (Holmgren 2007). Didarali dan Gambiza (2019) menyatakan bahwa meskipun bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan serta mengurangi biaya input, tetapi permakultur juga memiliki tantangan lain seperti input tenaga kerja yang tinggi, hama dan penyakit, dan kurangnya pengetahuan masyarakat tentang praktik permakultur.

Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi kembali prinsip-prinsip permakultur yang telah diterapkan oleh YS Permaculture. Hal tersebut diharapkan akan mendapatkan gambaran tentang prinsip yang belum diterapkan secara optimum beserta strategi pengembangan permakultur untuk memenuhi kebu-

tuhan konsumsi pangan sivitasnya. Penelitian ini juga menganalisis situasional yayasan yang mencakup profil, sejarah, dan permasalahan yang ada. Tujuan penelitian ini ialah mengidentifikasi prinsip-prinsip permakultur terhadap kondisi empiris pada YS Permaculture dan merumuskan strategi pengembangannya untuk memenuhi konsumsi pangan sivitas internal yayasan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian studi kasus yang dilakukan pada YS Permaculture yang berlokasi di Kota Bogor, Jawa Barat. Jenis penelitian studi kasus dapat mempelajari satu atau lebih kasus dalam konteks dan situasi tertentu. Penelitian ini bersifat eksploratif sehingga sesuai jika menggunakan metode penelitian studi kasus. Lokasi penelitian ditentukan secara purposif dengan mempertimbangkan bahwa yayasan tersebut merupakan yayasan yang menerapkan sistem pertanian permakultur. Penelitian dilakukan pada November–Desember 2022. Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil wawancara mendalam dan observasi lapangan dengan pihak manajemen, sedangkan data sekunder diperoleh dari berbagai sumber pustaka. Data yang sudah terkumpul kemudian dianalisis.

Gambar 2 merupakan kerangka pemikiran yang menjelaskan bahwa penelitian ini dilatarbelakangi oleh pemenuhan konsumsi pangan yang saat ini cenderung tidak memperhatikan aspek keberlanjutan terutama dimensi sosial lingkungan sehingga perlu dicari alternatif sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan. Permakultur merupakan sistem pertanian yang didesain serupa dengan ekosistem alami sehingga dapat mencukupi kebutuhan pangan. Akan tetapi,

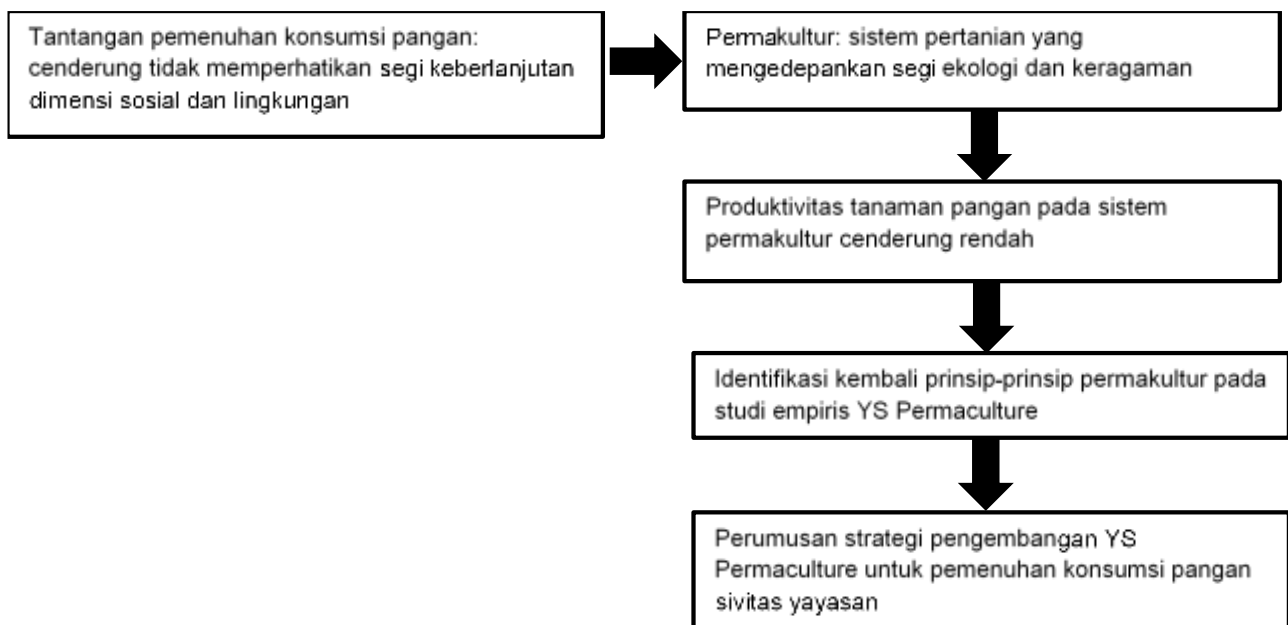
permasalahan yang dialami oleh YS Permaculture sebagai salah satu yayasan yang memngadopsi sistem pertanian permakultur adalah produktivitas komoditas pangan cenderung rendah sehingga tidak mencukupi kebutuhan konsumsi pangan sivitas internal. Oleh karena itu, perlu dirumuskan strategi pengembangannya untuk memenuhi kebutuhan pangan sivitas yayasan. Prinsip-prinsip permakultur pada YS Permakultur juga perlu diidentifikasi kembali agar mendapatkan gambaran mengenai prinsip-prinsip yang belum optimum diterapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Situasional

