



Standardisasi Rancang Bangun Hidroponik Skala Rumah dan Industri Perkotaan

Iman Muhardiono, Andi Damar, dan Kuwat Setiawan

Balai Pengujian Standar Instrumen Agroklimat dan Hidrologi Pertanian, Bogor

RINGKASAN

Hidroponik merupakan teknik bercocok tanam tanpa tanah, dengan menekankan pada pemenuhan nutrisi tanaman. Kebutuhan lahan yang tidak luas, kemudahan cara bertanam dan perawatannya, usia panen yang lebih cepat serta produk yang lebih bersih merupakan faktor-faktor yang menyebabkan kegiatan bercocok tanam sistem hidroponik cepat diadaptasi dan berkembang di masyarakat, baik untuk tujuan hobi maupun komersial. Kajian ini bertujuan untuk mendesain sarana prasarana pertanian hidroponik skala rumah tangga dan industri kecil yang mengacu terhadap standar yang sudah berlaku. Terdapat enam jenis desain hidroponik yang memiliki spesifikasi kesesuaian untuk budidaya tanaman hortikultura di perkotaan, yaitu 1) NFT (*Nutrient Film Technique*) Rumah Tangga, 2) *Dutch Bucket*, 3) *Vertical Tower*, 4) *Akuaponik*, 5) NFT (*Nutrient Film Technique*) Industri Kecil, dan 6) Rakit Apung. Spesifikasi rancang bangun hidroponik sudah memenuhi kaidah SNI.

I. PENDAHULUAN

Meningkatnya populasi penduduk, kesejahteraan masyarakat, serta pengetahuan masyarakat terkait kesehatan akan berpengaruh terhadap peningkatan permintaan sayuran, sehingga produksi sayuran harus ditingkatkan (Harmain *et al.*, 2022). Peningkatan kuantitas dan kualitas produksi sayuran sangat perlu dilakukan pada masa sekarang, mengingat produk sayuran yang mudah rusak. Selain itu, kesadaran konsumen dalam memilih produk yang akan dikonsumsi juga dapat menjadi tantangan bagi produsen hortikultura. Sebagai solusi permasalahan tersebut, manusia secara kreatif telah mengembangkan berbagai teknologi untuk memproduksi tanaman sayuran, buah, dan tanaman hias tanpa menggunakan tanah dengan jumlah air yang sedikit. Teknologi ini dikenal dengan nama hidroponik (Ramahdana & Wilis, 2019; Roidah, 2014; Winda *et al.*, 2020).

Hidroponik secara harfiah terbentuk dari kata *hydro* = air, dan *ponic* = pengerjaan, sehingga diterjemahkan secara bebas yaitu teknik bercocok tanam dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Keunggulan dari budidaya menggunakan sistem hidroponik adalah kepadatan tanaman per satuan luas dapat dilipat gandakan sehingga menghemat penggunaan lahan. Kemudian mutu produk seperti bentuk, ukuran, rasa, warna, kebersihan, dapat dijamin karena kebutuhan nutrisi tanaman dipasok secara terkendali, serta tidak tergantung musim/waktu tanam atau panen sehingga dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pasar.

DAFTAR ISI

Standardisasi Rancang Bangun Hidroponik Skala Rumah dan Industri Perkotaan.....	1
Penggunaan Pupuk Organik yang Berstandar untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan.....	7
SNI Sistem Surjan Menjamin Diversifikasi Komoditas Di Lahan Rawa.....	12
Pemanfaatan Cendawan dan Bakteri Sebagai Agen Pendegradasi Residu Pestisida pada Lahan Pertanian.....	16
Pertanian Regeneratif: Solusi Berkelanjutan untuk Keberlanjutan Ekosistem Pertanian dan Ketahanan Pangan.....	19

Hidroponik secara prinsip terbagi menjadi dua yakni hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT) dan substrat. Hidroponik NFT merupakan model budidaya dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran dapat berkembang didalam larutan nutrisi, karena di sekitar perakaran terdapat selapis larutan nutrisi. Kelebihan air akan mengurangi jumlah oksigen, tinggi lapisan nutrisi pada sistem NFT maksimal 3 mm. Hidroponik substrat merupakan model budidaya tidak menggunakan air sebagai media, namun menggunakan media padat (bukan tanah) yang dapat menyerap atau menyediakan nutrisi, air, dan oksigen serta mendukung akar tanaman seperti fungsi tanah (Fauzi *et al.*, 2016).

II. SISTEM HIDROPONIK

Beberapa jenis hidroponik yang berkembang di Indonesia yakni:

A. Hidroponik Wick System (Sistem Sumbu)

Hidroponik sistem sumbu (*wick*) merupakan metode hidroponik sederhana yang dilakukan sebagai penghubung antara nutrisi dan bagian perakaran pada media tanam. Model ini umumnya diminati oleh pengguna yang baru mengenal sistem hidroponik karena biaya yang relatif murah dan cara penggunaannya pun lebih mudah. Kelemahan dari sistem ini adalah larutan nutrisi tidak tersirkulasi sehingga rawan ditumbuhi lumut yang menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih lambat.

B. Hidroponik NFT

Hidroponik sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) merupakan metode menggunakan larutan nutrisi atau film setebal 1-3 mm. Larutan nutrisi ini dipompa dan dialirkan melewati akar tanaman secara terus menerus dengan kecepatan aliran sekitar 1-2 liter per menit. Sirkulasi nutrisi bisa dipakai ulang dalam beberapa minggu sesuai dengan kebutuhan tanaman. Beberapa keuntungan memakan sistem NFT dapat dengan mudah mengendalikan daerah perakaran tanaman, kebutuhan air dapat terpenuhi dengan baik dan mudah. Keseragaman nutrisi dan tingkat konsentrasi larutan nutrisi yang dibutuhkan tanaman dapat disesuaikan dengan usia dan jenis tanaman. Tanaman memperoleh suplai air, nutrisi, dan oksigen secara terus menerus.

C. Hidroponik Rakit Apung

Sistem hidroponik rakit apung atau *floating system* adalah salah satu sistem budidaya tanaman yang dikembangkan dari *water culture*. Sistem hidroponik ini tergolong sistem yang sederhana. *Platform* ini terbuat dari *styrofoam* dan mengapung langsung pada larutan nutrisi yaitu dengan menempatkan tanaman dalam keadaan diapungkan tepat di atas larutan nutrisi. Suplai oksigen ke akar tanaman menggunakan pompa aquarium yang dimasukkan ke dalam bak penampung nutrisi. Posisi dari ketinggian tanaman diatur sedemikian rupa sehingga perakaran menyentuh larutan

nutrisi. Kelebihan dari hidroponik rakit apung adalah tanaman mendapat pasokan air dan nutrisi secara terus menerus sehingga memudahkan perawatan. Akan tetapi, sistem ini memiliki kadar oksigen yang rendah di daerah perakaran karena terendamnya akar tanaman dalam larutan nutrisi. Gangguan akar sebagai akibat dari kekurangan oksigen menimbulkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang tidak sempurna dalam proses pertumbuhan serta menurunnya hasil panen produksi hidroponik.

D. Hidroponik Ebb dan Flow System

Teknik *Ebb and Flow* (pasang surut) merupakan salah satu teknik hidroponik yang banyak digunakan. Sistem ini bekerja dengan memenuhi media pertumbuhan dengan larutan nutrisi. Larutan nutrisi yang tidak terserap kembali ke bak penampung. Waktu pasang surut dapat diatur dengan menggunakan *timer*. Namun, penggunaan *timer* ini memiliki beberapa kekurangan yaitu dari segi penggunaan listrik dan pemberian larutan nutrisi yang tidak efisien/boros (Delya *et al.*, 2014).

E. Hidroponik Drip System

Hidroponik sistem drip adalah sistem menanam tanaman menggunakan sistem irigasi tetes (*drip irrigation system*) untuk mengalirkan nutrisi ke wilayah perakaran melalui selang irigasi dengan menggunakan *drifter* yang diatur waktunya dengan *timer*. Media tanam sistem ini adalah batu apung, sekam bakar, zeolit, atau *cocopeat* (sabut kelapa), yang berfungsi sebagai tempat akar berkembang dan memperkokoh kedudukan tanaman. Adapun nutrisi hidroponik disimpan di wadah (Slameto *et al.*, 2022).

F. Hidroponik Aeroponik System

Aeroponik merupakan suatu model modifikasi hidroponik dengan menempatkan akar sehingga akar tampak menggantung. Cara pemberian nutrisi pada metode aeroponik sendiri adalah dengan menyemprotkan butiran air yang telah bercampur dengan nutrisi cair yang disemprot menggunakan pompa bertekanan tinggi dan beberapa set *nozzle* pengkabutan atau *sprinkler* agar butiran yang dihasilkan bisa sangat halus atau dalam bentuk kabut. Penggunaan *sprinkler* juga dapat menjamin ketepatan waktu penyiraman, jumlah air, dan dapat menciptakan uap air di udara sekeliling tanaman serta memberikan lapisan air pada akar, sehingga menurunkan suhu sekitar daun dan mengurangi evapotranspirasi (Faisal *et al.*, 2019).

III. NUTRISI HIDROPONIK

Tanaman akan tumbuh dengan baik apabila sudah terpenuhi unsur hara makro dan mikronya. Unsur-unsur hara makro yang harus terpenuhi adalah Nitrogen (N), Fosfor (P), Magnesium (M), dan Sulfur (S). Sedangkan unsur-unsur hara mikro meliputi Besi (Fe), Klorida (Cl), Mangan (Mn), Seng (Zn), Boron (B), dan Molibdenum (Mo). Unsur hara seperti Nitrogen diperlukan untuk pertumbuhan awal pada tanaman dan pembentukan daun. Fosfor dibutuhkan tanaman sebagai terbentuknya perakaran, sehingga dapat menyerap unsur hara dengan baik. Sedangkan Kalium sangat berperan penting

dalam proses fotosintesis dan juga untuk mengontrol fase vegetatif dan fase generatif.

Dalam hidroponik disebut dengan nutrisi A dan nutrisi B. Nutrisi A merupakan unsur hara makro dan nutrisi B merupakan unsur hara mikro. Pemakaian nutrisi A dan B terpisah, dikarenakan untuk mencegah pencampuran secara langsung antara nutrisi A dan B. Dalam keadaan pekat akan menimbulkan reaksi kimia antara garam-garam yang menimbulkan gumpalan atau kristal. Jika terjadi penggumpalan akan menimbulkan endapan dan tidak lagi efisien untuk diserap oleh tanaman.

Metode budidaya hidroponik secara umum membutuhkan biaya yang relatif besar di awal dalam pembuatannya, sehingga dibutuhkan perancangan dan perencanaan agar model hidroponik bisa efisien dan berdaya guna.

IV. RANCANG BANGUN MODEL HIDROPONIK

Rancang bangun model bertujuan untuk menghindari pemanfaatan alat dan bahan yang berlebihan serta mendorong para pelaku di bidang hidroponik untuk mengacu standar yang berlaku. Pada gambar 1 disajikan tahapan proses pelaksanaan kegiatan.



Gambar 1. Tahapan Proses Pelaksanaan

a. Observasi

Mencari lokasi yang cocok dari segi aspek ruang dan kondisi lingkungan untuk membangun konstruksi model hidroponik.

b. Desain

Mendesain hasil dari observasi lapangan dituangkan ke dalam aplikasi gambar sehingga dapat diketahui jumlah

material yang dibutuhkan dan bentuk rangka yang akan dibangun.

c. Pembuatan/Proses Produksi

Aplikasi dari desain yang sudah dibuat untuk konstruksi model hidroponik dengan bahan dasar disajikan pada Tabel 1.

V. IMPLEMENTASI MODEL HIDROPONIK

Pekan Nasional Tani dan Nelayan XVI di Sumatera Barat menampilkan berbagai *display* model hidroponik. Area yang dipergunakan untuk penempatan model hidroponik memiliki panjang 12 m dengan lebar 10 meter. Model hidroponik yang dibuat yakni NFT skala rumah tangga, *Dutch Bucket*, *Vertical Tower*, *Akuaponik*, NFT industri kecil, Rakit Apung. Area penempatan model hidroponik disajikan pada Gambar 2.

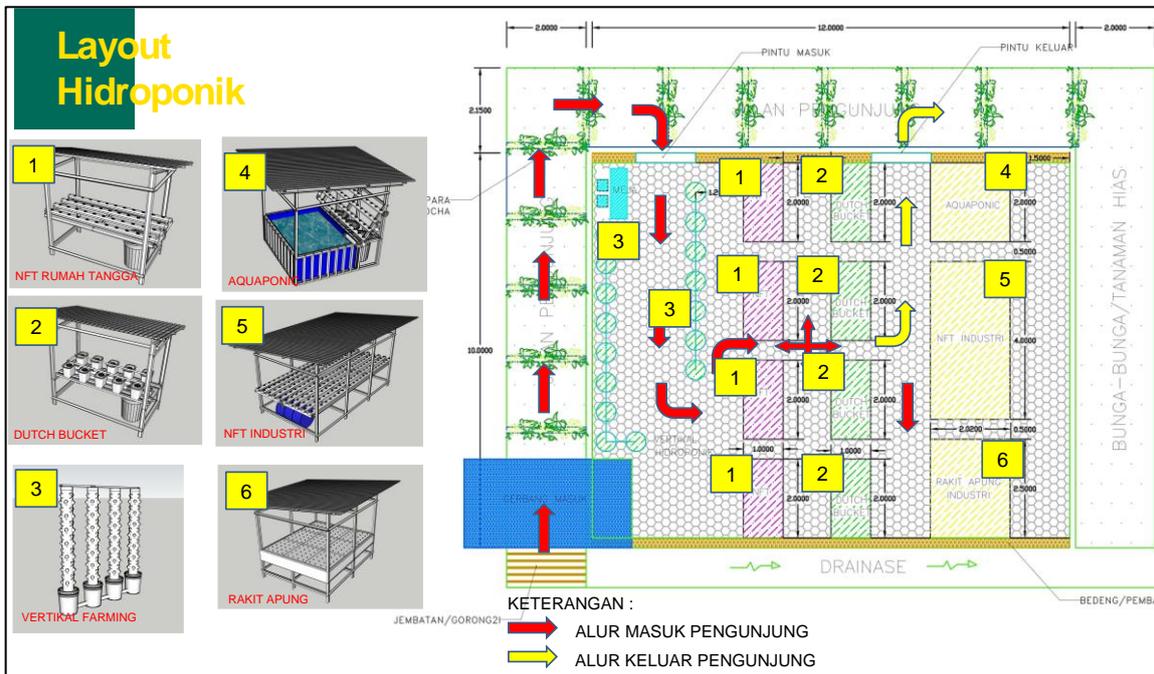
Sebelum implementasi di lapangan, dilakukan pembuatan desain model hidroponik. Proses desain merupakan tahapan penggambaran model menggunakan *software* CAD agar dapat merencanakan kebutuhan jumlah dan volume konstruksi hidroponik serta kebutuhan anggaran yang dibutuhkan. Desain hidroponik disajikan pada Gambar 3.

