



PERTANIAN BERKELANJUTAN

- Prof. Dr. Ir. Hasan Basri Jumin, M.Sc
- M. Nur, SP, MP
- Prof. Dr. Ir. Warnita, MP
- Prof. Dr. Ir. Hapsoh, MS
- Dr. Ir. Saripah Ulpah, M.Sc
- Dr. Mardaleni, SP., M.Sc
- Tati Maharani, S.P., M.P
- Dr. Ir. H. T. Edy Sabli, MP
- Dr. Ir. Ujang Paman, M.Agr
- Dr. Ir. Septina Elida, M.Si
- Dr. Fahrial, SP., SE., ME
- Sisca Vaulina, SP., MP
- Ilma Satriana Dewi, SP., M.Si
- Dr. Ir. Saipul Bahri, M.Ec
- Dr. Jarod Setiaji, SPi., MSc
- Prof. Dr. Ir. Hermansah, MS. M.Sc

ISBN :

9786236598856

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam terbitan (KDT)

ISBN : 9786236598856

PERTANIAN BERKELANJUTAN
Hak Cipta 2024, pada penulis

Dilarang mengutip sebagian dan seluruh isi buku ini dengan cara apa pun, termasuk dengan cara epnggunaan mesin fotokopi, tanpa izinsah dari penerbit

Cetakan pertama, **Februari 2024**

Hak Penerbitan pada Penerbit **UIR PRESS**

Disain cover oleh **M.Nur**

Dicetak oleh UIR PRESS:

Jalan Kaharuddin Nasuiton No.113 Perhentian Marpoyan
Pekanbaru 28284, Riau. Telp (0761) 674674



UIR PRESS

KATA PENGANTAR

Pertanian yang menjaga kelestarian dan meminimalkan kerusakan lingkungan sangat penting diterapkan. Gagasan seperti ini perlu dimiliki oleh para pengambil keputusan agar dalam pengelolaan pertanian dapat selalu mempertimbangkan keberlanjutan produksi dan sekaligus untuk menjaga kelestarian lingkungan.

Saat ini teknologi budidaya pertanian berkembang sangat cepat, pada bagian lain teknologi itu, mengikuti perkembangan teknologi lainnya, seperti teknologi informasi serta teknologi yang mendukung secara langsung perkembangan budidaya pertanian. Budidaya pertanian diperkirakan akan dapat dengan cepat meningkatkan ketersediaan pangan dan bahan baku industri, ternyata masih diperlukan pemikiran baru agar perkembangan itu juga memenuhi standar keamanan pangan dan ketersediaan dan kualitas pangan. Hal ini sangat penting untuk dapat mengisi kecukupan pangan yang berkualitas dengan jumlah yang cukup serta bahan baku industri yang berkesinambungan untuk menjaga kestabilan harga komoditi. Buku ini berisi pemikiran para dosen Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Universitas Andalas Padang dan Universitas Riau Pekanbaru. Para dosen Fakultas Pertanian ketiga Universitas ini menyampaikan pemikiran mereka untuk menyajikan gagasan baru yang berhubungan dengan perkembangan teknologi pertanian dalam menjaga ketersediaan pangan hari ini dan masa depan dengan tetap menjaga kelestarian dengan harapan dapat menjadi sumbangan pemikiran yang berarti untuk memajukan teknologi budaya pertanian saat ini yang berprinsip produksi pangan meningkat dan lingkungan tetap lestari.

Dalam buku ini juga tersedia pemikiran agribisnis yang berhubungan dengan strategi agribisnis terbaru agar

para pembaca dapat mengikuti ide-ide yang ditampilkan guna ikut menyumbangkan gagasan untuk dalam upaya daya saing yang tinggi dengan produk impor.

Tak kalah penting dalam buku ini juga disajikan perkembangan keracunan logam berat pada lahan pertanian yang langsung berdampak pada kualitas hasil dan keamanan pangan dari bahan berbahaya bagi lingkungan hidup. Hal ini bertujuan untuk menjaga kelangsungan pertanian masa depan yang berkesinambungan.

Sebagai karya manusia buku ini sudah pasti memiliki banyak kekurangan, tetapi kekurangan itu tidak akan menjadi penghalang untuk tetap mau dalam menyampaikan ide dan pemikiran untuk dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Harapan para penulis hanya saran dari para pembaca untuk perbaikan selanjut.

Akhirnya dengan rasa syukur Alhamdulillah atas izin Allah SWT, buku kecil ini dapat terbit untuk dibaca oleh mahasiswa dan para dosen atau siapa saja yang bergelut dalam dunia pertanian atau praktisi agroteknologi. Buku ini berupa pemikiran para ahli pertanian yang berhubungan dengan teknologi budidaya dan agribisnis dalam lingkup pertanian berkelanjutan.