YS Permaculture yang didirikan pada tahun 2019 merupakan unit usaha salah satu yayasan sekolah alam di Kota Bogor. Selain sebagai upaya pemenuhan konsumsi pangan sivitas yayasan, tujuan pendiriannya ialah juga sebagai laboratorium belajar pertanian berkelanjutan dan ruang eksplorasi siswa. Saat ini, terdapat beberapa produk pangan dari sistem permakultur, antara lain sayur-sayuran, buah-buahan, makanan pokok, ikan, unggas, dan madu. Semua hasil produksi dari kebun permakultur dikonsumsi untuk kebutuhan internal siswa, kecuali madu yang sudah dipasarkan ke luar yayasan. Menurut pihak pengelola, madu merupakan komoditas yang memiliki prospek bisnis menjanjikan sehingga yayasan akan mengembangkan madu sebagai arah pengembangan usaha ke depannya.

Permakultur dirancang dengan memperhatikan tata letak elemen abiotik dan biotik sehingga menyerupai ekosistem alami. Elemen abiotik yang perlu diperhatikan dalam pengembangan permakultur ialah angin, air, dan cahaya matahari, sedangkan unsur biotik seperti tata letak tanaman dan hewan ternak disusun



Gambar 2 Kerangka pemikiran.

menggunakan sistem zonasi pada sistem permakultur. Sistem zonasi dirancang berdasarkan arah angin, aliran air, dan sumber cahaya matahari. Ekosistem yang dirancang dalam permakultur dapat menciptakan iklim mikro yang dibutuhkan guna menunjang kehidupan organisme yang ada di dalamnya (Mollison 2002). YS Permaculture membagi areanya menjadi 6 zona (Tabel 1). Semakin tinggi tingkat zonasinya, semakin diliaran alami area tersebut sehingga menyerupai hutan. Zona 5 merupakan zona tertinggi yang dibentuk menyerupai hutan mini, sedangkan zona 0 yang merupakan zona terendah merupakan zona yang paling intensif digunakan sebagai pusat kegiatan (Babac & Belić 2018; Flores & Buot 2021).

Zona 0 ialah rumah atau tempat tinggal. Berhubung manusia paling banyak menghabiskan waktunya di zona tersebut, desain Zona 0 merupakan prioritas dalam strategi permakultur sebelum ekspansi ke zona lainnya (Babac & Belić 2018). Rumah sebaiknya terbuat dari bahan yang dapat diperbarui seperti bambu (*Bambusoideae* sp.) (Van der Lugt 2006). Zona 1 ialah kebun dapur dan kebun sayur yang memerlukan perawatan sehingga sebaiknya lokasi Zona 1 berdekatan dengan Zona 0. Zona 2 ialah sistem ternak rumahan (Umiarti 2019), gudang/bengkel, dan kebun toga. Zona 2 sering dikunjungi manusia (sekali