Tahapan selanjutnya adalah pembuatan proses konstruksi, yang terdiri dari:

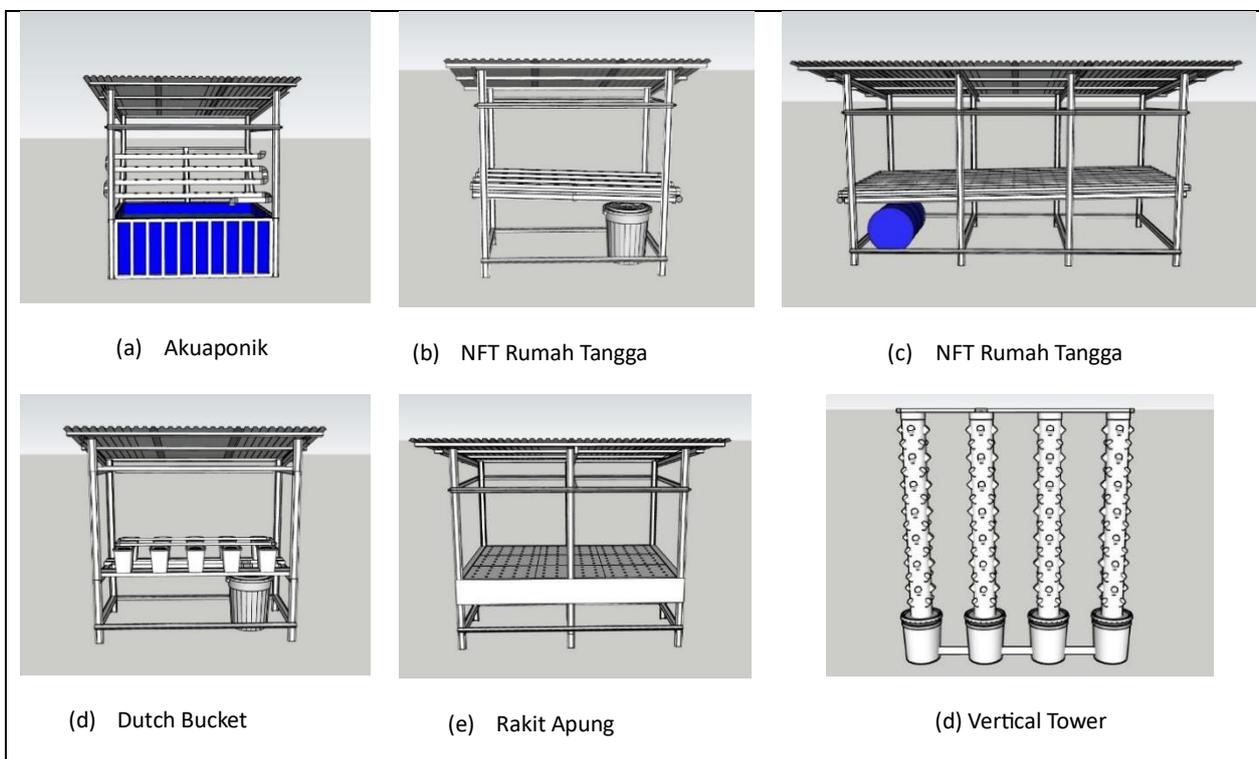
- a) Pembersihan lahan: tahapan persiapan untuk membersihkan gulma, rumput, dan meratakan permukaan tanah berfungsi untuk menstabilkan aliran air di perpipa/gully hidroponik.
- b) Pemasangan *paving block*: tahapan pengerasan dan menutup permukaan lahan agar tidak ditumbuhi gulma, sehingga permukaan menjadi rata, rapi, dan bersih.
- c) Perapihan: tahapan perapihan areal lahan untuk mencegah pergeseran *paving block*, dan meningkatkan keamanan untuk dilalui pengunjung.
- d) Perakitan: tahapan teknis kegiatan pemotongan kerangka baja ringan kanal C, pemotongan *gully*/ pipa penampung, pelubangan pipa dan ember.

Tabel 1. Bahan Dasar Model Hidroponik

Komponen	Tipe Modul					
	Akuaponik	NFT Rumah Tangga	NFT Industri Kecil	<i>Dutch Bucket</i>	Rakit Apung	<i>Vertical Tower</i>
Rangka Modul	Kanal C 75 Baja Ringan	Kanal C 75 Baja Ringan	Kanal C 75 Baja Ringan	Kanal C 75 Baja Ringan	Kanal C 75 Baja Ringan	-
Kolam	Terpal Semi Karet	-	-	-	-	-
Wadah	Pipa Tanpa Timbal Ø 2.5 inci	<i>Gully trapesium</i>	<i>Gully trapesium</i>	<i>Dutch Bucket</i>	Bak <i>Calsiboard</i> , terpal, <i>styrofoam</i>	Pipa Tanpa Timbal Ø 6 inci
Atap	Atap gelombang transparan	Atap gelombang transparan	Atap gelombang transparan	Atap gelombang transparan	Atap gelombang transparan	-
Aksesoris	Ember 80 L dan Pompa	Ember 80 L dan Pompa	Ember 200 L dan Pompa	Ember 80 L dan pompa	Pompa	Ember 20 L dan pompa



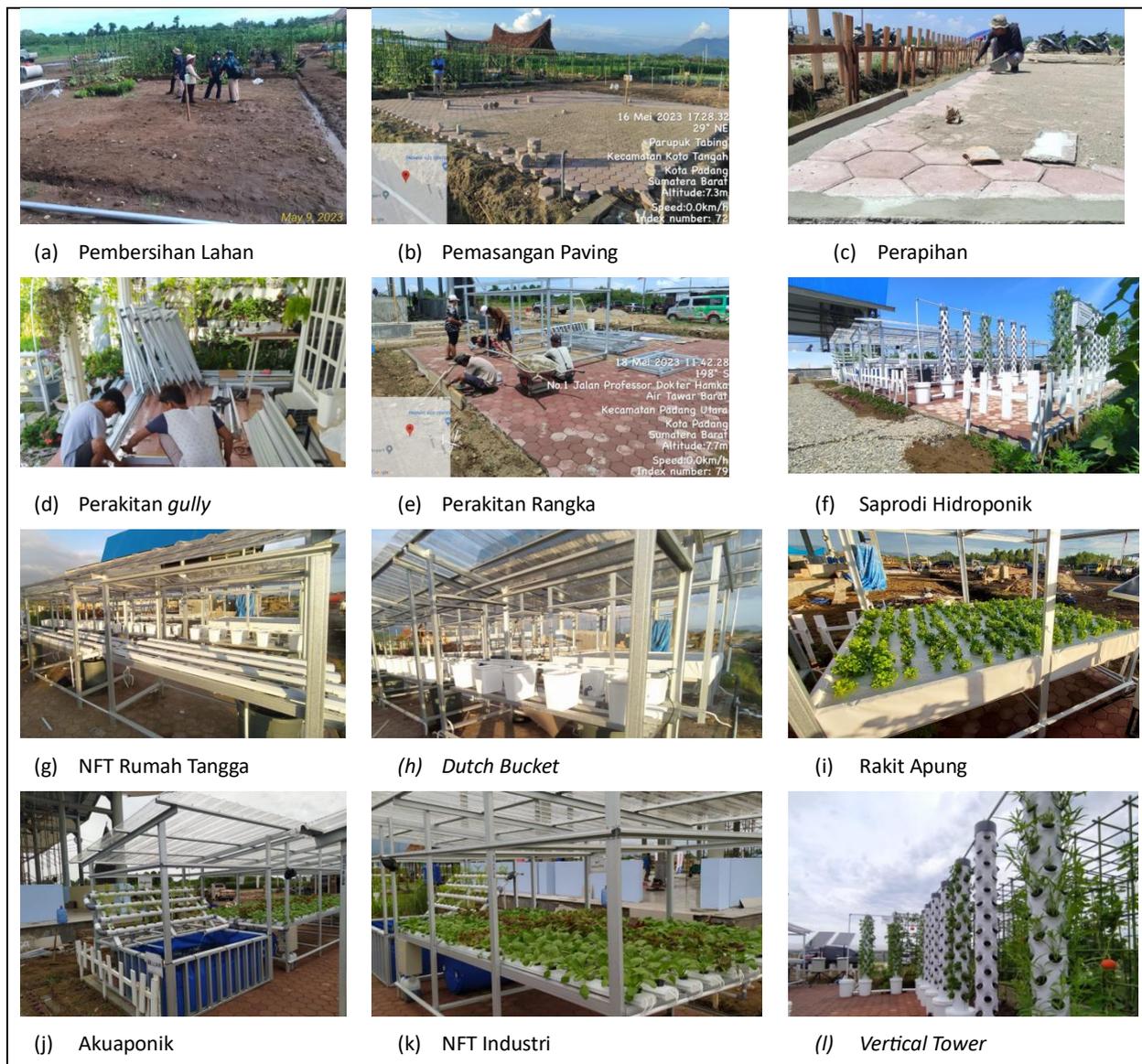
Gambar 2. Area Penempatan Model Hidroponik



Gambar 3. Desain Hidroponik

- e) Perakitan rangka: tahapan teknis pemasangan kerangka baja ringan di lokasi area hidroponik serta mengatur tata letak arah kemiringan atap dan jarak antar model hidroponik.
- f) Perlengkapan: tahapan teknis pemasangan aksesoris pendukung tiap model hidroponik, seperti sarana produksi tanaman.

Tahapan proses konstruksi model hidroponik disajikan pada gambar 4. Implementasi model hidroponik di PENAS XVI Sumatera Barat juga menerapkan standar karena penggunaan bahan-bahan memenuhi standar mutu dan berlabel SNI. Secara teknis model hidroponik yang dirancang dan dibangun memiliki unsur Standar Nasional Indonesia (SNI) yang disajikan pada Tabel 2.



Gambar 4. Tahapan Proses Konstruksi

Rancang bangun hidroponik dalam penerapannya didorong sesuai dengan UU Nomor 20 tahun 2014 tentang Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian. Tujuan dari penerapan standar ini adalah untuk melindungi kepentingan publik dari aspek keamanan, keselamatan, kesehatan, dan fungsi pelestarian lingkungan hidup (K3L); meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap produk nasional; dan akses ke pasar global. Diharapkan standardisasi dapat memberikan nilai tambah kepada produk Indonesia yang menjadi andalan ekspor; meningkatkan akses pasar terhadap inovasi nasional; serta meningkatkan keunggulan kompetitif Indonesia dalam persaingan global melalui penguatan efisiensi sistem produksi nasional.

Mengacu kepada Tabel 2, penerapan Standar Nasional Indonesia (SNI) pada komponen hidroponik yaitu: rangka modul memiliki SNI 8399:2017, untuk wadah baik pipa tanpa timbal dan gully memiliki SNI 06-2544-1991 sd SNI 06-2556-1991, bagian atap memiliki SNI 03-1296-1989, dan aksesoris

untuk pompa memiliki SNI 04-6292.2.4.1-2003, serta ember plastik memiliki SNI 12-2577-1992 dan SNI 12-1300-1998.

Secara bentuk dimensi dan ukuran baik NFT rumah tangga dan Dutch Bucket memiliki panjang 2 m, lebar 1 m dengan tinggi atap 2 m, agar memudahkan operator beraktivitas cocok tanam. Pada umumnya lahan pekarangan masyarakat perkotaan tidak terlalu luas, sehingga dimensi tersebut cukup mewakili ruang tanam. Untuk model NFT industri memiliki dimensi panjang 4 m x lebar 2 m x tinggi atap 2,2 m; model Aquaponik panjang 2 m x lebar 2 m, tinggi atap 2,2 m; model rakit apung memiliki dimensi panjang 2,5 m x lebar 2 m x tinggi atap 2,2 m. Model industri kecil dengan lebar 2x lipat dari skala rumah tangga cukup untuk memenuhi permintaan tanaman secara rutin selama 1 minggu sekali. Model vertical tower memiliki panjang 2 m x lebar 0,3 m x tinggi 2 m, model ini paling minimalis dalam memanfaatkan ruang. Ukuran dimensi pada dasarnya mengadopsi SNI 03-1979-1990, dimana mengacu terhadap matra ruang minimum untuk ukuran panjang, lebar, dan tinggi ruang.

Tabel 2. Penerapan SNI pada Model Hidroponik pada PENAS XVI Sumatera Barat

Kode SNI	Keterangan
SNI 8399:2017	: Profil Rangka Baja Ringan
SNI 03-1296-1989	: Atap plastik gelombang dari PVC
SNI 04-6292.2.4.1-2003	: Peranti Listrik Rumah Tangga dan Sejenisnya Keselamatan – Bagian 2-41: Persyaratan khusus untuk pompa
SNI 06-2544-1991	: Uji Ketahanan PVC terhadap Methylene Chloride
SNI 06-2548-1991	: Uji Diameter Luas PVC dengan Jangka Sorong
SNI 06-2549-1991	: Uji Kekuatan PVC terhadap Tekanan Hidrostatik
SNI 06-2550-1991	: Uji Ketebalan Dinding Pipa PVC untuk Air Minum
SNI 06-2551-1991	: Uji Bentuk dan Sifat tampak Pipa PVC untuk Air Minum
SNI 06-2552-1991	: Pengambilan Contoh Uji PVC untuk Air Minum
SNI 06-2553-1991	: Uji Perubahan Panjang Pipa PVC untuk Air Minum dengan Uji Oven
SNI 06-2555-1991	: Uji Kadar PVC pada Pipa PVC untuk Air Minum dengan THF
SNI 06-2556-1991	: Uji Diameter Luar Pipa PVC untuk Air Minum dengan Pita Meter
SNI 12-2577-1992	: Jerigen plastik polyolefin untuk air minum dengan kapasitas bersih 20 liter
SNI 12-1300-1998	: Ember Plastik
SNI 03-1979-1990	: Spesifikasi Matra Ruang dan Rumah Tinggal

Rumah Perkotaan dengan Budidaya Sayuran Hidroponik. *Jurnal Sapangambeli Manoktok Hitei*, 2(1), 60–67. <http://jpmsm.usi.ac.id>

Ramahdana, R., & Wilis, R. (2019). PEMETAAN HIDROPONIK KOTA DI PADANG. *Jurnal Buana*, 3(3), 524–533.

Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan Lahan dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. *Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO*, 1(2).

Slameto, S., Fariroh, I., & Rusdiana, R. Y. (2022). Penerapan Teknologi Aeroponik untuk Produksi Benih Kentang di Desa Ngadisari Kabupaten Probolinggo. *Dharmakarya*, 11(1), 51. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v11i1.36136>

UU Nomor 20 tahun 2014 tentang Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian

Winda, G., Mutiara, V. I., & Sari, R. (2020). Optimalisasi Produksi Usahatani Sayuran Hidroponik di Usaha Hydro Garden Padang. *Journal of Socio Economics on Tropical Agriculture*, 2(2), 166–175. <https://doi.org/10.25077/joseta.v2i1.239>.