Pekanbaru. Februari 2024

Editor

Hasan Basri Jumin

M Nur

DAFTAR ISI

Isi	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
PENDAHULUAN.....	1
BAB I Kelakuan tanaman pada kondisi stress (Hasan Basri Jumin).....	6
BAB II Teknologi budidaya tanaman kentang ramah lingkungan (Warnita).....	27
BAB III Budidaya padi dengan sistem low external input sustainable agriculture (LEISA) mendukung pertanian berkelanjutan (Hapsoh, Isna Rahma Dini, Desita Salbiah, Wawan).....	43
BAB IV Penerapan rekayasa ekologi pada pertanian berkelanjutan (Saripah Ulpah).....	63
BAB V Kualitas serat daun nanas berdasarkan letak daun dan lama perendaman pada proses pembuatan serat (Mardaleni dan Sri Mulyani)	77
BAB VI Integrasi aquakultur dengan hidroponik pada pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan (M. Nur dan Ernita).....	93
BAB VII Upaya peningkatan kesehatan tanah dengan penggunaan pupuk organik dalam bingkai pertanian berkelanjutan (Tati Maharani).....	103

BAB VIII Pengembangan sistem sawah terapung di daerah rawan banjir untuk pertanian berkelanjutan (T. Edy Sabli)	116
BAB IX Teknologi mekanisasi untuk ketahanan pangan berkelanjutan (Ujang Paman).....	129
BAB X Sagu komoditas strategis untuk ketahanan pangan, dan industri (Septina Elida)	146
BAB XI Strategi agribisnis pupuk organik bagi pelaku UMKM dalam pembangunan pertanian berkelanjutan (Fahrial)	163
BAB XII Kelapa dalam : sikap petani dan pertanian berkelanjutan (Sisca Vaulina dan Elinur)	183
BAB XIII Pengembangan usahatani cabai merah pada daerah non sentra produksi guna mendukung pertanian berkelanjutan (Ilma Satriana Dewi)	188
BAB XIV Peningkatan produktivitas pertanian : Strategi mengurangi kemiskinan pedesaan (Saipul Bahri).....	203
BAB XV Produksi antibiotik ramah lingkungan (Jarod Setiaji)	214
BAB XVI Potensi pengembalian hara Silica (si) dan Posfor (p) melalui sisa tanaman padi ke sistim persawahan (Hermansah).....	228

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Chemical analyzes of waste-water of nasipadang, general restaurants and housing wastewater.....	11
Tabel 2. Hasil pengamatan pertumbuhan dan produksi tanaman padi dengan penerapan sistem LEISA	51
Tabel 3. Rata-rata panjang daun nanas (cm) berdasarkan letak/posisi daun dan lama perendaman.....	82
Tabel 4. Rata-rata lebar daun nanas (cm) berdasarkan letak daun dan lama perendaman.....	84
Tabel 5. Rata-rata panjang serat daun nanas (cm) berdasarkan letak daun dan lama perendaman.....	85
Tabel 6. Rata-rata berat basah serat per 10 helai daun (g) berdasarkan letak daun dan lama perendaman.....	87
Tabel 7. Rata-rata berat kering serat per 10 daun nanas (g) berdasarkan letak daun pada batang dan lama perendaman.....	88
Tabel 8. Luas Lahan dan Produksi Sagu di Provinsi Riau, Tahun 2020.....	151
Tabel 9. Matriks IFE (Internal Factor Evaluation) Usahatani Cabai Merah di Daerah Non Sentra Produksi di Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar Provinsi Riau.....	195
Tabel 10. Matriks EFE (External Factor Evaluation) Usahatani Cabai Merah di Daerah Non Sentra Produksi di Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar Provinsi Riau.....	197

Tabel 11.	Bobot biomassa sisa tanaman bagian atas dan bawah tanaman padi pada beberapa elevasi lahan sawah Gunung Talang	233
Tabel 12.	Hasil analisis Si dan P pada sisa tanaman bagian atas dan bagian bawah tanaman padi pada lahan sawah di Kecamatan Gunung Talang Kabupaten Solok	237
Tabel 13.	Potensi angkutan hara biomassa sisa tanaman bagian atas (batang dan daun) dan bagian atas (akar) padi di berbagai elevasi	240

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
Gambar 1	Revolusi bumi, posisinya mengelilingi matahari (Earth revolution definition. 2021). Revolusi bumi dan rotasi bumi yang paling menentukan dinamika iklim di bumi.	11
Gambar 2	Akibat pemanasan global mencairkan salju abadi green land, dan menghilangkan berjuta juta ton es abadi tersebut (Herring and Lindsey, 2021). Pemanasan global berakibat berobahnya iklim global atau iklim mikro pertanian.....	13
Gambar 3.	Kandungan logam dan komposisi logam berat dalam fly ash(Jumin et al, 2016, and Jumin et al, 2019)	23
Gambar 4.	Mekanisme infeksi rhizobium ke dalam bulu akar tanaman leguminosa	23
Gambar 5.	Hubungan aktivitas fotosintesis dengan fiksai nitrogen bebas di atmosfer.....	24
Gambar 6.	Benih kentang Go dan tanaman kentang Granola (koleksi pribadi)	30
Gambar 7.	Pola produksi bibit kentang bebas penyakit di Indonesia	30
Gambar 8.	Lokasi demplot percobaan budidaya tanaman padi dengan aplikasi kombinasi pupuk organik hayati, pestisida nabati, dan agens hayati Beauveria bassiana.....	50
Gambar 9.	Contoh pemanfaatan pagar rumah sebagai tempat budidaya tanaman, selain dapat dimanfaatkan hasil berupa sayuran juga menciptakan keindahan rumah (koleksi pribadi).....	95
Gambar 10.	Contoh rangkaian filtrasi untuk menghasilkan nitrat dari metabolisme ikan (koleksi pribadi)	97