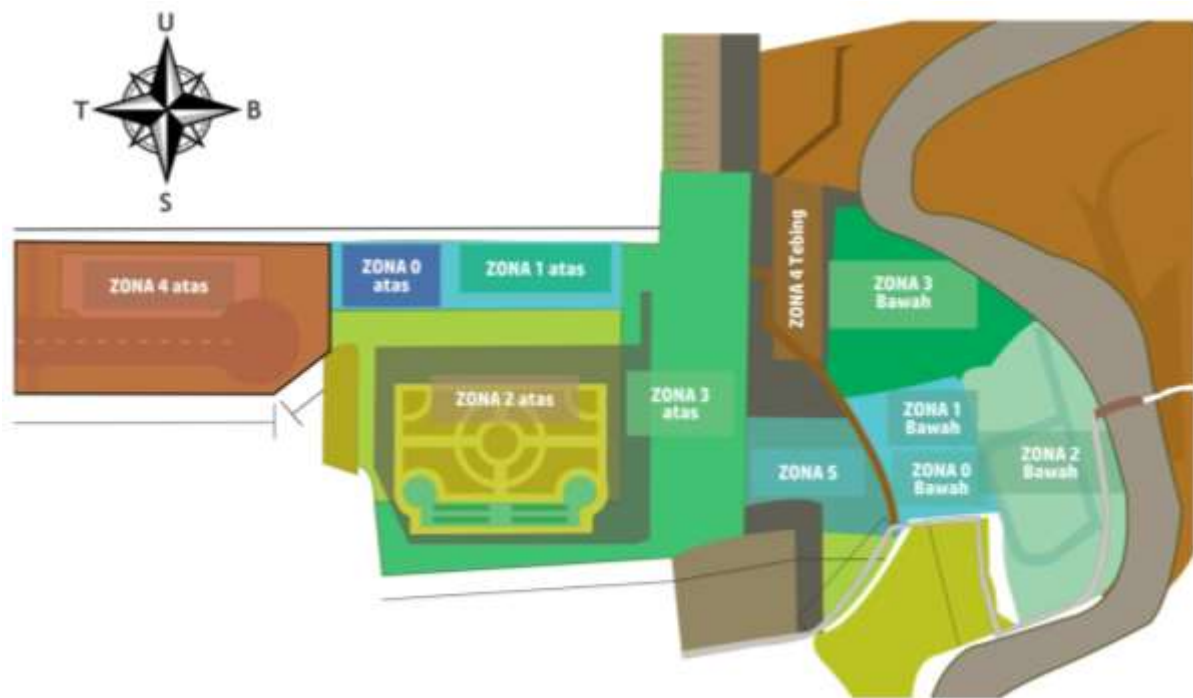
dalam sehari) sehingga zona ini sebaiknya terintegrasi atau dekat dengan Zona 0 dan Zona 1. Zona 2 tidak memerlukan banyak perhatian seperti Zona 1. Zona 3 ialah lahan pertanian untuk produksi komersial seperti kebun buah dan kebun sayur untuk dijual (Jensen 2013). Zona 4 merupakan *food forest* (Riolo 2018), yaitu area semi-liar yang berbatasan dengan hutan. Zona 4 masih dikelola manusia untuk memperoleh kayu, pakan ternak, bahan bakar, meramban, dll. Zona 5 ialah hutan belantara untuk satwa liar. Zona yang menerapkan konservasi biodiversitas (Piratelli *et al.* 2019) untuk mencapai keberlanjutan (Niesenbaum 2019) tersebut tidak memerlukan intervensi manusia dan digunakan untuk konservasi. Gambar 3 memperlihatkan denah zonasi YS Permaculture. Walaupun menerapkan sistem zonasi yang serupa dengan Mollison (2002), setiap permakultur memiliki keunikan tersendiri karena pengaruh sosial pemilik permakultur dalam menentukan operasi, manajemen, dan diversitas panen (Putro & Miyaura 2020).

Identifikasi Prinsip-Prinsip Permakultur

YS Permaculture memiliki prinsip-prinsip yang sudah tertuang sesuai dengan petunjuk perancangannya. Holmgren (2012) menjelaskan bahwa permakultur memiliki 12 prinsip yang didesain menggunakan ilmu

Tabel 1 Zonasi pada YS Permaculture

Zona	Elemen
0	Rumah
1	Kebun dapur dan kebun sayur
2	Sistem ternak rumahan, gudang/bengkel, kebun toga
3	Lahan pertanian untuk produksi komersial seperti kebun buah dan kebun sayur untuk dijual
4	Hutan yang dikelola untuk kayu, pakan ternak, bahan bakar, meramban, dll
5	Hutan belantara untuk habitat satwa liar



Gambar 3 Denah zonasi YS Permaculture.

sistem ekologi modern yang mencakup lanskap geografi dan etnobiologi. Keduabelas prinsip tersebut merupakan alat pemikiran untuk membantu mendesain permakultur. Gagasan prinsip tersebut diturunkan dari konsep masyarakat berkelanjutan pra-industri. Prinsip permakultur dapat diterapkan secara universal guna

mempercepat pengembangan penggunaan lahan dan sumber daya yang berkelanjutan sehingga akan terjadi kelimpahan ekologis dan material. Tabel 2 menjelaskan 12 prinsip permakultur beserta identifikasi implikasi prinsip-prinsip tersebut pada YS Permaculture.