VI. PENUTUP

Rancang bangun model hidroponik dengan model 1) NFT (*Nutrient Film Technique*) Rumah Tangga, 2) *Dutch Bucket*, 3) *Vertical Tower*, 4) *Aquaponic*, 5) NFT (*Nutrient Film Technique*) Industri Kecil, dan 6) Rakit Apung dapat diimplementasikan pada berbagai kegiatan serta mendukung penerapan standar yang sudah ditetapkan sehingga meningkatkan mutu dan kualitas produk. Ukuran dan dimensi yang dirancang untuk skala rumah tangga dan industri kecil mewakili kondisi ruang terbuka masyarakat perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Delya, B., Tusi, A., Lanya, B., & Zulkarnain, I. (2014). Rancang Bangun Sistem Hidroponik Pasang Surut Otomatis untuk Budidaya Tanaman Cabai. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(3), 205–212.
- Faisal, A., Mulyana, A., & Hartaman, A. (2019). Kontrol dan Monitoring Budidaya Sayuran dengan Metode Aeroponik Berbasis Mikrokontroler. *E-Proceeding of Applied Science*, 5(1), 223–235.
- Fauzi, A. R., Ichniarsyah, A. N., & Agustin, H. (2016). Pertanian Perkotaan: Urgensi, Peranan, dan Praktik Terbaik. *Jurnal Agroteknologi*, 10(01), 49–62.
- Harmain, U., Saragih, J. R., Astuti, T., Pasaribu, M. P., & Nainggolan, P. (2022). Pemanfaatan Pekarangan

Penggunaan Pupuk Organik yang Berstandar untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan

Linca Anggria, Ema Lindawati

Balai Pengujian Standard Instrumen Tanah dan Pupuk, Bogor

RINGKASAN

Pertanian berkelanjutan bertujuan untuk mempertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan dan melestarikan sumber daya alam. Salah satu contoh penerapan pertanian berkelanjutan adalah sistem pertanian organik. Salah satu bahan yang diperbolehkan untuk penyubur tanah pada pertanian organik terdiri dari: pupuk hijau, kotoran ternak, urine ternak, kompos sisa tanaman, kompos media jamur merang dan sebagainya. Pupuk organik yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah, serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan atau biologi tanah. Pentingnya standar mutu pupuk diantaranya perlindungan konsumen dan produsen pupuk organik padat maupun cair, mendukung pengembangan industri agrokimia, menyesuaikan standar baku internasional dan menjamin mutu produk yang beredar di dalam negeri agar sesuai syarat mutu. Syarat mutu pupuk organik padat sesuai dengan SNI 7763:2024 sedangkan pupuk organik cair sesuai Kepmentan No 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Adapun parameter mutu pupuk ini mencakup kadar C-organik, bahan organik, C/N, bahan ikutan, kadar air, pH, N, P, K, cemaran logam berat, unsur mikro, *E-coli*, *Salmonella sp* dan sebagainya.

I. PENDAHULUAN

Pertanian berkelanjutan merupakan pengelolaan sumberdaya yang berhasil untuk usaha pertanian guna membantu kebutuhan manusia yang berubah sekaligus mempertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan dan melestarikan sumber daya alam. Ada banyak alasan mengapa pertanian berkelanjutan harus menjadi pilihan demi menjaga kehidupan yang berkualitas. Ada empat kecenderungan positif yang mendorong sistem budidaya harus berkelanjutan, yaitu perubahan sikap petani, permintaan produk organik, keterkaitan petani dan konsumen, serta perubahan kebijakan (Rachmawatie *et al.*, 2020). Salah satu contoh penerapan pertanian berkelanjutan adalah sistem pertanian organik. Pertanian organik adalah metode produksi tanaman yang berfokus pada perlindungan lingkungan untuk menciptakan agroekosistem yang optimal dan lestari berkelanjutan, baik secara sosial, ekologi, maupun ekonomi seta etika (Kardinan, 2016).

Dengan sistem pertanian organik, tidak hanya pangan yang sehat dan bergizi yang dihasilkan, tetapi kelestarian lingkungan pun akan turut terjaga. Berdasarkan SNI 6729-2016, sistem pertanian organik merupakan sistem

manajemen produksi yang holistik untuk meningkatkan dan mengembangkan kesehatan agroekosistem, termasuk keragaman hayati, siklus biologi, dan aktivitas biologi tanah. Pertanian organik menekankan penerapan praktek-praktek manajemen yang lebih mengutamakan penggunaan input dari limbah kegiatan budidaya di lahan dan tidak menggunakan bahan sintesis baik berupa pupuk maupun pestisida. Salah satu bahan yang dibolehkan untuk penyubur tanah untuk pertanian organik terdiri dari: pupuk hijau, kotoran ternak, urine ternak, kompos sisa tanaman, kompos media jamur merang, kompos limbah organik sayuran, dan sebagainya, yang bukan berasal dari ternak yang dibudidayakan secara non-organik atau ternak yang diberi pakan hasil rekayasa genetik (GMO).

Pengertian pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan, dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah, serta memperbaiki sifat fisik, kimia, biologi tanah (Kepmentan No 261/KPTS/SR.310/M/4/2019). Pupuk organik dapat dibuat dari berbagai jenis sumber bahan, antara lain kotoran hewan, sisa tanaman (jerami, brangkas, tongkol jagung, bagas tebu, sabut kelapa), serbuk gergaji, limbah media jamur, rumah tangga, dan pabrik serta pupuk hijau (Hartatik *et al.*, 2015).

Pupuk organik terdiri atas bahan organik, unsur hara makro dan mikro yang dapat terserap oleh tanaman. Mekanisme penyerapan unsur hara pada pupuk organik ke dalam tanah akan didegradasi oleh mikroorganisme tanah atau diserap langsung oleh tanaman. Hara makro dan mikro dibutuhkan dalam mendukung pertumbuhan tanaman (Haynes, 2005). Pupuk anorganik mampu menyediakan satu (pupuk tunggal) sampai beberapa jenis (pupuk majemuk) hara tanaman, namun tidak menyediakan senyawa karbon yang berfungsi memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah. Dengan demikian penggunaan pupuk anorganik yang tidak diimbangi dengan pemberian pupuk organik dapat merusak struktur tanah dan mengurangi aktivitas biologi tanah (Hartatik *et al.*, 2015).

Bahan organik dapat diperlukan untuk menambah kesuburan tanah dan menyimpan unsur hara mikro serta faktor lainnya yang biasanya tidak ditemukan dalam pupuk anorganik. C-organik merupakan komponen penting yang mempengaruhi sifat-sifat tanah untuk mendukung

pertumbuhan tanaman, yaitu sebagai sumber energi bagi organisme tanah dan pemicu ketersediaan hara bagi tanaman. Salah satu indikator keberhasilan pengelolaan lahan pertanian adalah tetap terjaganya cadangan C-organik tanah, sehingga keseimbangan dalam tanah, lingkungan dan keanekaragaman hayati dapat terjaga (Haynes, 2005).

II. PERTANIAN ORGANIK, JENIS, PERAN DAN STANDAR PUPUK ORGANIK

Pertanian organik berperan penting dalam mewujudkan keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Pertanian organik mengedepankan prinsip-prinsip pengelolaan lahan dan produksi pangan yang ramah lingkungan, mengurangi penggunaan pestisida sintesis, pupuk kimia, dan menggunakan sumber daya alam secara berkelanjutan. Pertanian organik memiliki peran yang signifikan dalam meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan tidak menggunakan pestisida sintesis dan pupuk kimia, pertanian organik mengurangi risiko polusi tanah, air, dan udara. Penggunaan metode alami seperti pengomposan, rotasi tanaman, dan pengendalian hama organik, dapat membantu menjaga keseimbangan ekosistem dan keanekaragaman hayati. Selain itu, pertanian organik juga mendukung konservasi tanah dengan praktek-praktek seperti penanaman tumpang sari, pengendalian erosi, dan pemulihan kualitas tanah.

Berikut contoh peran pertanian organik, yakni:

- **Keberlanjutan lingkungan**
 Dalam pertanian organik, petani mengurangi penggunaan pestisida sintesis dan pupuk kimia dan beralih ke pupuk organik seperti penggunaan kompos, pupuk hijau, dan pengendalian hama organik. Ini membantu mengurangi polusi tanah, air, dan udara yang disebabkan oleh bahan kimia sintesis.
- **Kesehatan masyarakat**
 Dengan beralih ke pertanian organik, masyarakat setempat dapat mengonsumsi pangan yang lebih sehat dan bebas dari residu pestisida serta bahan kimia berbahaya. Hal tersebut mengurangi risiko paparan terhadap zat-zat beracun yang dapat memengaruhi kesehatan manusia, seperti gangguan hormonal dan masalah kesehatan lainnya. Masyarakat juga dapat memanfaatkan produk organik sebagai sumber nutrisi yang lebih baik, seperti sayuran dengan kandungan gizi yang lebih tinggi.
- **Pemberdayaan masyarakat**
 Proyek pertanian organik ini juga memberdayakan masyarakat setempat secara ekonomi dan sosial. Petani organik diberdayakan dengan pengetahuan dan keterampilan dalam mengelola lahan secara organik, yang meningkatkan pendapatan dan kemandirian ekonomi mereka.

Berdasarkan bentuknya, pupuk organik dapat dikelompokkan menjadi pupuk organik padat dan pupuk organik cair (POC). POC dapat diartikan sebagai pupuk yang

dibuat secara alami melalui proses fermentasi sehingga menghasilkan larutan limbah tanaman dan atau kotoran hewan (Ladiyani *et al.*, 2021). Dibandingkan dengan pupuk organik dalam bentuk padat, POC memiliki keunggulan yaitu lebih efektif dan efisien jika diaplikasikan pada tumbuhan. Daun dan batang bisa menyerap secara langsung pupuk yang diberikan melalui stomata atau pori-pori yang ada pada permukaannya, sehingga dapat merangsang pertumbuhan. Pupuk organik cair kebanyakan diaplikasikan melalui daun atau disebut sebagai pupuk cair foliar.

Berdasarkan jenisnya beberapa pupuk organik yang beredar dipasaran sebagai berikut

2.1. Pupuk kandang

Pupuk kandang sesuai namanya berasal dari kotoran hewan ternak maupun unggas, seperti kerbau, sapi, kambing, kuda dan ayam (Ladiyani *et al.*, 2021). Kotoran hewan dan urin sebagai sumber bahan pupuk kandang yang kaya akan nutrisi penting bagi tanaman. Pupuk ini dapat berbentuk padat maupun cair yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah dan meningkatkan hasil panen. Salah satu pupuk organik berbentuk cair dari urin sapi yang mengandung hampir 95% air, 2,5% urea dan mineral-mineral lain, hormon serta enzim (Begum *et al.*, 2023).

Tabel 1. Kandungan hara beberapa jenis pupuk kandang dalam keadaan kering oven*

No	Sumber	Kandungan unsur hara (kg t ⁻¹)					
		Total-N	P	K	Ca	Mg	S
1	Sapi	6,0	1,5	3,0	1,2	1,0	0,9
2	Kuda	7,0	1,0	5,8	7,9	1,4	0,7
3	Ayam	15,0	7,0	8,9	3,0	8,8	0,3
4	Domba	13,0	2,0	9,3	5,9	1,9	0,9

Sumber: Setyorini *et al.*, 2006 (Diolah dari Myung and Lee 2001); *Kering oven pada 60°C selama 12 jam

2.2. Pupuk Hijau

Pupuk hijau termasuk jenis pupuk organik dengan bahan baku berupa sisa tanaman atau tumbuhan hijau. Biasanya jenis pupuk ini dibuat dari sisa tanaman setelah panen (Ladiyani *et al.*, 2021). Bahan-bahan organik ini kaya akan karbon organik. Penambahan bahan organik ini dapat memperbaiki karakteristik fisikokimia tanah. Tanaman polongan dan semanggi sering digunakan untuk pupuk hijau, karena tanaman ini dapat memfiksasi nitrogen (Sharma *et al.*, 2017).

Tabel 2. Komposisi hara beberapa jenis sisa tanaman dalam keadaan segar

No	Sumber	Kandungan unsur hara (kg t ⁻¹)					
		Total-N	P	K	Ca	Mg	S
1	Jagung	10,00	0,06	2,90	0,09	1,33	0,38
2	Jerami Padi	7,50	0,02	7,15	0,09	0,55	0,10
3	Kacang tanah	28,0	0,03	4,54	0,85	0,27	0,81
4	Tebu	0,19	0,08	1,81	0,28	0,18	0,26

Sumber: Setyorini *et al.*, 2006 (Diolah dari Agus dan Widiyanto, 2004)

2.3. Vermikompos

Merupakan produk dari proses semi-aerobik untuk menghasilkan bahan organik oleh beberapa cacing tanah tertentu. Vermikompos mengandung unsur hara yaitu nitrogen (1,6%), fosfor (0,7%), kalium (0,8%), kalsium (0,5%) dan magnesium (0,2%) serta adanya beberapa hormon, enzim, dan asam humat (Khan, 2018). Saat ini untuk pengayaan nutrisi vermikompos, penambahan Azolla dan kotoran ternak juga digunakan sebagai substrat cacing tanah selain jerami padi (Arora dan Kaur, 2019).

Fungsi Pupuk Organik

Pupuk organik berbeda dengan pupuk anorganik, karena bahan-bahannya merupakan produk sampingan dari sayuran dan hewan. Bahan-bahan yang membusuk dari sumber-sumber ini akan terurai secara alami dan akan memberikan nutrisi pada tanah. Meskipun penyerapan unsur hara pupuk organik lebih lambat dibandingkan pupuk anorganik oleh tanaman tetapi memungkinkan tanaman untuk memproses pupuk dengan cara yang lebih alami dan tidak akan mengakibatkan pemupukan berlebih yang dapat merusak tanaman. Menurut Bot dan Benites (2005) sebagai penyumbang unsur hara bagi tanah, bahan organik memiliki peranan kunci sebagai:

- a. Bahan organik yang berasal dari residu tanaman yang mengandung unsur hara esensial bagi tanah kemudian terakumulasi sebagai sumber hara bagi tanaman.
- b. Bahan organik yang sudah stabil (humus) berfungsi mengadsorpsi dan menahan unsur hara dalam bentuk tersedia bagi tanaman.

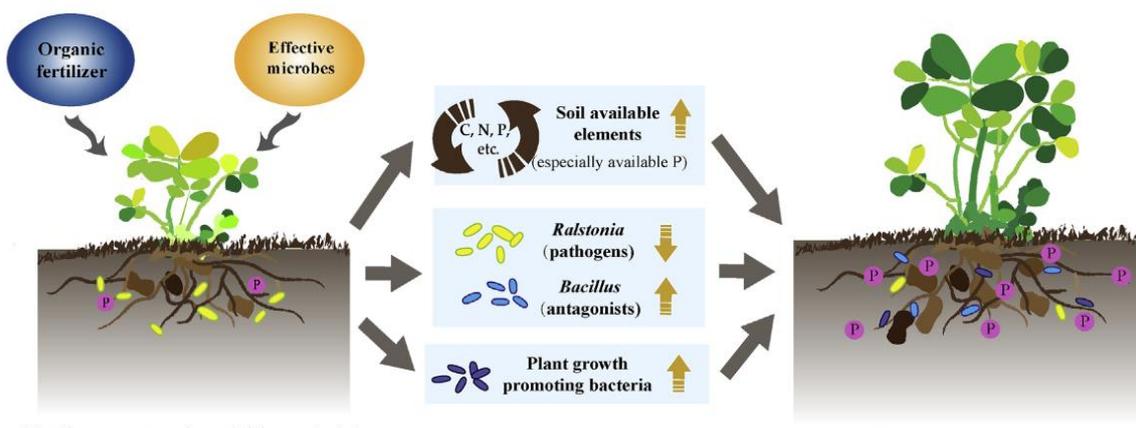
Selain sumber hara yang lengkap, pupuk organik juga berperan sebagai sumber bahan organik bagi tanah. Bahan organik dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan unsur hara tanah karena mengandung asam-asam organik yang meningkatkan ion H⁺, sehingga kapasitas tukar kation tanah meningkat (Haynes, 2005). Dengan demikian, peningkatan kemampuan tanah untuk menahan lebih banyak kation (unsur

hara) dan pertukaran dapat meningkat, karena kapasitas menahan unsur hara tanah juga meningkat. Bahan organik juga meningkatkan kapasitas penyangga tanah dan meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan perubahan pH, sehingga berpengaruh terhadap kehilangan atau penambahan unsur hara ke dalam tanah (Ukrainetz *et al.*, 1996). Pupuk organik juga mampu memperbaiki sifat fisik tanah seperti struktur, tekstur, dan *bulk density*, sehingga dapat meningkatkan kapasitas menahan air tanah (*Water Holding Capacity/WHC*) tanah.