Tabel 2 Identifikasi prinsip-prinsip permakultur pada YS Permaculture

Prinsip permakultur	Evaluasi pada YS Permaculture
Mengamati dan berinteraksi	Prinsip ini sudah diterapkan oleh YS Permaculture melalui pengamatan bentang alam sebelum mendesain kebun yang mencakup pengukuran komponen biotik dan abiotik seperti pH tanah, struktur dan tekstur tanah, arah datang angin, aliran air, jenis tanaman, dan satwa yang terdapat di dalamnya. Yayasan juga berinteraksi dengan bentang alam tidak hanya sebelum mendesain kebun, tetapi selama kegiatan berlangsung. Selain itu, yayasan juga mengamati pertumbuhan tanaman di kebun.
Menangkap dan menyimpan energi	YS Permaculture telah menerapkan prinsip dengan menangkap, menyimpan, dan memanfaatkan air hujan dan biomassa serta limbah. Air hujan ditampung di sumur dan dimanfaatkan untuk kebutuhan kebun serta biomassa yang berupa daun dan ranting pohon dan limbah dapur disimpan dan didaur ulang menjadi pupuk sebagai input pertanian. Akan tetapi, yayasan belum memanfaatkan energi sinar matahari, sungai, atau biomassa untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, sehingga kebutuhan listrik masih dipenuhi menggunakan energi yang tidak terbarukan
Mendapatkan hasil panen	YS Permaculture telah mendapatkan hasil panen yang bisa dikonsumsi secara langsung seperti sayuran, buah-buahan, dan hasil ternak dan yang tidak dapat dikonsumsi secara langsung seperti taman yang nyaman dan udara yang sejuk serta kaya oksigen. Akan tetapi, hasil panen tersebut belum dapat sepenuhnya memenuhi kebutuhan pangan sivitas internal yayasan
Menerapkan regulasi diri dan terima umpan balik	Manajemen YS Permaculture berkomitmen untuk membatasi dan mencegah tindakan yang tidak cocok dengan prinsip permakultur. Sebagai contoh, yayasan enggan memanfaatkan energi matahari sebagai pembangkit listrik atau panel surya karena perangkat atau teknologi yang digunakan cenderung tidak ramah lingkungan dan tergolong tidak terbarukan. Yayasan mendesain bangunan hijau yang memungkinkan banyak sirkulasi udara dan pepohonan sehingga tidak membutuhkan AC sebagai penyejuk ruangan.
Menggunakan dan menghargai sumber daya terbarukan berikut fungsinya	YS Permaculture belum sepenuhnya menerapkan prinsip tersebut karena masih menggunakan energi tidak terbarukan untuk kebutuhan listrik dan bahan bakar. Akan tetapi, untuk input pertanian seperti pupuk dan nutrisi tanaman sudah menggunakan energi terbarukan melalui penerapan prinsip ekonomi sirkuler dengan memanfaatkan dan mendaur ulang limbah biomassa.
Tidak menghasilkan limbah	YS Permaculture sudah tidak menghasilkan limbah atau dapat dikatakan “zero waste” karena limbah yang dihasilkan kebun berupa biomassa tanaman dimanfaatkan kembali dan didaur ulang menjadi input pertanian, yaitu komposter atau tambahan bahan organik pada tanah dan kompos.
Mendesain dari pola ke detail	Prinsip tersebut telah diterapkan oleh YS Permaculture melalui penerapan pola sarang laba-laba pada pengaturan zonasi dan pola <i>spiral fibonacci</i> pada <i>spiral herb garden</i> . Penerapan pola <i>spiral herb garden</i> memungkinkan energi (air) akan disimpan lebih lama dalam sistem sehingga lebih efisien.
Mengintegrasikan daripada memisahkan	YS Permaculture mengintegrasikan sistem <i>food forest</i> dan <i>kitchen garden</i> ke dalam satu sistem untuk mencapai fungsi-fungsi kebun yang sudah didesain.
Menggunakan solusi kecil dan lambat	Mengendalikan hama dan penyakit tanaman tidak menggunakan pestisida yang berfungsi mengendalikan hama secara cepat, tetapi memanfaatkan keanekaragaman hayati pada pekarangan melalui penanaman tanaman penolak hama dan tanaman refusia (penarik predator) serta optimisasi nutrisi tanaman menggunakan limbah organik.
Menggunakan dan menghargai keanekaragaman	YS Permaculture tidak menerapkan prinsip monokultur tetapi menghadirkan budi daya polikultur yang menghasilkan beragam elemen mulai dari tanaman sayur, tanaman buah, pohon kayu, herbal, ternak piaraan, dan lain sebagainya, sehingga akan memperkuat ekosistem dan mengelola keanekaragaman.
Menggunakan tepian dan menghargai yang pinggir	Kolam ikan dirancang tidak dalam bentuk kotak atau lingkaran, tetapi dibuat secara meliuk atau melengkung, agar memiliki tepian dan menghasilkan panen yang melimpah.
Bekerja dengan kreatif dan menanggapi perubahan secara kreatif	Manajemen YS Permaculture bekerja secara kreatif untuk mengembangkan kebun permakultur, misalnya menanam tanaman kipahit yang mengandung unsur hara sama dengan kotoran unggas, menggombinasikan ternak unggas dengan kebun buah agar unggas dapat memakan rumput yang dikategorikan sebagai gulma.

Pengelola menyatakan bahwa masih banyak yang perlu dikembangkan oleh yayasan, terutama untuk memenuhi konsumsi pangan. Saat ini, kebutuhan input pertanian seperti pupuk, benih, dan pengendali organisme pengganggu tanaman sudah mampu dipenuhi dari sistem permakultur. Berdasarkan hasil analisis prinsip permakultur, terdapat satu prinsip yang belum dimanfaatkan secara optimum, yaitu masih menggunakan sumber energi yang tidak terbarukan untuk kebutuhan listrik dan bahan bakar memasak. Kondisi tersebut berbeda dengan salah satu kebun permakultur yang berada di Yogyakarta, yaitu Bumi Langit, yang sudah menggunakan panel surya untuk kebutuhan energi listrik serta biogas untuk bahan bakar memasak (Deviane *et al.* 2019; Putryana *et al.* 2020). Krebs dan Bach (2018) menjelaskan bahwa salah satu prinsip permakultur adalah mengurangi input pertanian yang berasal dari sistem eksternal dan penggunaan energi terbarukan untuk mengurangi kerusakan lingkungan. Permakultur dirancang dengan penekanan pada segi penghematan energi.