Penggunaan pupuk organik yang diperkaya oleh mikroba yang menguntungkan secara signifikan dapat memperbaiki tanah dan meningkatkan hasil panen kacang tanah. Pupuk organik sebagai sumber unsur hara yang tersedia secara memadai, terutama fosfor, yang berperan sebagai sumber P untuk meningkatkan nutrisi kacang tanah. Unsur hara yang tersedia di dalam tanah adalah baik untuk pertumbuhan tanaman maupun untuk aktivitas mikroba tanah. Pupuk organik dan mikroba yang menguntungkan dapat memperbaiki pH tanah, sehingga meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang tanah. Selain itu juga terjadi penurunan patogen *Ralstonia* yang menyebabkan penyakit layu bakteri dan peningkatan bakteri menguntungkan, seperti *Bacillus* dan *Plant Growth Promoting Bacteria* (PGPB) (Chen *et al.*, 2018).

III. STANDAR MUTU PUPUK ORGANIK

Keberhasilan sektor pertanian ditunjang dengan kualitas pupuk yang tepat dan aman melalui standardisasi. Adanya standardisasi pupuk akan membantu konsumen untuk memilih produk yang berkualitas sehingga terhindar dari produk yang berbahaya bagi keselamatan hidup, kesehatan, dan lingkungan. Standar Nasional Indonesia (SNI) Pupuk Organik Padat disusun dengan tujuan diantaranya untuk perlindungan konsumen dan produsen pupuk organik padat maupun cair, mendukung pengembangan industri agrokimia, menyesuaikan standar baku internasional dan menjamin mutu produk yang beredar di dalam negeri agar



Gambar 1. Pemberian pupuk organik yang diperkaya mikrobia pada kacang tanah (Chen *et al.*, 2018)

sesuai syarat mutu. Syarat mutu pupuk organik padat sesuai dengan SNI 7763:2024 diantaranya kadar C-organik, bahan organik, C/N, bahan ikutan, kadar air, pH, N, P, K, cemaran logam berat, unsur mikro, *E-coli* dan *Salmonella* sp dan sebagainya. Standar mutu pupuk organik padat SNI 7763:2024 tersaji dalam Tabel 3. Standar pupuk organik cair disajikan pada Tabel 4 sesuai dengan Kepmentan no 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.

Tabel 3. Standar mutu pupuk organik padat SNI 7763:2024

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	C-Organik	%	Min. 15
2	C/N	-	Maks. 25
3	Bahan ikutan (beling/pecahan kaca, plastik, kerikil, dan logam)	%	Maks. 2
4	Kadar air	%	8-25
5	pH	-	4-9
6	Hara makro N+P ₂ O ₅ +K ₂ O	%	Min. 2
7	Logam berat		
	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 1
	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 50
	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 2
	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 10
	Kromium (Cr)	mg/kg	Maks. 180
	Nikel (Ni)	mg/kg	Maks. 50
8	Hara mikro		
	Fe total	mg/kg	Maks. 15.000
	Fe tersedia	mg/kg	Maks. 1000
	Zn total	mg/kg	Maks. 5.000
9	Ukuran Butir (2-4,75) mm*	%	Min. 75
10	Kekerasan butir*	-	50-90
11	Kerapatan butiran*	g/ml	0,7-0,9
12	Cemaran mikroba		
	<i>E. coli</i>	MPN/g	<10 ²
	<i>Salmonella spp</i>	MPN/g	<10 ²

CATATAN: Semua persyaratan kecuali kadar air, bahan ikutan, ukuran butir dan cemaran mikroba dihitung atas dasar berat kering (adbk)
*) untuk pupuk organik granul

Tabel 4. Standar mutu pupuk organik cair (Kepmentan No 261/KPTS/SR.310/M/4/2019)

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	C-Organik	%	Min. 10
2	Hara makro N+P ₂ O ₅ +K ₂ O	%	Min. 2
3	N-Organik	%	Min 0,5%
4	Hara mikro**		
	Fe total	ppm	90-900
	Mn total	ppm	25-500
	Cu total	ppm	25-500
	Zn total	ppm	25-500
	B total	ppm	12-250
	Mo total	ppm	2-10
5	pH	-	4-9
6	<i>E. coli</i>	MPN/g	<10 ²
	<i>Salmonella spp</i>	MPN/g	<10 ²
7	Logam berat		
	Merkuri (Hg)	ppm	Maks. 0,2
	Timbal (Pb)	ppm	Maks. 5
	Kadmium (Cd)	ppm	Maks. 1
	Arsen (As)	ppm	Maks. 5
8	Kromium (Cr)	ppm	Maks. 40
	Nikel (Ni)	ppm	Maks. 10

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
9	Unsur/senyawa lain ***		
	Na	ppm	Maks 2000
	Cl	ppm	Maks 2000

**) Minimum 3 (tiga) unsur

***) Khusus pupuk organik hasil ekstraksi rumput laut dan produk laut lainnya

Berikut ini beberapa hal tentang syarat mutu pupuk organik, yaitu:

- Kadar C-organik artinya bahan organik yang terkandung di dalam maupun pada permukaan tanah yang berasal dari senyawa karbon di alam, dan semua jenis senyawa organik yang terdapat di dalam tanah, termasuk serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, bahan organik terlarut di dalam air, serta bahan organik yang stabil atau humus.
- Unsur makro N, P, dan K merupakan unsur hara esensial bagi tanaman yang berfungsi penting untuk proses metabolisme.
- Bahan organik adalah kumpulan beragam senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi maupun senyawa-senyawa anorganik hasil mineralisasi dan termasuk juga mikrobia heterotrop dan autotrop.
- Rasio C/N merupakan ukuran rasio/perbandingan total karbon dan nitrogen. Rasio ini biasanya digunakan untuk menilai stabilitas dan kematangan pupuk organik tetapi bukan kadar karbon atau nitrogen dalam sampel. Rasio C/N besar dapat menyebabkan imobilisasi nitrogen sedangkan rasio C/N kecil menyebabkan toksisitas amonia.
- pH berperan besar dalam ketersediaan dan penyerapan unsur hara oleh tanaman. Jika pH basa dapat mengurangi ketersediaan fosfor, mangan, dan seng. Sedangkan pH asam dapat menyebabkan defisiensi kalium, kalsium, nitrogen, tembaga, dan molibdenum.
- Kadar air adalah sejumlah air yang terkandung di dalam suatu benda, seperti tanah, pupuk padat, pangan, dan sebagainya.
- Cemaran logam berat artinya jenis logam berat ini yang dapat beracun bagi manusia, tumbuhan, hewan, dan lingkungan pada ambang batas toleransi tertentu yang bersumber dari mineral, tanaman, pupuk, pestisida dan sebagainya. Logam berat ini dapat terakumulasi dan mencemari lingkungan dan tanah sehingga penting untuk menentukan kadar logam berat pada mutu pupuk. Logam berat yang berbahaya yakni arsen (As), kadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal (Pb), Kromium (Cr), Zinc (Zn), dan merkuri (Hg). Faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar yaitu karena adanya sifat-sifat logam berat yang tidak dapat terurai (*non-degradable*) dan mudah diadsorpsi.
- Bahan ikutan merupakan bahan-bahan yang terbawa di dalam pupuk organik padat yang bukan penyusun pupuk

organik, seperti beling/pecahan kaca, plastik, kerikil, dan/atau logam.

- Patogen merupakan organisme (mikroorganisme dan parasit infeksius) yang dapat menyebabkan efek negatif pada kesehatan manusia.

IV. PENUTUP

Pentingnya pertanian berkelanjutan dalam meningkatkan dan mempertahankan kualitas lingkungan dan melestarikan sumber daya alam. Salah satu cara adalah dengan menerapkan sistem pertanian organik. Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan, dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah, serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan/atau biologi tanah. Syarat mutu pupuk organik diatur dalam SNI 7763:2024 tentang pupuk organik padat, sedangkan pupuk organik cair sesuai Kepmentan No 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Parameter yang disyaratkan terdiri dari kadar C-organik, bahan organik, C/N, bahan ikutan, kadar air, pH, N, P, K, cemaran logam berat, unsur mikro, *E-coli* dan *Salmonella sp* dan sebagainya. Bahan organik yang terdapat pada pupuk organik sebagai penyumbang unsur hara bagi tanah dan mengadsorpsi serta menahan unsur hara dalam bentuk tersedia bagi tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, M and Kaur, A. 2019. Scanning electron microscopy for analysing maturity of compost/vermicompost from crop residue spiked with cattle dung, *Azolla pinnata* and *Aspergillus terreus*. *Environmental Science and Pollution Research*. 26(2): 1761-1769. DOI 10.1007/s11356-018-3673-8.
- Badan Standar Nasional SNI 6729-2016. Sistem Pertanian Organik.
- Badan Standar Nasional SNI 7763:2024 Pupuk Organik Padat.
- Begum, M., Kandali, G.G., Dutta, D. and Bey, C.K. 2023. Organic Fertilizer: A Key Component of Organic Agriculture-A Review. *Agricultural Reviews*. DOI: 10.18805/ag. R2626.
- Bot, A. and J. Benites. 2005. The Importance of Soil Organic Matter, Key to Drought-resistant Soil and Sustained Food Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Chen, W., 2018, <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.03.018>. Mechanisms by which organic fertilizer and effective microbes mitigate peanut continuous cropping yield constraints in a red soil of south China. *Applied Soil Ecology*.
- Hartatik W., Husnain, dan Ladiyani R. Widowati.2015. Peranan Pupuk Organik dalam Peningkatan Produktivitas Tanah dan Tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan* Vol. 9 No. 2, Desember 2015; 107-120.
- Haynes RJ. 2005. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: an overview. *Adv Agron* 85: 221-268.
- Kardinan, A. 2016. Sistem Pertanian Organik Falsafah Prinsip Inpeksi. Malang: Intimedia. 116 pp.
- Kementerian Pertanian (Kepmentan) No 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah.
- Khan, H.I. 2018. Appraisal of biofertilizers in rice: to supplement inorganic chemical fertilizer. *Rice Science*. 25(6): 357- 362 DOI 10.1016/j.rsci.2018.10.006.
- Ladiyani, RW, Wiwik Hartatik, Diah Setyorini, Yani Trisnawati.2021. Pupuk Organik dibuatnya mudah, hasil tanam melimpah. PUSTAKA. Kementerian Pertanian.
- Rachmawatie, SJ., J. Sutrisno, W.S. Rahayu, L. Widiastuti. 2020. Mewujudkan Ketahanan Pangan melalui Implementasi Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan. *Plantaxia*. Yogyakarta. 159 pp.
- Sharma, A., Saha, N.T., Arora, A., Shah, R., and Nain, L. 2017. Efficient microorganism compost benefits plant growth and improves soil health in calendula and marigold. *Horticultural Plant Journal*. 3(2): 67-72.
- Setyorini, D., R. Saraswati, dan Ea Kosman Anwar. 2006. Kompos. Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang.
- Ukrainetz H, Campbell CA, Biederbeck VO, Curtin D, Bouman OT (1996) Yield and protein content of cereals and oilseeds as influenced by long-term use of urea and anhydrous ammonia. *Can J Plant Sci* 76(1): 27-32.

SNI Sistem Surjan Menjamin Diversifikasi Komoditas di Lahan Rawa

Ani Susilawati⁽¹⁾, Dedi Nursyamsi⁽²⁾, Muhrizal Sarwani⁽³⁾, Gatot Irianto⁽³⁾

⁽¹⁾ Balai Pengujian Standar Instrumen Pertanian Lahan Rawa, Banjarbaru

⁽²⁾ Pusat Penyuluhan Pertanian, Jakarta

⁽³⁾ Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor

RINGKASAN

Penataan lahan sistem surjan merupakan perpaduan antara sistem pertanian sawah dan tegalan. Pada dasarnya perkembangan sistem surjan di lahan rawa pasang surut untuk menganeekaragaman usahatani tanaman. Sistem surjan mengalami dinamika perkembangan dari masa ke masa dalam kaitannya optimalisasi sumber daya lahan, khususnya lahan rawa, sehingga lahan rawa tidak hanya untuk budidaya padi sawah, tetapi juga dapat dikembangkan untuk berbagai komoditas seperti palawija, hortikultura, dan perkebunan.

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang penataan lahan di lahan rawa pasang surut tipe luapan B dalam upaya mengoptimalkan lahan rawa di Indonesia. SNI 9245:2024 disusun dalam rangka membangun pertanian yang maju dan modern serta lebih efisien dan berdaya saing di lahan rawa pasang surut. SNI ini memuat uraian standar berbagai aspek dari penataan lahan sistem surjan di lahan rawa untuk pengembangan pertanian yang maju dan modern serta lebih efisien dan berdaya saing.

I. PENDAHULUAN

Lahan rawa pasang surut memiliki potensi dikembangkan menjadi lahan sawah sebagai lumbung pangan masa depan. Luas lahan rawa Indonesia diperkirakan mencapai 32.672.372 hm² yang terdiri dari 20.260.432 hm² (62,01 %) lahan pasang surut dan 12.411.940 hm² (37,99 %) lahan rawa lebak (BBSDLP, 2019). Pengembangan lahan rawa sangat strategis dan prospektif untuk menopang ketahanan pangan dan ekonomi wilayah. Sementara pemanfaatannya saat ini masih terbatas dalam meningkatkan produksi pangan nasional.

Lahan rawa pasang surut, berdasarkan jangkauan air pasang atau luapan air pasang dapat dikelompokkan menjadi empat tipe luapan yaitu: tipe A, B, C, dan D. Dari keempat tipe luapan pada lahan rawa tersebut, yang memiliki potensi paling besar dalam pemanfaatan pertaniannya adalah Tipe B. Hal ini disebabkan pada lahan rawa luapan tipe B memiliki intensitas pasang surut yang tidak terlalu ekstrim.

Kunci utama pengembangan budidaya pertanian di lahan rawa pasang surut adalah pengaturan tata air dan penataan lahan. Hal tersebut dilakukan sehingga air dan lahan dapat dimanfaatkan secara efisien sesuai kebutuhan tanaman. Surjan merupakan salah satu sistem penataan lahan yang memadukan sistem sawah dengan sistem tegalan. Lahan yang ditata dengan sistem surjan memiliki bagian sawah yang disebut tabukan (*sunken bed*) dan bagian tegalan yang disebut guludan (*raised bed*). Dalam sistem surjan, ruang dan waktu

usaha tani dioptimalkan dengan beragam komoditas dan pola tanam. Usaha tani pada sistem surjan dikelola dalam bentuk multiguna lahan dan multi komoditas sehingga mampu menghasilkan produk yang lebih beragam dan berpotensi meningkatkan pendapatan petani.

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang penataan lahan di lahan rawa pasang surut tipe luapan B dalam upaya mengoptimalkan lahan rawa di Indonesia dan dukungan SNI 9245:2024.

II. SNI 9245:2024 DAN PENATAAN LAHAN RAWA PASANG SURUT

Lahan rawa adalah ekosistem yang meliputi daerah pantai, aliran sungai, danau, lebak, yang menjorok masuk ke pedalaman sampai sejauh masih dirasakannya gerakan pasang. Dalam nomenkelatur yang lebih luas, lahan rawa dikategorikan sebagai lahan basah (*wetlands*) yang dicirikan oleh rezim air, curah hujan tinggi, dan topografi yang rendah. Pada Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Rawa pada 3-4 Maret 1992 di Cisarua, Bogor, yang kemudian diratifikasi dalam PP 73/2013 tentang Rawa, lahan rawa dibagi dalam 2 (dua) tipologi, yaitu (1) Rawa pasang surut dan (2) Rawa lebak

Berdasarkan jenis tanah dan potensinya, lahan rawa baik pasang surut maupun rawa lebak dibedakan antara tanah mineral dan tanah gambut. Tanah rawa mineral adalah tanah yang terbentuk oleh proses pedogenik berupa endapan liat, debu, dan sebagian pasir yang berupa alluvial sungai atau marin (laut). Sedangkan tanah rawa gambut terbentuk oleh adanya proses geogenik berupa akumulasi sisa-sisa tanaman baik yang sudah mati baik terdekomposisi (matang) maupun belum terdekomposisi (mentah). Dua jenis tanah ini mempunyai sifat dan watak baik fisik, kimia, maupun biologi yang berbeda sehingga mempunyai potensi yang berbeda. Sifat-sifat tanah yang berbeda tersebut diantaranya adalah kadar bahan organik, kadar air, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, dan ketersediaan hara bagi tanaman (Noor, 2004)

Penataan lahan perlu dilakukan untuk membuat lahan tersebut sesuai dengan kebutuhan tanaman yang akan dikembangkan. Pelaksanaan penataan lahan perlu memperhatikan hubungan antara tipologi lahan, tipe luapan, dan pola pemanfaatannya. Arah penataan lahan pada reklamasi dan pengembangan lahan pasang surut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penataan dan pola pemanfaatan lahan berdasarkan tipologi lahan dan tipe luapan air di lahan pasang surut

Tipologi lahan		Pemanfaatan lahan pada tipe luapan air			
Kode	Tipologi	A	B	C	D
SMP-1	Aluvial bersulfida dangkal	Sawah	Sawah	Sawah	-
SMP-2	Aluvial bersulfida dalam	Sawah	Sawah (surjan)	Sawah (surjan)	Sawah (tegalan, kebun)
SMP-3/A	Aluvial bersulfida sangat	-	Sawah (surjan)	Sawah (tegalan)	Tegalan (kebun)
SMA-1	Aluvial bersulfat 1	-	Sawah (surjan)	Sawah (surjan)	Sawah (tegalan, kebun)
SMA-2	Aluvial bersulfat 2	-	Sawah (surjan)	Sawah (surjan)	Sawah (tegalan, kebun)
SMA-3	Aluvial bersulfat 3	-	-	Sawah (kebun)	Tegalan (kebun)
HSM	Aluvial bersulfida dangkal	-	Sawah	Sawah (tegalan)	Tegalan (kebun)

Ket: SMP = sulfat masam potensial, SMA = sulfat masam aktual, HSM = histosol sulfat masam. Sumber: Widjaja-Adhi (1995).

Tabel 1 menunjukkan pola pemanfaatan lahan dalam kaitannya dengan tipologi lahan dan tipe luapan, seperti pada tipologi sulfat masam potensial dengan tipe luapan A, maka penataan lahan sebaiknya untuk sawah, karena pirit akan lebih stabil, tidak mengalami oksidasi dan tanaman padi dapat tumbuh dengan baik. Sistem surjan baik dilakukan pada tipe luapan B dan C sedangkan tipe luapan D lebih baik untuk sistem pertanian lahan kering.

Sistem surjan atau sorjan (bahasa banjar) merupakan sebuah sistem pertanian di lahan rawa yang memadukan antara sistem sawah dengan sistem tegalan. Kata surjan diambil dari bahasa Jawa yang artinya lurik atau garis-garis. Hamparan surjan memang tampak dari atas seperti susunan garis-garis selang seling yang merupakan bagian dari tembokan/guludan/tegalan (*raised bed*) dan bagian tabukan atau sawah (*sunken bed*).

Dalam sistem surjan ruang dan waktu usahatani dioptimalkan dengan beragam komoditas dan pola tanam. Sistem sawah atau persawahan (untuk padi sawah) dan sistem tegalan untuk tanaman padi gogo dan palawija, atau sistem kebun untuk tanaman perkebunan/tanaman tahunan hanya dapat memberikan kontribusi secara parsial kepada petani dengan basis utama hanya dengan satu komoditas. Misalnya pada sistem sawah, komoditas utama adalah padi. Demikian juga pada sistem tegalan yang menjadi komoditas utama adalah jagung, sedangkan pada sistem kebun yang menjadi komoditas utama antara lain karet, kelapa, kakao atau jeruk. Pada sistem surjan usahatani atau pertanian

dikelola dalam bentuk multi-guna lahan dan multi-komoditas, sehingga dalam sistem usahatannya dihasilkan produksi yang lebih beragam yang tujuannya agar dapat memberikan kontribusi pendapatan lebih banyak dan keuntungan lebih besar.

Sistem surjan memiliki perspektif ekologi, ekonomi, dan budaya. Ekologi dalam konteks menyiasati kondisi rawa yang umumnya sangat dipengaruhi oleh adanya pasang surut dan genangan dengan memanipulasi sumberdaya lahan, tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam kondisi alami, lahan rawa hanya memungkinkan untuk ditanami padi sekali setahun sebagaimana sebagian besar lahan yang dimanfaatkan masyarakat, sehingga dengan sistem surjan maka ada peluang bagi petani untuk menanam selain padi, yaitu tanaman lahan kering (*dryland crops*). Tanaman tersebut tidak tahan genangan, sehingga dapat ditanam di atas tukang atau surjan yang bebas dari luapan pasang atau genangan.

Perspektif ekonomi dalam kaitannya dengan pengembangan sumberdaya ekonomi, yaitu dengan surjan maka lahan dapat dioptimalkan dengan intensitas pertanaman dan/atau diversifikasi komoditas. Sistem surjan sebetulnya merupakan hasil empirik petani dalam menghadapi kondisi rawa yang kemudian berkembang menjadi nilai-nilai adat-istiadat dan kearifan lokal masyarakat setempat. Sistem surjan mengajarkan kepada kita akan pentingnya keanekaragaman komoditas dan usahatani, karena penguasaan lahan rawa belum dapat dilakukan sepenuhnya. Keberhasilan usahatani di lahan rawa sangat tergantung pada keramahan atau kondisi alami yang sering berubah-ubah dan rawan bencana seperti banjir, kekeringan, serangan hama dan penyakit sehingga resiko kegagalan cukup tinggi. Dengan demikian, apabila petani hanya menggantungkan hasil usahatannya pada satu komoditas saja, bilamana kemudian terjadi kegagalan maka tidak ada lagi yang dihasilkan.

Kegiatan usahatani yang dapat dikembangkan di lahan rawa pun dapat beragam termasuk perikanan dan peternakan, seperti memelihara ikan (keramba, beje, kolam pagar), unggas (ayam, itik, burung), dan kambing, sapi, kelinci, kerbau bahkan buaya, ular, bulus dan lainnya. Banyak kegagalan dalam pemanfaatan dan pengembangan lahan rawa karena hanya menitik beratkan pada satu komoditas, misalnya padi. Pada tahun 1980, para transmigran “dipaksa” untuk bertanam padi atau bersawah sebagaimana layaknya di Pulau Jawa sesuai dengan misi utama dari program nasional transmigrasi untuk meningkatkan produksi pangan atau padi, tanpa memperhatikan keunikan/kekhasan dari lahan rawa.

Tantangan pertama yang dihadapi transmigran adalah kondisi lahan yang sering tergenang bila musim hujan, kemudian tanah dan airnya yang masam, intrusi air laut bila musim kemarau, dan serangan hama tikus, monyet, babi yang sangat intens sehingga pada awal-awal pertama usaha pertaniannya jarang berhasil dengan baik. Kondisi ini

membuat banyak transmigran yang kemudian balik ke tempat asalnya atau pergi ke tempat lokasi lain yang lebih baik.

Tantangan kedua adalah bahwa lahan rawa mempunyai kesuburan yang sangat tergantung pada asupan dari luar. Oleh karena itu, apabila pada tanam perdana atau kedua sampai ketiga tanaman tumbuh subur dan hijau, hal ini tidak berarti lahan rawa mempunyai kesuburan yang baik. Pada tanam perdana sampai ketiga tanaman tumbuh baik karena cadangan atau ketersediaan hara yang merupakan akumulasi sebelumnya cukup tinggi. Namun, setelah diserap oleh tanam pertama sampai ketiga, cadangan hara tersebut sudah tidak lagi tersedia, sehingga demikian diperlukan asupan baru kembali untuk mempertahankan tingkat kesuburan atau ketersediaan hara yang cukup bagi tanaman. Petani lokal sering membakar lahannya untuk menanggulangi kemerosotan kesuburan ini karena abu dari bahan organik (serasah, ranting-ranting, semak, sisa panen) menjadi sumber hara. Oleh karena itu juga, para peladang tradisional mempunyai masa bera beberapa tahun, tergantung pada laju pemulihan sebagai upaya penyuburan kembali kesuburan tanah yang telah digunakan setelah diusahakan beberapa musim (Wolf, 1983).

Tantangan ketiga adalah bahwa sumberdaya alam dan masyarakatnya merupakan satu kesatuan sehingga pendekatan dan model pengembangannya harus didasarkan pada karakteristik dan potensi yang tersedia. Oleh karena itu, memaksakan model dari luar yang belum tentu tepat akan berakhir pada masalah serius yang sulit diatasi di kemudian hari.

Pembangunan pertanian di negara yang sedang berkembang menunjukkan beberapa gejala yang perlu perhatian, antara lain (1) Pengalaman revolusi hijau yang hanya menekankan pada satu aspek dari sistem pertanian menyebabkan rawan terhadap gangguan dan tidak berkelanjutan – sehingga pengembangan ke depan secara terpadu, (2) Kearifan budaya lokal yang turun temurun menunjukkan keunggulannya – sehingga modernisasi

pertanian tidak harus diartikan sebagai penghapusan sektor pertanian tradisional yang sudah berakar di masyarakat, dan (3) Sistem pertanian monokultur memiliki banyak kelemahan termasuk dampaknya yang bersifat reduksi kultural dan bencana terhadap lingkungan – sehingga pembangunan pertanian ke depan sejatinya menekankan pentingnya keanekaragaman hayati sebagai kunci sentral

Dalam konteks model pembangunan pertanian tersebut di atas, maka sistem surjan dapat dijadikan sebagai sebuah sistem pertanian alternatif dalam meningkatkan produksi pangan dan kesejahteraan petani. Hal tersebut untuk mencapai tujuan pembangunan pertanian seutuhnya, khususnya di lahan rawa yang potensinya maha luas.

Mengingat pentingnya penataan lahan di lahan rawa maka diperlukan suatu standar untuk menjamin keberlanjutan pertanian di lahan rawa. Standar penataan lahan telah diatur dalam SNI 9245:2024 tentang Penataan Lahan Rawa Pasang Surut Tipe Luapan B dengan Sistem Surjan. Standar ini menetapkan persyaratan lahan, tahapan kerja penataan lahan sistem surjan yang mencakup perencanaan, konstruksi atau pembuatan surjan, pemeliharaan surjan, dan penilaian keberhasilan sistem surjan. Standar ini berlaku untuk lahan rawa pasang surut tipe luapan B dan dapat digunakan oleh pemerintah, dunia usaha maupun masyarakat yang akan mengelola lahan rawa pasang surut tipe luapan B untuk usaha pertanian

Tujuan penataan lahan rawa pasang surut dengan sistem surjan antara lain: (1) mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya lahan, (2) menganekaragamkan usahatani komoditas dan produknya, (3) mengantisipasi kerugian apabila terjadi kegagalan panen dari salah satu tanaman, dan (4) meningkatkan pendapatan petani melalui diversifikasi tanaman dan efisiensi usaha tani.

Penggunaan tanaman hortikultura pada sistem surjan dapat memberikan nilai tambah bagi petani. Beberapa jenis tanaman sudah banyak dibudidayakan dapat di lihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Penataan Lahan Rawa Pasang Surut Tipe Luapan B Dengan Sistem Surjan

Tabel 2. Jenis komoditas, varietas tanaman adaptif lahan pasang surut

Jenis komoditas	Varietas	Hasil (t/ha)
Padi lokal	106 jenis padi varietas lokal	1,64
Padi unggul	Margasari	2,40
	Kapuas	3,25
	Punggur	3,37
	Ciherang	3,07
	Batang Hari	3,22
	Banyu Asin	3,44
	Siak Raya	3,26
Galur padi	GH 047	2,90
	GH 137	2,63
	GH 173	2,50
	GH 460	2,68
Jagung	Arjuna, Kalingga, Wiyasa, Bisma, Bayu, Antasena, C-3 & 5, Semar, Sukmaraga	4-5
Kedelai	Wilis, Rinjani, Lokon, Dempo, Galunggung, Merbabu, Petek, Kerinci, Tampomas, Sibayak, Tanggamus, Slamet, Lawit, Menyapa	1,5-2,4
Kacang tanah	Gajah, Pelanduk, Kelinci, Singa, Jerapah, Komodo, Mahesa	1,8-3,5
Kacang hijau	Betet, Walet, Gelatik	1,5
Tomat	Intan, Permata, Berlian, Mirah, AV-22, Ratna	10-15
Cabai	Tanjung-1 dan 2, Barito, Bengkulu, Tampar, Keriting, Rawit hijau dan putih	4-6
Terong	Mustang, Kopek ungu, Ungu panjang No. 4000	30-40
Kubis	KK Cross, KY Cross, Grand 33	20-25
K. panjang	Pontianak, KP-1, KP-2	15-20
Buncis	Horti-1, Horti-2, Prossessor, Farmer Early, Green Leaf	6-8
Timun	Saturnus, Mars, Pluto	35-40
Bawang merah	Ampenan, Bima,	4,8-6,4
Sawi	Asveg # 1, Sangihe, Talaud, Tosakan, Putih Jabung, Sawi hijau, Sawi huma	15-20
Slada	New Grand Rapids	12-15
Bayam	Maestro, Giti hijau dan merah, Bangkok, Cimangkok, Kakap hijau	10-12
Kangkung	LP-1, LP-2, Sutera	25-30
Semangka	Sugar Baby, New Dragon	15-25
Lada	Petaling-I, Petaling-II, LDK	3,0
Jeruk	Siam Banjar	12

Sumber: Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, 2001

Keuntungan ekonomi sistem surjan jauh lebih tinggi dibandingkan hanya sawah saja karena sistem ini menganut bentuk multi-guna lahan dan multi-komoditas sehingga sistem usaha taninya menghasilkann produksi yang lebih beragam dan memberikan kontribusi pendapatan lebih banyak. Terkait dengan ketahanan pangan, sistem ini memenuhi tiga prinsip dasar meningkatkan ketersediaan pangan (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004), yaitu: (1) memperluas areal yang dapat ditanami untuk tanaman pangan; (2) meningkatkan hasil tanaman per satuan luas; dan (3) meningkatkan jumlah tanaman yang dapat ditanam untuk setiap tahunnya.

III. PENUTUP

Peningkatan produktivitas lahan rawa dan diversifikasi komoditas, salah satunya dapat dilakukan dengan cara menerapkan penataan lahan sistem surjan untuk usahatani berbasis padi, dengan tanaman hortikultura sebagai pendukung. Penerapan sistem surjan dengan komoditas padi dan hortikultura dapat meningkatkan pendapatan petani.