YS Permaculture dihadapkan pada masalah utama, yaitu produktivitas tanaman pangan yang rendah. Kondisi tersebut disebabkan oleh berbagai faktor, baik faktor internal seperti organisme pengganggu tanaman dan kekurangan unsur hara maupun faktor eksternal seperti iklim dan cuaca yang tidak menentu. Yayasan ini menggunakan tanaman beracun dan penolak serangga untuk mencegah hama, akan tetapi metode tersebut belum efektif. Pengendalian hama menggunakan cara organik tidak selalu merupakan solusi terbaik (Bahlai *et al.* 2010). Pemahaman tentang kondisi lokal atau tradisional perlu diterapkan untuk mengembangkan sistem pengendalian yang tepat dan efektif (Bahlai *et al.* 2010; FAO 2018). Ferguson dan Lovell (2019) menjelaskan bahwa petani permakultur di Amerika Serikat meningkatkan produktivitas tenaga kerja untuk memelihara diversifikasi agroekosistem. Kondisi tersebut menyebabkan konsumsi pangan untuk siswa dapat dipenuhi dari hasil kebun per-

makultur walaupun sebagian besar masih membeli produk pangan dari luar. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi YS Permaculture, diperlukan kajian tentang strategi pengembangan sistem pertanian untuk memenuhi konsumsi pangan internalnya.

Perumusan Strategi Pengembangan YS Permaculture

Salah satu tujuan pembentukan kebun YS Permaculture adalah untuk mencukupi kebutuhan konsumsi pangan siswa, guru, dan pegawai. Hal tersebut sesuai dengan prinsip permakultur, yaitu mendapatkan hasil panen yang dapat mencukupi kebutuhan manusia. McLennon (2021) menyatakan bahwa permakultur berpotensi menjaga ketahanan pangan melalui sistem pertanian semi-tertutup yang dirancang guna mengurangi atau menghilangkan input eksternal (misalnya bahan kimia) dan memelihara ekosistem alami. Akan tetapi, pemenuhan konsumsi pangan melalui sistem tersebut belum dapat terpenuhi, bahkan hasilnya cenderung rendah.

Tabel 3 merupakan daftar strategi pengembangan beserta permasalahan YS Permaculture dalam memenuhi konsumsi pangan sivitas internal yayasan. Dalam menerapkan prinsip permakultur, yayasan diharapkan mampu memenuhi kebutuhan energi menggunakan sumber daya terbarukan. Permakultur juga mendukung prinsip ekonomi sirkuler yang mendorong pemanfaatan limbah sebagai sumber daya energi. Pihak manajemen merencanakan pemanfaatan mikrohidro dari sungai sebagai sumber energi listrik. Mereka lebih memilih mikrohidro dibandingkan cahaya matahari sebagai sumber energi listrik karena menurutnya pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menggunakan perangkat yang tidak ramah lingkungan. Untuk kebutuhan bahan bakar, yayasan juga berencana memanfaatkan limbah kotoran ternak sebagai biogas, sedangkan hasil ternaknya digunakan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi pangan sivitas internal yayasan.

Tabel 3 Daftar strategi pengembangan YS Permaculture

Permasalahan	Alternatif strategi	Indikator hasil
Belum terpenuhinya salah satu prinsip permakultur, yaitu menggunakan dan menghargai sumber daya terbarukan berikut fungsinya	Melakukan studi perencanaan ulang untuk mendesain lanskap permakultur dan memasukkan unsur-unsur yang belum ada, seperti input energi	Memanfaatkan sumber daya seperti cahaya matahari, mikrohidro, dan limbah ternak, sebagai sumber energi terbarukan
Rendahnya hasil panen komoditas pangan	Perluasan kebun permakultur	Memperluas kebun permakultur sehingga jumlah ternak dan tanaman pangan semakin bertambah
	Menerapkan pertanian regeneratif yang mengintegrasikan kecerdasan buatan, pemelajaran mesin, dan pertanian presisi	Menerapkan sistem pertanian regeneratif yang mengintegrasikan kecerdasan buatan, pemelajaran mesin, dan pertanian presisi, ke dalam kebun permakultur dengan tetap memperhatikan prinsip-prinsip permakultur
Adanya bencana alam yang dapat merusak kebun permakultur	Berkoordinasi dengan pemerintah untuk meminimumkan dampak bencana alam	Bekerja sama dengan pemerintah setempat untuk bersama-sama melakukan reboisasi dan upaya pencegahan banjir

Strategi pemenuhan konsumsi pangan sivilitas internal yayasan melalui kebun permakultur seharusnya tidak hanya menitikberatkan intensifikasi kebun permakultur, tetapi juga menggunakan pendekatan holistik yang juga mencakup faktor-faktor eksternal yang memengaruhi pengembangan kebun permakultur. Kebun YS Permaculture tergolong sempit, hanya seluas 2000 m². Hal tersebut merupakan salah satu kendala mengapa kebutuhan pangan belum terpenuhi. Ekstensifikasi pertanian melalui perluasan kebun permakultur merupakan salah satu solusi yang perlu dilakukan agar mendapatkan lebih banyak hasil terutama komoditas pangan yang digunakan untuk mencukupi kebutuhan internal. Selain itu, untuk mengatasi rendahnya hasil komoditas pangan, mereka perlu menerapkan pertanian regeneratif seperti yang dijelaskan oleh McLennon *et al.* (2021), yang menyatakan bahwa untuk menjaga ketahanan pangan di tengah pesatnya pertumbuhan penduduk, sistem permakultur perlu terintegrasi dengan pertanian regeneratif, di antaranya pertanian digital termasuk kecerdasan buatan dan pemelajaran mesin (*machine learning*), pertanian presisi, serta pemanfaatan pengelolaan pertanian berkelanjutan.

Kebun di YS Permaculture pernah mengalami banjir yang mengakibatkan rusaknya lahan perkebunan. Banjir tersebut disebabkan oleh masifnya pembangunan di kawasan Puncak Bogor sehingga tidak dapat menampung air hujan langsung ke dalam tanah. Padahal, kawasan Puncak merupakan kawasan konservasi hijau yang seharusnya dijaga (Fauziah *et al.* 2016). Untuk memperkuat keberlanjutan YS Permaculture, penanggulangan bencana alam memerlukan koordinasi dan kerja sama berbagai pihak termasuk pemerintah setempat. Hal tersebut dipertegas oleh Didarali dan Gambiza (2019) bahwa dukungan kelembagaan dengan pendekatan holistik diperlukan untuk keberlanjutan pertanian. Smithies (2019) menyatakan bahwa permakultur penting sebagai pertimbangan bagi pembuat kebijakan guna mencukupi kebutuhan pangan yang berkelanjutan. Seperti yang telah dilakukan oleh pemerintah Jerman, yaitu mendukung pertanian berkelanjutan melalui pengembangan komunitas permakultur (Ulbrich & Pahl-Wost 2019).

Dalam pengembangannya, YS Permaculture memiliki keuntungan karena sejarah pendiriannya yang diinisiasi oleh yayasan yang juga bergerak di bidang sekolah alam dan memiliki sumber daya manusia yang mendukung prinsip keberlanjutan pertanian. Yayasan ini berada di Kota Bogor yang subur karena terdapat deretan pegunungan dan banyaknya aliran sungai (Fadholi & Supriatin 2016) sehingga memungkinkan untuk pengembangan permakultur (Putro & Miyaura 2020). Berdasarkan keuntungan-keuntungan tersebut, yayasan berpotensi dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi pangan internal yayasan. Optimisme tersebut diperjelas oleh Ferreira (2018) bahwa permakultur berpotensi menjaga ketahanan pangan terutama di daerah pedesaan yang me-

mungkinkan penduduk setempat dapat memenuhi kebutuhan pangan dengan budaya lokal dan tradisi setempat. Flores dan Buot (2021) menyatakan bahwa permakultur merestrukturisasi lanskap pertanian menjadi ekosistem yang beragam dan produktif untuk memproduksi pangan manusia.

Akan tetapi, sistem pertanian permakultur memiliki kelemahan, yaitu produktivitas pada sistem permakultur cenderung lebih rendah dibandingkan pertanian konvensional serta sistem pertaniannya yang cenderung lebih membutuhkan perawatan intensif. Salah satu penyebabnya ialah prinsip permakultur yang mengedepankan penggunaan input pertanian yang berasal dari internal sistem. Padahal seharusnya jika ekosistem dalam kondisi seimbang, akan terjadi keseimbangan alam yang menyebabkan musuh alami terkonservasi dengan baik, sehingga dapat menjadi agen pengendali hama (Heviyanti & Syahril 2018). YS Permaculture perlu berkoordinasi dengan pemerintah dan akademisi terkait ilmu pengetahuan atau teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas komoditas pangan dengan tetap memperhatikan prinsip-prinsip permakultur.

Pengembangan permakultur tidak hanya diarahkan ke peningkatan produktivitas komoditas pertanian tetapi juga agrowisata dan pendidikan permakultur. Strategi tersebut memungkinkan masyarakat juga akan lebih banyak mengenal sistem pertanian permakultur. Saat ini telah banyak konsep wisata pertanian berkelanjutan, salah satunya adalah rancangan Agriculture House di Pekanbaru (Stevan *et al.* 2019) yang mengenalkan pendidikan dan pelatihan pertanian berkelanjutan kepada masyarakat di tengah krisis lingkungan. Konsep pemasaran kreatif untuk agrowisata dicontohkan pada kebun permakultur di Bumi Langit Yogyakarta, yakni melalui *storytelling* tentang kearifan lokal dan pertanian berkelanjutan (Agustina 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi 12 prinsip permakultur, terdapat satu prinsip yang belum diterapkan secara optimum, yaitu menggunakan dan menghargai sumber daya terbarukan berikut fungsinya. YS Permaculture masih menggunakan energi tidak terbarukan untuk kebutuhan listrik dan bahan bakar. Yayasan seyogianya dapat mengadopsi prinsip ekonomi sirkuler dengan memanfaatkan limbah biomassa tanaman atau ternak sebagai sumber energi terbarukan. YS Permaculture juga dapat memanfaatkan cahaya matahari atau mikrohidro dari aliran sungai untuk input energi terbarukan. Berdasarkan identifikasi masalah yang terkait pengembangan kebun permakultur untuk memenuhi kebutuhan konsumsi pangan, terdapat dua masalah utama, yaitu rendahnya produktivitas komoditas pangan dan adanya bencana alam. Strategi yang dapat diajukan untuk meningkatkan produktivitas komoditas pangan dan