Terbitnya standar untuk pengembangan lahan rawa berbasis penataan lahan melalui SNI 9245:2024 tentang Penataan Lahan Rawa Pasang Surut Tipe Luapan B dengan Sistem Surjan, merupakan aspek strategi untuk mendorong pemanfaatan lahan rawa di Indonesia. Hadirnya SNI ini membuka peluang bagi petani dan pelaku pertanian lainnya untuk menata lahan sesuai standar supaya mendapatkan produktivitas yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 2001. 40 Tahun Balittra. Balittra. Banjarbaru.
- BBSDLP. 2019. Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi. Laporan Teknis/BBSDLP/2019, Edisi ke-1. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor
- BSN. 2024. SNI 9245:2024. Penataan Lahan Rawa Pasang Surut Tipe Luapan B dengan Sistem Surjan. Jakarta.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. Pedoman Konstruksi Dan Bangunan: Pemberian Air Pada Lahan Dengan Sistem Surjan, Jakarta.
- Noor, M. 2004. Lahan Rawa: Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 241 hlm.
- Widjaja-Adhi, I.P.G. 1995. Pengelolaan tanah dan air dalam pengembangan sumber daya lahan rawa untuk usaha tani berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Makalah Calon Pelatih untuk Pengembangan Pertanian di Daerah Pasang Surut, Karang Agung Ulu, Sumatera Selatan, 26-30 Juni 1995. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Wolf, E.R. 1983. Petani, Suatu Tinjauan Antropologis. Yayasan Ilmu-ilmu Sosial. Rajawali Jakarta. 201 hlm

Pemanfaatan Cendawan dan Bakteri Sebagai Agen Pendegradasi Residu Pestisida pada Lahan Pertanian

Ria Fauriah M. dan Anik Hidayah

Balai Pengujian Standar Instrumen Lingkungan Pertanian, Pati

RINGKASAN

Mikroba seperti cendawan dan bakteri dapat dimanfaatkan dalam proses degradasi senyawa pestisida yang tertinggal pada lahan pertanian. Ada berbagai jenis cendawan dan bakteri yang dapat dijadikan sebagai pendegradasi senyawa pestisida dari kelompok insektisida, herbisida, dan fungisida. Mikroba dari genus *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Bacillus*, dan *Pseudomonas* merupakan genus yang paling banyak ditemukan mampu memiliki peran sebagai pendegradasi. Pemanfaatan mikroba ini akan menjadi pilihan dalam menurunkan resiko terjadinya cemaran pada pangan kita akibat adanya residu pestisida pada lahan pertanian.

I. PENDAHULUAN

Pestisida merupakan bahan yang umum digunakan dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT). Dalam Permentan Nomor 43 Tahun 2019, pestisida merupakan semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang salah satunya dipergunakan untuk memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman, atau hasil-hasil pertanian.

Penggunaan pestisida pada lahan pertanian merupakan hal penting untuk memastikan produksi dapat tercapai. Namun jika penggunaannya tidak sesuai dengan yang dipersyaratkan dalam label pestisida tersebut, maka dapat meninggalkan residu pestisida pada tanah, air, hingga ke produk pertanian yang dikonsumsi. Residu pestisida yang tertinggal ini dapat menyebabkan resiko pada manusia, baik yang terpapar secara langsung maupun tidak langsung. Residu pestisida yang ada pada tanah maupun air dapat tersimpan dalam beberapa waktu lamanya tergantung pada jenis bahan aktif yang digunakan, jenis tanah, curah hujan, dan lain sebagainya.

Residu pestisida yang berada pada tanah ataupun air pertanian ini akan dapat diserap kembali oleh tanaman dan terbawa hingga produk yang kita konsumsi. Residu pestisida ini dapat terdegradasi secara alami melalui pencucian dari air hujan dan penguapan karena adanya paparan sinar matahari. Selain itu, residu pestisida juga dapat terdegradasi oleh mikroba-mikroba tanah yang memanfaatkan bahan kimia ini sebagai sumber nutrisi.

Beberapa jenis mikroba dapat memanfaatkan pestisida tertentu sebagai nutrisi untuk berkembangbiakan. Mikroba-mikroba ini sering dimanfaatkan dalam proses degradasi pestisida secara biologi. Dua jenis mikroba yang sering digunakan dalam biodegradasi yaitu cendawan dan bakteri. Dalam tulisan ini akan dibahas beberapa mikroba dari golongan cendawan dan bakteri yang dimanfaatkan untuk mendegradasi pestisida pada lahan-lahan pertanian.

II. PEMANFAATAN CENDAWAN SEBAGAI PENDEGRADASI RESIDU PESTISIDA

Beberapa jenis cendawan atau yang lebih dikenal sebagai jamur merupakan mikroba yang banyak dimanfaatkan dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman seperti *Trichoderma*, *Beauveria bassiana*, *Penicillium*, *Metharizium*, dan lain-lain. Dalam biodegradasi, cendawan juga banyak ditemukan mampu bertahan dalam lahan-lahan tercemar hingga dapat menurunkan cemaran residu pestisida pada lahan tercemar. Proses identifikasi dan isolasi cendawan yang diduga mampu mendegradasi senyawa pestisida dapat dilakukan dengan mengujikan langsung cendawan tersebut pada media yang dicemari pestisida. *Trichoderma* sp. misalnya berpotensi mampu mendegradasi senyawa propineb melalui uji penghambatan toksisitas pestisida propineb oleh cendawan tersebut (Mahendra dkk., 2022).

Cendawan seperti *Trichoderma* dan *Penicillium* merupakan jenis cendawan yang biasanya dimanfaatkan sebagai pengendali penyakit tanaman. Namun diketahui bahwa pada genus *Penicillium* yaitu *Penicillium oxalicum* (Gambar 1) juga mampu mendegradasi senyawa herbisida metolachlor yang bersifat persisten. Cendawan ini mampu mendegradasi 88,6% dari 50 mg/L metolachlor dalam waktu 384 jam dalam kondisi optimal (Chang dkk., 2020).

Pada golongan piretroid seperti allethrin yang digunakan dalam pengendalian hama dapat didegradasi menggunakan strain *Fusarium proliferatum* CF2. Cendawan yang merupakan strain baru ini memanfaatkan senyawa allethrin sebagai sumber karbon dan mampu mentoleransi allethrin hingga 1000 mg/L, dan pada kondisi optimal mampu mendegradasi pestisida ini sepenuhnya dalam waktu 144 jam (Bhatt dkk., 2020).

Pemanfaatan cendawan dalam degradasi dapat dilakukan dengan mencampurkan dua atau lebih spesies untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif. Misalnya dalam mendegradasi senyawa klorpirifos dapat digunakan konsorsia dari *Byssochlamys spectabilis* dan *Aspergillus fumigates* (Gambar 1) yang mampu mendegradasi hingga 98,4 % dalam waktu 30 hari pada media sintetik. Cendawan ini mampu menoleransi konsentrasi klorpirifos sebesar 600 mg/L sehingga memiliki peluang sebagai agen biodegradasi klorpirifos pada tanah tercemar (Kumar dkk., 2021).

Pemanfaatan cendawan sebagai pendegradasi residu pestisida juga mudah untuk dikembangkan. Pembiakan cendawan dapat dilakukan dengan mudah. Pembiakan dapat dilakukan menggunakan jagung atau beras yang diberikan isolat cendawan dan kemudian dapat diaplikasikan ke tanah atau kompos. Pembiakan cendawan *Trichoderma* misalnya dapat dilakukan menggunakan beras, jagung, atau kombinasi beras dan jagung (Devy dkk., 2020). Pencampuran cendawan yang telah diperbanyak dapat dilakukan saat proses pengomposan agar cendawan dapat berkembangbiak pada kompos sehingga mudah diaplikasikan ke lahan. Misalnya dengan jerami dan kotoran ternak yang diberikan *Trichoderma* (Isnaini dkk., 2022). Aplikasi pada lahan pertanian dapat dilakukan pada saat proses pengolahan lahan sehingga cendawan ini dapat berkembang biak sebelum adanya pertanaman.

III. PEMANFAATAN BAKTERI SEBAGAI PENDEGRADASI RESIDU PESTISIDA

Selain cendawan, bakteri juga sering dimanfaatkan dalam pengendalian hayati. Pada bidang biodegradasi, beberapa genus bakteri seperti *Bacillus* dan *Pseudomonas* sering digunakan sebagai pendegradasi. Bakteri-bakteri yang mampu mendegradasi senyawa pestisida dapat ditemukan dan diisolasi pada lahan-lahan yang diduga tercemar, seperti

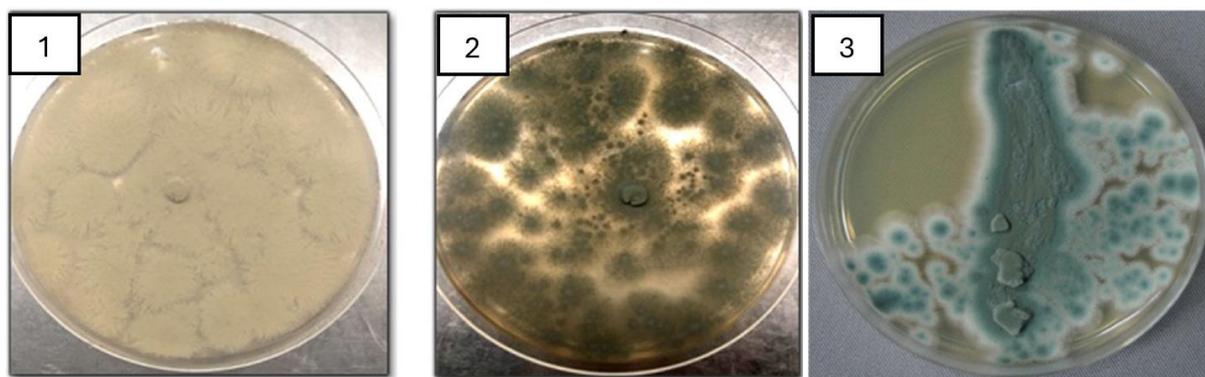
bakteri yang hidup pada bagian rizosfer diketahui memiliki peluang dalam menjadi agen degradasi senyawa pestisida. Misalnya pada pertanaman cabai rawit yang sering diaplikasikan pestisida glifosat, ditemukan beberapa isolat bakteri rizosfer yang mampu mendegradasi senyawa glifosat tersebut (Nikmah dan Lisdiana, 2024).

Strain *Bacillus subtilis* misalnya, digunakan dalam mendegradasi residu λ -sihalotrin dari golongan pestisida piretroid pada kacang faba (*Vicia faba*), dengan kemampuan degradasinya berkisar antara 36,62-81,51 % (Abdelkader dkk., 2022). Pada penelitian lain juga menunjukkan kemampuan bakteri indogenous dari spesies *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillusadius*, dan *Bacillus alveidengan* yang teridentifikasi mampu menjadi pendegradasi senyawa pestisida profenofos dan klorantraniliprol (Pratiwi dan Asri, 2022).

Spesies *Bacillus* lainnya yang mampu mendegradasi senyawa herbisida paraquat yaitu *Bacillus aryabhatai strain* MoB09. Selain mampu mendegradasi paraquat, bakteri ini mampu memacu pertumbuhan tanaman dan sebagai pelarut fosfat. Kacang tunggak Tanaman kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) yang ditanam pada tanah yang terkontaminasi paraquat dan diberikan bakteri *Bacillus aryabhatai* menunjukkan panjang akar dan pucuk yang lebih panjang dibandingkan tanaman yang ditanam pada tanah tanpa diberikan bakteri (Inthama dkk., 2021).

Selain dari genus *Bacillus*, terdapat pula genus lain yaitu *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, dan *Micrococcus*, dimana diketahui bahwa dengan mengkombinasikan ketiga bakteri ini maka dapat terjadi degradasi senyawa paraquat sebesar 53,3 – 76,4% (Eryah, 2021). Pada spesies lain yaitu bakteri *Enterobacter cloacae* menunjukkan kemampuan mendegradasi senyawa glifosat pada tanah, dimana penurunan senyawa glifosat mencapai 100% pada tanah yang diberikan bakteri tersebut (Andriani 2021).

Bahkan mikroba seperti *Bacillus subtilis* dan *Aspergillus niger* mampu mendegradasi senyawa dari golongan



Gambar 1. Morfologi beberapa spesies cendawan pendegradasi pestisida yaitu 1. *Byssochlamys spectabilis* (Kumar dkk., 2021), 2. *Aspergillus fumigates* (Kumar dkk., 2021), dan 3. *Penicillium oxalicum* (Chang dkk., 2020).

organoklorin yaitu endosulfan yang diketahui memiliki persistensi tinggi pada lahan pertanian. Mikroba ini masing-masing mampu mendegradasi endosulfan 10 mg/L hingga 95% dan 77% (Ahmad, 2020).

Pada lahan pertanian, aplikasi bakteri juga dapat dilakukan seperti cendawan, yaitu dengan mencampurkannya pada bahan organik seperti kompos atau dengan menyemprotkan langsung ke pertanaman.

IV. PENUTUP

Berbagai spesies dari cendawan dan bakteri yang hidup pada tanah di lahan-lahan pertanian tercemar dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai agen pendegradasi berbagai residu pestisida dari kelompok insektisida, fungisida, hingga herbisida. Biodegradasi menggunakan mikroba dapat menjadi pilihan selain penggunaan tanaman fitoremediasi. Mikroba yang diaplikasikan dengan tujuan degradasi juga dapat berperan lebih sebagai biofertilizer dan bioprotektor pada pertanaman. Pemanfaatan mikroba ini menjadi pilihan dalam menurunkan konsentrasi pestisida yang ada pada tanah pertanian sehingga tidak menimbulkan cemaran pada produk pertanian yang dikonsumsi yang mendukung keamanan pangan kita.

DAFTAR PUSTAKA

[Permentan] Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia. 2019. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2019 Tentang Pendaftaran Pestisida.

Abdelkader, A.A., Khalil, M.S. and Mohamed, M.S., 2022. Simultaneous biodegradation of λ -cyhalothrin pesticide and *Vicia faba* growth promotion under greenhouse conditions. *AMB Express*, 12(1), p.44.

Ahmad, K.S., 2020. Remedial potential of bacterial and fungal strains (*Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium chrysogenum*) against organochlorine insecticide Endosulfan. *Folia microbiologica*, 65(5), pp.801-810.

Andriani, L.T., 2021. Potensi Bakteri *Enterobacter cloacae* sebagai Biodegradator Herbisida Glifosat pada Media Tanah. *Jurnal AgroSainTa: Widyaiswara Mandiri Membangun Bangsa*, 5(1), pp.25-30.

Bhatt, P., Zhang, W., Lin, Z., Pang, S., Huang, Y. and Chen, S., 2020. Biodegradation of allethrin by a novel fungus *Fusarium proliferatum* strain CF2, isolated from contaminated soils. *Microorganisms*, 8(4), p.593.

Chang, X., Liang, J., Sun, Y., Zhao, L., Zhou, B., Li, X. and Li, Y., 2020. Isolation, degradation performance and field application of the metolachlor-degrading fungus *Penicillium oxalicum* MET-F-1. *Applied Sciences*, 10(23), p.8556.

Devvy, L., Roswanjaya, Y.P., Saryanah, N.A., Suhendra, A. and Putri, A.L., 2020. Formulasi Biopestisida Trichoderma

asperellum Samuels, Liecfk & Nirenberg. *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2(2), pp.91-104.

Eryah, H.P., 2021. Tipe Interaksi Bakteri Penyusun Konsorsium dalam Degradasi Paraquat. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(3), pp.260-269.

Inthama, P., Pumas, P., Pekkoh, J., Pathom-Aree, W. and Pumas, C., 2021. Plant growth and drought tolerance-promoting bacterium for bioremediation of paraquat pesticide residues in agriculture soils. *Frontiers in microbiology*, 12, p.604662.

Isnaini, J.L., Thamrin, S., Husnah, A. and Ramadhani, N.E., 2022. Aplikasi jamur *Trichoderma* pada pembuatan trichokompos dan pemanfaatannya. *Jurnal Aplikasi Teknologi Rekayasa dan Inovasi*, 1(1), pp.58-63.

Kumar, A., Sharma, A., Chaudhary, P. and Gangola, S., 2021. Chlorpyrifos degradation using binary fungal strains isolated from industrial waste soil. *Biologia*, 76(10), pp.3071-3080.

Mahendra, M.I., Martosudiro, M. and Choliq, F.A., 2022. Eksplorasi Jamur Tanah Yang Berpotensi Sebagai Bioremediator Fungisida Berbahan Aktif Propineb Pada Tanaman Jeruk (*Citrus reticulata* L.). *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 10(4), pp.174-186.