pemenuhan konsumsi pangan ialah ekstensifikasi kebun permakultur dan menerapkan pertanian regeneratif yang mengintegrasikan kecerdasan buatan, pemelajaran mesin, dan pertanian presisi. Untuk menanggulangi banjir yang terjadi di kebun, manajemen yayasan perlu bekerja sama dengan pemerintah setempat untuk bersama-sama melakukan reboisasi dan upaya pencegahan banjir lainnya. Upaya pemenuhan kebutuhan konsumsi pangan bagi sivitas yayasan melalui hasil kebun permakultur membutuhkan peran serta berbagai pihak, termasuk pemerintah dan akademisi, untuk mendukung tercapainya ketahanan pangan yang memperhatikan segi ekologi dan sosial.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina S. 2020. Eco Camp Educational Tourism in The Cybernetics Era: A Study of Ethnostorytelling Through Bumi Langit Permaculture Instagram Account Imogiri, Bantul, Yogyakarta, Indonesia. In: *Proceedings of the Third Workshop on Multidisciplinary and Its Applications. WMA-3, Medan (ID) 11–14 December 2019.* <https://doi.org/10.4108/eai.11-12-2019.2292245>
- Ariesa Y, Khairani R, Ekonomi F, Indonesia UP, Pertanian P. 2019. *Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Ketahanan.* 2(1): 8–18.
- Babac S, Belić D. 2018. Permaculture zone planning using the triangular method. *Electronic Journal of the Faculty of Civil Engineering Osijek-e-GFOS* 9(17): 101–110. <https://doi.org/10.13167/2018.17.10>
- Bahlai C, Xue Y, McCreary C, Schaafsma A, Hallett R. 2010. Choosing organic pesticides over synthetic pesticides may not effectively mitigate environmental risk in soybeans. *PLoS ONE.* 5(e11250). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011250>
- Conrad A. 2014. We Are Farmers: Agriculture, Food Security, and Adaptive Capacity among Permaculture and Conventional Farmers in Central Malawi. *Proquest.* 4(1): 88–100.
- Dawson TP, Perryman AH, Osborne TM. 2016. Modelling Impacts of Climate Change on Global Food Security. *Climatic Change.* 134(3): 429–440. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1277-y>
- Deviane A, Harcourt W, Hague T. 2019. *Permaculture as an Alternative Way of Living: The Example of Bumi Langit in Indonesia.* International Institute of Social Studies: Hague, Netherland.
- Didarali Z, Gambiza J. 2019. Permaculture: Challenges and benefits in improving rural livelihoods in South Africa and Zimbabwe. *Sustainability (Switzerland).* 11(8). <https://doi.org/10.3390/su11082219>
- Djausala GP, Sanjayab FJ, Ardeantoc E. 2019. Negara Dan Keanekaragaman Hayati: Menghadapi Tantangan Globalisasi Ekonomi. *Prosiding Seminar Nasional FISIP Universitas Lam Pung (SeFila) 3 “Agenda Baru Pem Bangunan Indonesia Berbasis Local Knowledge”, Kamis, 8 Agustus 2019, Hotel Bukit Randu, Kota Bandar Lampung.* Lampung (ID).
- Fadholi A, Supriatin D. 2016. Sistem Pola Tanam di Wilayah Priangan Berdasarkan Klasifikasi Iklim Oldeman. *Jurnal Geografi Gea.* 12(2): 56–65. <https://doi.org/10.17509/gea.v12i2.1788>
- FAO. 2018. *FAO’s Work on Agroecology.* New York (US): FAO Publications Catalogue.
- Fauziah N, Lutfia ST, Napisah S. 2016. *Alih Fungsi Lahan di Kawasan Serapan Air Puncak Bogor Penyebab Degradasi dan Erosi.* Agroteknology: 1–8.
- Fawzi NI, Husna VN. 2021. Pemanfaatan Informasi Geospasial untuk Ketahanan Pangan Saat Pandemi Covid-19. *Seminar Nasional Geomatika, April, 1.* Bogor (ID). <https://doi.org/10.24895/SNG.2020.0-0.1114>
- Ferguson RS, Lovell ST. 2014. Permaculture for agroecology: Design, movement, practice, and worldview. A review. *Agronomy for Sustainable Development.* 34(2): 251–274. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0181-6>
- Ferguson RS, Lovell ST. 2019. Diversification and labor productivity on US permaculture farms. *Renewable Agriculture and Food Systems.* 34(4): 326–337. <https://doi.org/10.1017/S1742170517000497>
- Ferreira A, Guilherme R, Ferreira C, Oliveira M. 2018. Urban agriculture, a tool towards more resilient urban communities? *Current Opinion in Environmental Science&Health.* 93–97. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.06.004>
- Flores JJM, Buot IE. 2021. The structure of permaculture landscapes in the Philippines. *Biodiversitas* 22(4): 2032–2044. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220452>
- Hasegawa T, Fujimori S, Havlík P, Valin H, Bodirsky BL, Doelman JC, Fellmann T, Kyle P, Koopman JFL, Lotze-Campen H, Mason-D’Croz D, Ochi Y, Pérez Domínguez I, Stehfest E, Sulser TB, Tabeau A, Takahashi K, Takakura J, van Meijl H, Witzke P. 2018. Risk of increased food insecurity under stringent global climate change mitigation policy. *Nature Climate Change.* 8(8): 699–703. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0230-x>
- Hathaway MD. 2016. Agroecology and permaculture: addressing key ecological problems by rethinking and redesigning agricultural systems. *Journal of Environmental Studies and Sciences.* 6(2): 239–250. <https://doi.org/10.1007/s13412-015-0254-8>

- Heviyanti M, Syahril M. 2018. Keanekaragaman dan Kelimpahan Serangga Hama dan Predator pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*) di Desa Paya Rahat, Kabupaten Aceh Tamiang. *Agrosamudra*. 5(2): 31–38.
- Holmgren D. 2020. *Essence of permaculture*. Seymour, VIC, Australia: Melliodora Publishing.
- Krebs J, & Bach S. 2018. Permaculture-Scientific Evidence of Principles for the Agroecological Design of Farming Systems. *Sustainability*. 9: 3218. <https://doi.org/10.3390/su10093218>
- Jensen P. 2013. Permagarden Field Manual: Growing Vegetables and Fruits to Impact Household Nutrition and Economic Strengthening. USAID. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00KWCK.pdf
- McLennon E, Dari B, Jha G, Sihi D, Kankarla V. 2021. Regenerative agriculture and integrative permaculture for sustainable and technology driven global food production and security. *Agronomy Journal*. 113(6): 4541–4559. <https://doi.org/10.1002/agj2.20814>
- Mollison B. 2002. *Permaculture: A Designer's Manual*. 2nd ed. Tasmania (US): Tagari Publications.
- Nabilah R, Mugnisjah WQ, Gunawan A. 2018. Permaculture model for fulfilling nutritious food needs students of IPB dormitory. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 179, 3rd International Symposium for Sustainable Landscape Development (ISSLD 2017) 14–15 November 2017*. Bogor (ID). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/179/1/012011>
- Namululi AM. 2011. *The Potential of Permaculture in Addressing Food Insecurity in Karamoja District, Uganda*. MSc.
- Niesenbaum RA. 2019. The integration of conservation, biodiversity, and sustainability. *Sustainability, Biodiversity, and Conservation*. 11(4676): 1–11. <https://doi.org/10.3390/su11174676>
- Piratelli A, Pina-Rodrigues FCM, Raedig C. 2019. Integrating Biodiversity Conservation into Agroecosystem Management: Using Birds to Bring Conservation and Agricultural Production Together. *Strategies and Tools for a Sustainable Rural Rio de Janeiro*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-89644-1_10
- Putro RH, Miyaura R. 2020. Indonesian permaculture: Factors shaping permaculture farm systems in humid tropical Indonesia. *Tropical Agriculture and Development*. 64(3): 113–124.
- Putryana O, Nugroho PS, Musyawaroh. 2020. Penerapan konsep permaculture pada perancangan Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian Lahan Kering. *Jurnal SENTHONG*. 3(2): 357–368.
- Rahadian A. 2016. Model Pembinaan UMKM Industri Kreatif: Sebuah Solusi Meningkatkan Daya Saing Global. Prosiding Seminar STIAMI ISSN 2355-2883 Volume III, No. 01, Februari 2016. *Prosiding Seminar STIAMI, III(01)*. <http://www.stiami.ac.id/jurnal/download/144/model-pembinaan-umkm-industri-kreatif-sebuah-solusi-meningkatkan-daya-saing-global>
- Rangkuti F. 2017. *Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis*. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.
- Riolo F. 2018. The social and environmental value of public urban food forests: The case study of the Picasso Food Forest in Parma, Italy. *Urban For Urban Green*. 45(126225). <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.10.002>
- Smithies O. 2019. *A Critical Exploration of Permaculture's Global Role in Sustainable Development* (Issue September). [Thesis] University of Salford.
- Stevan H, Ratna A, Mira D. (2019). *Agriculture house dengan penekanan permaculture di Pekanbaru*. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*. 1(1): 1–15.
- Suryana A. 2014. Toward sustainable Indonesian food security 2025: Challenges and its responses. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 32(2): 123–135. <https://doi.org/10.21082/fae.v32n2.2014.123-135>
- Ulbrich R, Pahl-Wost C. 2019. The German permaculture community from a community of practice perspective. *Sustainability*. 11(5): 1241. <https://doi.org/10.3390/su11051241>
- Umiarti AT. 2019. *Peranan Ternak dalam Sistem Permakultur*. Jakarta (ID): Pustaka Larasan.
- Van Der Lugt P, Van Den Dobbelen AAJF, Janssen JJA. 2006. An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures. *Constr Build Mater*. 20(9): 648–656. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.02.023>