Nikmah, A.L. and Lisdiana, L., 2024. Penapisan Bakteri Rizosfer Pendegradasi Herbisida Glifosat dari Tanah Pertanian Cabai Rawit (*Capsicum frutescent* L.). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 13(1), pp.24-31.

Pratiwi, W.M. and Asri, M.T., 2022. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Indigenous Pendegradasi Pestisida Profenofos dan Klorantraniliprol di Jombang Jawa Timur. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(2), pp.300-309.

Pertanian Regeneratif: Solusi Berkelanjutan untuk Keberlanjutan Ekosistem Pertanian dan Ketahanan Pangan

Chairani Mezia Firmanti, Dilla Fathiyatur Rohmah, Elya Maulanisa, Neng Siti Sindia Nurmaidah, Niken Dwia Oktaviani, Reza Nandha Arnestya

Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, IPB University - Mahasiswa Magang BBPSI SDLP

RINGKASAN

Degradasi lahan di Indonesia mengancam ketahanan pangan, dengan 48,3 juta hektar lahan masuk kategori kritis. Pertanian regeneratif muncul sebagai solusi dengan memulihkan kesuburan tanah dan meningkatkan kesehatan ekosistem. Prinsipnya meliputi minimisasi gangguan tanah, penggunaan tanaman penutup, rotasi tanaman, dan agroforestri, yang membantu mengurangi erosi, menyimpan karbon, serta mendukung keanekaragaman hayati. Meski bermanfaat, penerapan metode ini menghadapi tantangan seperti kendala ekonomi dan kurangnya kesadaran petani. Dukungan teknologi seperti sensor dan bioteknologi diperlukan untuk memantau kondisi tanah dan mengoptimalkan praktik pertanian berkelanjutan.

I. PENDAHULUAN

Degradasi lahan menjadi isu yang sangat mengkhawatirkan, terutama bagi negara-negara yang bergantung pada sektor pertanian, salah satunya Indonesia. Degradasi lahan adalah proses penurunan kualitas lahan yang mengakibatkan menurunnya produktivitas tanah. Di Indonesia, luas lahan yang terdegradasi dan masuk dalam kategori lahan kritis sudah mencapai sekitar 48,3 juta hektar, atau sekitar 25,1% dari total luas wilayah negara ini (Wahyunto dan Dariah, 2014). Angka ini tentu sangat memprihatinkan dan diperkirakan akan terus meningkat jika tidak ada penanganan yang efektif.

Pencegahan dan penanganan degradasi lahan menjadi hal yang sangat penting untuk mendukung keberlanjutan ekosistem pertanian dan mewujudkan ketahanan pangan di masa depan. Salah satu solusi yang kini semakin mendapat perhatian adalah pertanian regeneratif. Pertanian regeneratif adalah suatu pendekatan pertanian yang berfokus pada pemulihan dan peningkatan kesehatan tanah serta ekosistem secara keseluruhan. Berbeda dengan pertanian konvensional yang seringkali menguras sumber daya alam, pertanian regeneratif berusaha meniru proses alami dalam menjaga kesuburan tanah, meningkatkan keanekaragaman hayati, dan mengurangi dampak negatif

terhadap lingkungan (Schreefel *et al.*, 2020). Pendekatan pertanian regeneratif bertujuan untuk memperbaiki kesehatan dan kesuburan tanah, serta memulihkan kualitas tanah yang terdegradasi agar dapat mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal.

Pertanian regeneratif tidak hanya berfokus pada pengembalian kesuburan tanah, tetapi juga memberikan manfaat jangka panjang, baik untuk petani maupun lingkungan. Dengan metode yang ramah lingkungan, pertanian regeneratif mampu memulihkan kualitas tanah, meningkatkan daya dukung ekosistem, dan mengurangi dampak negatif dari praktik pertanian konvensional. Transformasi menuju sistem pertanian regeneratif sangat diperlukan untuk mengatasi tantangan degradasi lahan serta memastikan ketahanan pangan yang berkelanjutan di masa depan.

Tulisan ini disusun dengan pendekatan studi literatur yang komprehensif, yang membahas degradasi lahan dan potensi pertanian regeneratif di Indonesia. Cakupan bahasan dalam tulisan ini meliputi prinsip dasar, manfaat, metode, peran, serta tantangan yang dihadapi dalam menerapkan pertanian regeneratif untuk mendukung keberlanjutan ekosistem pertanian dan ketahanan pangan di Indonesia.

II. PENGERTIAN, KONSEP DAN PRINSIP DASAR PERTANIAN REGENERATIF

Pertanian regeneratif merupakan pendekatan holistik dalam sistem pertanian yang tidak hanya fokus pada produksi pangan, tetapi juga pada pemulihan dan peningkatan kesehatan ekosistem secara keseluruhan. Pertanian regeneratif bukan merupakan sebuah konsep yang baru, melainkan sebuah pendekatan yang telah diterapkan sejak zaman dahulu ketika petani tradisional mempraktikkan teknik konservasi tanah untuk menjaga kesuburan lahan dan keberlanjutan ekosistem pertanian mereka. Teknik-teknik seperti rotasi tanaman, penggunaan pupuk organik, dan agroforestri telah menjadi bagian dari tradisi pertanian yang diwariskan dari generasi ke generasi. Namun, seiring dengan pertumbuhan populasi dan peningkatan kebutuhan pangan global, praktik-praktik ini mulai ditinggalkan demi pendekatan

pertanian intensif yang sering kali mengabaikan kesehatan jangka panjang tanah dan lingkungan. Hal ini mengakibatkan banyak lahan pertanian yang mengalami degradasi, kehilangan kesuburan dan daya dukung ekologisnya.

Peningkatan kesadaran akan dampak buruk dari praktik intensif membuat konsep pertanian regeneratif kembali digaungkan sebagai solusi untuk memulihkan lahan yang rusak, meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan, dan memperbaiki keseimbangan ekosistem. Salah satu upaya peningkatan kesadaran yang telah dilaksanakan adalah melalui sosialisasi *Regenerative Agriculture* pada tahun 2023 kepada petani di Desa Kemudo dan Desa Sanggrahan oleh PT. Sari Husada Generasi Mahardika (SGM) Yogyakarta, Yayasan Gita Pertiwi, BSIP Yogyakarta, serta pemerintah setempat. Praktik pertanian regeneratif tersebut terus berkembang dan masih terus disosialisasikan oleh pemerintah hingga saat ini.

Inovasi dalam pertanian regeneratif terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi dan pemahaman yang lebih baik tentang ekosistem. Prinsip dasar pertama adalah meminimalkan gangguan tanah dengan menerapkan praktik tanpa olah tanah atau olah tanah minimal. Teknik ini membantu mempertahankan struktur tanah alami, melindungi mikroorganisme bermanfaat, dan meningkatkan kapasitas penyerapan karbon dalam tanah (LaCanne & Lundgren, 2018). Penelitian menunjukkan bahwa praktik ini dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah hingga 30% dalam waktu lima tahun.

Prinsip dasar kedua adalah mempertahankan penutupan tanah secara terus-menerus melalui penggunaan tanaman penutup dan mulsa organik. Penutupan tanah berkelanjutan menggunakan tanaman lokal Indonesia telah terbukti efektif dalam konservasi tanah dan air. Studi yang dilakukan oleh Rozi *et al.* (2016) di lahan kering Nusa Tenggara Timur mengungkapkan bahwa penggunaan kacang-kacangan lokal sebagai tanaman penutup dapat mengurangi erosi tanah hingga 85% dan meningkatkan kandungan nitrogen tanah sebesar 45%. Strategi ini sangat penting untuk melindungi tanah dari erosi, mengurangi penguapan air, dan menciptakan habitat yang mendukung keanekaragaman hayati.

Diversifikasi tanaman menjadi prinsip dasar ketiga yang krusial dalam pertanian regeneratif. Praktik ini mencakup rotasi tanaman, tumpang sari, dan integrasi tanaman penutup yang beragam. Keragaman tanaman membantu memutus siklus hama dan penyakit, meningkatkan kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen alami, dan menciptakan jaring-jaring makanan yang kompleks dalam ekosistem pertanian. Integrasi ternak dalam sistem pertanian merupakan prinsip dasar keempat yang mendefinisikan pertanian regeneratif. Ternak berperan penting dalam siklus nutrisi, manajemen vegetasi, dan pemadatan biologis tanah melalui aktivitas penggembalaan yang terkendali. Yang & Norton (2021) melaporkan bahwa sistem pertanian

terintegrasi dengan ternak dapat meningkatkan kandungan karbon organik tanah hingga 45% dalam waktu tiga tahun, sekaligus meningkatkan profitabilitas usaha tani melalui diversifikasi pendapatan.

Prinsip dasar kelima adalah membangun biologi tanah yang sehat melalui praktik-praktik yang mendukung kehidupan mikroorganisme tanah. Hal ini mencakup penggunaan kompos, pupuk hayati, dan minimisasi *input* kimia sintetis. Penelitian oleh Thompson *et al.* (2022) menunjukkan bahwa tanah dengan populasi mikroba yang beragam dan aktif memiliki kemampuan lebih baik dalam menyimpan air, menyediakan nutrisi bagi tanaman, dan menahan karbon. Prinsip dasar keenam, manajemen air yang efektif menjadi prinsip penting dalam pertanian regeneratif, terutama dalam menghadapi perubahan iklim. Praktik-praktik seperti pemanenan air hujan, peningkatan infiltrasi tanah, dan penggunaan sistem irigasi efisien merupakan komponen kunci dalam membangun ketahanan sistem pertanian. Berdasarkan penelitian oleh Santoso *et al.* (2024), di lahan sawah Jawa Barat mengungkapkan bahwa kombinasi sistem irigasi hemat air dengan teknik pemanenan air hujan dapat mengoptimalkan penggunaan air hingga 65% sambil mempertahankan produktivitas padi. Sistem ini juga terbukti meningkatkan ketahanan tanaman terhadap perubahan pola curah hujan.

III. IMPLEMENTASI DAN METODE DALAM PETANIAN REGENERATIF

Metode pertanian regeneratif merupakan praktik yang bertujuan untuk meningkatkan kesehatan tanah, biodiversitas, dan ketahanan ekosistem, yang terdiri dari:

1. Rotasi tanaman dan penggunaan tanaman penutup

Rotasi tanaman dilakukan dengan melibatkan pergantian jenis tanaman yang ditanam secara berkala serta penggunaan tanaman penutup untuk melindungi tanah. Tujuannya adalah untuk membantu mengurangi hama, meningkatkan kesuburan tanah, dan mencegah erosi. Rotasi tanaman mampu mempertahankan kandungan bahan organik dalam tanah, terutama dalam menurunkan penyakit akibat patogen tular tanah yang bersifat biotropik, khususnya patogen yang memiliki kemampuan rendah dalam bertahan hidup sebagai saprofit. Teknik ini tidak menimbulkan kerugian, tetapi membutuhkan waktu yang berbeda-beda dan relatif lama tergantung pada tujuan penelitian, jenis tanaman, dan faktor lingkungan. Semakin lama rotasi dilakukan, penurunan populasi patogen akan semakin baik (Suharjono, 2013).

Selain itu, diperlukan penggunaan tanaman penutup lahan sebagai salah satu strategi yang efektif dalam konservasi tanah karena selain dapat mengurangi erosi teknik, ini dapat membantu melindungi lapisan tanah dari

degradasi fisik akibat hujan dan angin, yang pada gilirannya mempertahankan kesuburan tanah untuk pertumbuhan tanaman budidaya.



Gambar 1. Ilustrasi rotasi tanam jagung dengan tanaman kacang tanah

2. Agroforestri (pertanian hutan)

Agroforestri merupakan sistem penggunaan lahan dengan cara mengkombinasikan antara tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian dan atau ternak untuk mendapatkan hasil produksi yang optimal dan lestari. Terdapat tiga komponen dalam agroforestri, yaitu kehutanan, pertanian dan peternakan. Selain fungsi ekonomi sebagai tujuan utama, agroforestri juga berperan dalam mempertahankan fungsi hidrologi melalui proses intersepsi air hujan, mengurangi daya pukul air hujan, infiltrasi air, serapan air dan drainase lanskap. Dalam bidang konservasi, agroforestri berperan dalam pelestarian sumberdaya genetik tanaman, habitat satwa, konservasi tanah dan air dan menjaga kesetimbangan *biodiversity*. Kunci utama keberhasilan agroforestri adalah pemilihan jenis dan kombinasi yang tepat, yang disesuaikan dengan kondisi tanah dan sosial ekonomi masyarakat setempat.



Gambar 2. Sistem agroforestri tanaman kopi

3. Kompos dan Biofertilizer

Kompos dan biofertilizer memiliki peran penting yang saling melengkapi dalam pertanian regeneratif. Kompos dibuat dari bahan organik seperti sisa tanaman, limbah dapur, dan kotoran hewan yang dalam prosesnya melibatkan penguraian oleh mikroorganisme yang kemudian aplikasikan ke tanah sebelum penanaman atau sebagai pupuk tambahan saat tanaman tumbuh. Biasanya ditaburkan di permukaan tanah atau dicampurkan ke dalam tanah. Sedangkan

biofertilizer dapat dibuat dari mikroorganisme tertentu yang memiliki kemampuan memperbaiki kesuburan tanah, atau bisa juga dibeli dari produsen. Biasanya diaplikasikan ke tanah, biji, atau tanaman. Penggunaan bisa bersamaan dengan pupuk konvensional atau sebagai pengganti. Kombinasi penggunaan kompos dan biofertilizer dalam pertanian regeneratif berfokus pada peningkatan kesehatan tanah serta produktivitas tanaman secara berkelanjutan. Penggunaan keduanya mendukung tujuan pertanian regeneratif untuk menciptakan sistem pertanian yang berkelanjutan, produktif, dan ramah lingkungan.

4. Pemeliharaan siklus air alami

Pemeliharaan dilakukan dengan cara mengelola sumber daya air secara berkelanjutan, termasuk pengaturan drainase dan konservasi air. Tujuannya adalah untuk memastikan ketersediaan air yang cukup dan menjaga ekosistem air. Menurut Fairda *et al.* (2018), peningkatan produktivitas air pertanian penting dilakukan untuk menghadapi kelangkaan dan kompetisi penggunaan sumber daya air, pencegahan terhadap kerusakan lingkungan dan ketahanan pangan. Peningkatan produktivitas air menurunkan kebutuhan tambahan sumber daya air dan lahan pertanian irigasi dan tadah hujan. Produktivitas air yang rendah karena lemahnya pengelolaan sumber daya air serta tidak meratanya distribusi dan akses terhadap air pada akhirnya akan berkontribusi kepada kondisi kesejahteraan masyarakat khususnya petani



Gambar 3. Pemeliharaan siklus air dengan irigasi

Strategi penyediaan air dan produktivitas air meliputi peningkatan dan pemantapan penyediaan air dengan konservasi ekosistem hidrologis DAS, peningkatan efisiensi pemanfaatan air pertanian, redistribusi aset infrastruktur irigasi dengan mekanisme pendanaan dan insentif yang sesuai serta adanya harmonisasi antar sektor dan wilayah dalam pengelolaan sumberdaya air pertanian.

IV. MANFAAT PERTANIAN REGENERATIF

Pertanian regeneratif memberikan berbagai manfaat yang berdampak luas pada lingkungan, ekonomi, dan ketahanan pangan. Pendekatan ini diharapkan mampu membawa perubahan positif bagi sektor pertanian dengan

memperbaiki kesehatan ekosistem dan mendukung keberlanjutan jangka panjang. Melalui praktik-praktik yang selaras dengan alam, pertanian regeneratif mengutamakan prinsip regenerasi tanah dan pemulihan ekosistem, yang menjadi dasar penting bagi pembangunan pertanian berkelanjutan. Adapun beberapa manfaat pertanian regeneratif ini seperti peningkatan kesehatan tanah melalui proses regenerasi, pembaruan, dan peningkatan fungsi ekosistem (Evizal dan Prasmatiwi, 2024). Salah satu cara utamanya adalah dengan memperbaharui kesuburan tanah melalui penambahan bahan organik seperti kompos dan pupuk hijau, yang kaya akan nutrisi. Bahan-bahan tersebut tidak hanya meningkatkan kandungan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, tetapi juga memperbaiki struktur tanah, sehingga meningkatkan aerasi dan kemampuan tanah untuk menahan air. Pertanian regeneratif juga mendorong pengembangan kehidupan mikroorganisme yang beragam yang dapat berkontribusi pada proses dekomposisi dan siklus nutrisi, sehingga menjadikan tanah tersebut lebih subur dan sehat.

Pertanian regeneratif ini juga membantu untuk mengurangi emisi karbon dengan menerapkan menerapkan praktik-praktik pertanian yang mendukung penyerapan karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer dan menyimpannya dalam tanah. Salah satu metode utama yang digunakan adalah melalui peningkatan tutupan tanah dengan tanaman penutup, yang tidak hanya melindungi permukaan tanah dari erosi tetapi juga berfungsi sebagai sumber karbon yang signifikan (Alfarizi *et al.*, 2023). Tanaman penutup tanah seperti legum memiliki kemampuan untuk menyerap CO₂ melalui fotosintesis dan menyimpan karbon tersebut dalam bentuk bahan organik di akar dan jaringan tanaman. Selain itu, praktik pertanian seperti rotasi tanaman dan agroforestri juga berkontribusi pada peningkatan penyerapan karbon. Melalui agroforestri, pohon-pohon ditanam bersama tanaman pertanian yang tidak hanya menambah karbon yang disimpan, tetapi juga meningkatkan keragaman hayati dan kesehatan ekosistem. Berdasarkan hal tersebut, praktik pertanian regeneratif ini dapat menjadi solusi yang efektif dalam mitigasi perubahan iklim dengan mengurangi konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer.

Pertanian regeneratif memiliki potensi yang sangat besar dalam mencapai keberlanjutan jangka panjang dengan memastikan produksi pangan yang berkelanjutan tanpa merusak sumber daya alam. Hal tersebut berfokus pada prinsip-prinsip yang menjaga keseimbangan ekosistem dan memperbaiki kesehatan tanah, yang merupakan fondasi dari sistem pertanian yang berkelanjutan. Aplikasi dalam pertanian regeneratif ini juga mengutamakan penggunaan bahan organik, seperti kompos dan pupuk hijau yang dapat membantu meningkatkan kesuburan tanah secara alami serta mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan pestisida. Keberlanjutan jangka panjang dalam pertanian regeneratif juga terlihat dari upaya untuk melestarikan sumber daya air,

seperti meningkatkan kapasitas retensi air tanah melalui pengolahan tanah yang minim dan penggunaan tanaman penutup, hal tersebut dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas air yang tersedia untuk pertanian. Praktik tersebut mengurangi risiko banjir dan kekeringan serta memastikan pasokan air yang lebih konsisten bagi tanaman.

Pertanian regeneratif dapat secara signifikan meningkatkan ketahanan pangan dengan menciptakan sistem pertanian yang lebih tangguh dan berkelanjutan. Melalui praktik yang menekankan pada pengembalian kesehatan tanah, peningkatan keanekaragaman hayati, serta peningkatankapasitas ekosistem untuk menyerap karbon memungkinkan produksi pangan yang lebih konsisten dan berkualitas. Menurut Bararah dan Aminah (2023), pendekatan dengan pertanian regeneratif yang melibatkan praktik seperti pengolahan tanah konservasi, penanaman tanaman penutup, rotasi tanaman, tumpang sari dan wanatani dalam sistem pertanian dapat meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan hasil panen, dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Menurut sebuah penelitian yang diterbitkan dalam *Nature Sustainability*, praktik pertanian agroekologi dapat mengurangi pencucian nitrogen sebesar 21% dan meningkatkan kualitas tanah dibandingkan dengan praktik pertanian konvensional.

V. TANTANGAN DALAM IMPLEMENTASI PERTANIAN REGENERATIF

Teknologi memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pertanian regeneratif, yang berfokus pada perbaikan kondisi kesehatan tanah, serta mengurangi dampak negatif pada ekosistem. Penggunaan teknologi pemantauan tanah dan iklim mendukung keputusan berbasis data dalam pertanian. Teknologi ini memungkinkan petani untuk memahami kondisi lahan dan iklim secara lebih rinci dan akurat, sehingga memungkinkan pertanian presisi dan berkelanjutan. Data yang dihasilkan dapat mendorong peningkatan hasil panen serta mengurangi limbah sumber daya. Teknologi seperti perangkat *Internet of Things* (IoT) dan sensor memantau kondisi lingkungan dan memberikan data real-time untuk pengambilan keputusan yang lebih baik (Susuilo dan Athallah, 2023)

Penggunaan teknologi sensor bertenaga *Artificial Intelligence* (AI) dapat memantau suhu, kelembaban, nutrisi, cuaca dan kondisi lingkungan lainnya. Penggunaan Citra Satelit dan UAV (*Drone*) dapat memberikan gambaran secara detail terkait luas pertanaman, kondisi tanaman, tingkat kelembaban tanah, dan pola perubahan vegetasi. Teknologi pemantauan tanah dan iklim dalam pertanian memungkinkan pengelolaan sumber daya yang efisien, meningkatkan produktivitas tanaman, mengurangi dampak lingkungan, serta respon lebih cepat terhadap ancaman.

Pemanfaatan teknologi dalam pertanian regeneratif lainnya yang tidak kalah penting adalah pemanfaatan

bioteknologi dan inovasi pertanian yang mengembangkan sistem pertanian lebih adaptif serta *resilient*. Dengan tantangan seperti perubahan iklim, degradasi lahan, dan kebutuhan pangan yang meningkat, inovasi bioteknologi memungkinkan peningkatan produktivitas, efisiensi sumber daya, serta ketahanan terhadap tekanan lingkungan. Salah satu contoh bioteknologi yang dapat dimanfaatkan adalah rekayasa genetik dan peningkatan ketahanan hama dan penyakit.

Pemanfaatan mikroorganisme dilakukan untuk menjaga atau meningkatkan kesuburan tanah, seperti *biofertilizer* (pupuk hayati) dan biopestisida. Pertanian regeneratif juga dapat berupa inovasi teknologi produksi dalam lingkungan terkendali, seperti Sistem Pertanian Vertikal, *Greenhouse* Pintar, Aquaponik dan Hidroponik.

Sistem pertanian bertransformasi sejalan dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan seperti ekologi, lingkungan, kesehatan, biodiversitas, dan perubahan iklim. Transformasi secara cepat dan fundamental pada sistem pertanian, yang disebut revolusi hijau, berbasis pada penggunaan input yang tinggi untuk meningkatkan produksi pertanian. Penggunaan input yang tidak ramah lingkungan dan munculnya kesadaran lingkungan mendorong transformasi sistem pertanian menjadi pertanian bermahzab lingkungan seperti *ecofarming*, *organic farming*, *sustainable agriculture*, dan *regenerative agriculture*. Pertanian regeneratif merupakan teknologi yang mengadopsi kemampuan beregenerasi pada ekosistem vegetasi alam (Evisal dan Prasmatiwi, 2024)

VII. PENUTUP

Degradasi lahan yang meluas di Indonesia menimbulkan ancaman besar terhadap sektor pertanian dan ketahanan pangan. Pertanian regeneratif muncul sebagai solusi potensial dengan mengedepankan prinsip-prinsip yang memperbaiki kesehatan tanah, meningkatkan keanekaragaman hayati, dan mengurangi dampak negatif pertanian konvensional. Meskipun manfaatnya menjanjikan, implementasi pertanian regeneratif menghadapi tantangan ekonomi dan teknis yang memerlukan pendekatan holistik. Dukungan teknologi, pendidikan, dan kolaborasi lintas sektor menjadi kunci untuk memastikan keberhasilan transformasi menuju sistem pertanian yang lebih berkelanjutan. Dengan pendekatan ini, Indonesia dapat menjaga produktivitas pertanian, melestarikan lingkungan, dan menciptakan ketahanan pangan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

Alfarizi TM, Khalil M, Yusnizar. 2023. Kajian stok karbon organik dan nitrogen total tanah pada beberapa jenis tanaman penutup tanah di kebun kelapa sawit PT. Perkebunan Nusantara I Kota Langsa. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*. 16(2): 194 - 203

Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2006. ISBN 978-979-9474-57-5. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Bogor. 312 hal.

Bararah K dan Aminah RA. 2023. Strategi pengembangan pertanian berkelanjutan: optimalisasi *smart greenhouse* di Kabupaten Mojokerto melalui penggunaan agri-voltaic. *TheJournalish: Social and Government*. 4(5): 353 -363

Evisal R dan Prasmatiwi FE. 2024. Penerapan pertanian regeneratif pada perkebunan kopi. *Jurnal Agrotropika*. 23(1): 37 - 47

Farida, Dasrizal, Febriani T. 2018. Review: produktivitas air dalam pengelolaan sumber daya air pertanian di Indonesia. *Jurnal Penelitian, Terapan Ilmu Geografi, dan Pendidikan Geografi*. 3(5): 65-72.

Haerani N. 2018. Alley cropping meningkatkan resiliensi produksi pertanian pada lahan kering (a review). *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian Universitas Al Asyariah*. 2(2); 72-82.

Wahyunto, Dariah A. 2014. Degradasi lahan di Indonesia: Kondisi existing, karakteristik, dan penyeragaman definisi mendukung gerakan menuju satu peta. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 8(2): 81-93.

LaCanne, C.E., Lundgren, J.G., 2018. Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation protably. *Peer J*. 6, 1–12.

Rozi, F., Sutrisno, I. and Rahmianna, A.A., 2016. Peluang pengembangan kacang tanah di lahan kering Nusa Tenggara Timur. *Buletin Palawija*. 14(2):71-77.

Susuilo RFN dan Athallah SF. 2023. Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam membangun sistem pangan berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Imagine*. 3(2):104-116.

Yang, L. dan Norton, B. 2021. Integration of livestock in regenerative agriculture: a meta-analysis of soil carbon sequestration and farm profitability. *Journal of Sustainable Agriculture*. 45(4), pp. 278-296.

Thompson, R.B., Garcia-Ruiz, R. and Martinez-Gaitan, C. 2022. Microbial diversity and ecosystem services in regenerative farming systems: linking soil health to crop resilience', *Soil Biology and Biochemistry*, 164(1), pp. 108421-108435.

Santoso, A., Widodo, S. and Pratiwi, R. 2024. Optimalisasi pengelolaan air dalam sistem pertanian regeneratif: studi kasus di lahan sawah Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 29(1), pp. 45-58.

Schreefel L, Schulte RPO, de Boer IJM, Pas Schrijver A, van Zanten HHE. 2020. Regenerative agriculture – the soil is the base. *Global Food Security*. 26 (1): 1–8.

Suharjono. 2013. Pengaruh Rotasi tanaman dan agen pengendali hayati terhadap nematoda parasit tanaman. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*. 1 (5): 211-215.

Petunjuk bagi Penulis

Ketentuan Umum

Warta Sumber Daya Lahan dan Perubahan Iklim Pertanian bertujuan untuk mempublikasikan tulisan semi ilmiah atau populer terkait sumberdaya lahan pertanian, perubahan iklim pertanian, informasi geospasial, serta hasil-hasil produk standar dan pengujian sumberdaya lahan pertanian.

Ruang lingkup

Warta ini menerima tulisan-tulisan dari topik sumberdaya lahan dan perubahan iklim, meliputi:

- Data dan Informasi Geospasial
- Pengelolaan Sumber Daya Lahan
- Ilmu Tanah dan Pemupukan
- Agroklimat dan Hidrologi Pertanian
- Lahan Rawa Pertanian
- Lingkungan Pertanian
- Perubahan Iklim Pertanian
- Rekomendasi kebijakan sumber daya lahan
- Pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan
- Penyebarluasan dan penerapan standar instrumen sumber daya lahan dan perubahan iklim pertanian

Struktur

Naskah disusun dalam urutan: judul tulisan, nama penulis dengan alamat instansinya, alamat email penulis utama, ringkasan, pendahuluan, topik-topik yang dibahas, penutup, serta daftar pustaka (yang relevan dengan topik bahasan dan terbit 7 tahun terakhir).

Bentuk Naskah

Makalah harus diketik pada kertas ukuran A4 dengan spasi ganda dan pias atas, bawah, kiri, kanan 2.5 cm, dengan draft antara 6-12 halaman termasuk tabel dan gambar. Font harus menggunakan Times New Roman ukuran 12 pt dalam format MS Word. Tabel dan gambar dapat dipisahkan dari tubuh tulisan dan diletakan setelah daftar pustaka, namun lokasi tabel dan gambar harus ditandai di dalam tubuh tulisan.

Judul Naskah

Judul harus jelas, faktual, informatif dan terdiri dari maksimum 10 kata. Nama penulis harus ditulis di bawah judul, yang dilengkapi dengan alamat penulis.

Ringkasan

Merupakan inti sari dari seluruh tulisan, maksimal 250 kata. Abstrak harus menguraikan tulisan secara singkat.

Pendahuluan

Berisi poin-poin penting dari isi naskah, latar belakang, pengantar, tujuan tulisan dan ruang lingkup topik bahasan.

Topik bahasan

Berisi Informasi tentang topik yang dibahas sesuai dengan ruang lingkup warta sumber daya lahan pertanian dan disusun secara terstruktur.

Penutup

Berisi kesimpulan dari topik pembahasan.

Daftar Pustaka

Referensi yang relevan dengan topik bahasan dan terbit 7 tahun terakhir. Daftar pustaka harus dilist menurut urutan alfabet. Berikut ini adalah format dasar yang digunakan:

Artikel Jurnal

Akhter M, Sneller CH. 1996. Yield and yield components of early maturing soybean genotypes in the mid-south. *Crop Sci.* 36(1):877-882.

Buku

Bosc AN, Ghosh SN, Yang CT, Mitra A. 1991. Coastal Aquaculture Engineering. Oxford and IBH Pub. Co. Prt. Ltd., New Delhi. 365 pp.



WARTA

SUMBER DAYA LAHAN PERTANIAN

Warta ini diterbitkan oleh Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Sumber Daya Lahan Pertanian dan memuat tulisan-tulisan populer atau semi ilmiah di bidang sumber daya lahan dan perubahan iklim pertanian.

Kami mengucapkan terima kasih kepada para penulis yang telah memberikan kontribusi naskahnya dalam Warta Sumber Daya Lahan Pertanian.

Sebagai salah satu media komunikasi, warta ini berperan dalam menyebarluaskan informasi guna meningkatkan wawasan tentang lahan pertanian, tanah, lingkungan, agroklimat, rawa dan lainnya. Warta ini diharapkan juga dapat memberikan kontribusi terhadap kemajuan pertanian Indonesia.

TIM REDAKSI

Penanggung Jawab

Asdianto, S.P., M.T

Ketua Editor

Dr. Maulia Aries Susanti, S.P., M.Sc

Sekretariat

Ferdiana Ayu Cahyaningtyas, A.Md

Ketua Redaksi

Anggri Hervani, S.P., M.Sc

Editor

Dr. Ir. Muhrizal Sarwani, M.Sc
Ir. Rudi Eko Subandiono, M.Sc
Laelatul Qodaryani, S.Kom
Mety Maryanti, S.P