Gambar 11. Hasil penelitian bersama mahasiswa berbagai jenis selada dengan teknik budidaya akuaponik (koleksi pribadi).....	99
Gambar 12. Jenis selada berdasarkan berat tanaman tanpa akar : a. Butterhead (59,9 gram), b. Monde (69.9 gram), c. Romaine (88.4 gram) d. Selada merah (38,4 gram).....	100
Gambar 13. Jenis-jenis tanaman yang dapat dibudidayakan dengan menggunakan teknik budidaya akuaponik seperti a. Sawi, b. Seledri c. Paprika dan d. tomat (koleksi pribadi).....	101
Gambar 14. Sistem Sawah Terapung di Kalimantan (Foto: https://kalimantanpost.com dan https://indonesia.wetlands.org).....	125
Gambar 15. Luas Lahan, Produksi Sagu Indonesia, Tahun 2019-2022 <i>Sumber: Statistik Perkebunan Unggulan Nasional, 2020-2022</i>	149
Gambar 16. Sebaran Tanaman Sagu, Tahun 2020 <i>Sumber: Statistik Perkebunan Unggulan Nasional, 2020-2022</i>	150
Gambar 17. Potensi Pemanfaatan Sagu <i>Sumber: Bintaro, 2011</i>	155
Gambar 18. Perkebunan Kelapa Dalam.....	178
Gambar 19. Sikap Petani untuk Keberlanjutan Usahatani Kelapa.....	181
Gambar 20. Tipologi Tiga Pilar	182
Gambar 21. Kuadran SWOT Usahatani Cabai Merah	198
Gambar 22. Jalur Biosintesis Bakteri <i>Bacillus</i> sp. (Warna Salem Jalur Mevalonat) yang Menghasilkan Senyawa Terpenoid.....	218
Gambar 23. Kromatogram HPLC Ekstrak Metabolit Sekunder <i>Bacillus</i> sp. (254 nm dan 366 nm).....	220

PENDAHULUAN

Pertumbuhan akan permintaan bahan pangan dan bahan baku industri meningkat sebanding dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kebutuhan pangan yang berkualitas. Pada bagian lain kehidupan pada saat ini yang cenderung menguras bahan dari sumberdaya alam tidak terkontrol. Gaya hidup seperti zaman modern ini semakin hari semakin menakutkan, karena mengorbankan atau menguras sumber daya hayati. Sumber daya hayati perlu dilestarikan atau paling tidak ditekan laju kerusakannya. Namun pada sisi lain sumber daya hayati sangat diperlukan untuk memenuhi pangan dan sandang serta penyediaan bahan baku industri. Berdasarkan prinsip pangan, papan dan bahan baku industri dapat terpenuhi. Sedangkan laju kerusakan lingkungan semakin ditekan, maka teknologi pertanian yang dapat melestarikan lingkungan sekaligus memenuhi kebutuhan hidup, satu-satu pilihan hanyalah penerapan prinsip pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*).

Dalam konsep itu berbagai prinsip sedang dilakukan. Dari berbagai aspek dalam lingkup pertanian secara umum disajikan dalam bab demi bab buku. Pertanian yang menjaga kelestarian dan meminimalkan kerusakan lingkungan sangat penting diterapkan. Gagasan seperti ini perlu dimiliki oleh para pengambil keputusan agar dalam pengelolaan pertanian dapat selalu mempertimbangkan keberlanjutan produksi dan sekaligus untuk menjaga kelestarian lingkungan.

Saat ini teknologi budidaya pertanian berkembang sangat cepat, pada bagian lain teknologi itu, mengikuti perkembangan teknologi lainnya, seperti teknologi informasi serta teknologi yang mendukung secara langsung perkembangan budidaya pertanian. Budidaya pertanian diperkirakan akan dapat dengan cepat meningkatkan ketersediaan pangan dan bahan baku industri, ternyata

masih diperlukan pemikiran baru agar perkembangan itu juga memenuhi standar keamanan pangan dan ketersediaan dan kualitas pangan. Hal ini sangat penting untuk dapat mengisi kecukupan pangan yang berkualitas dengan jumlah yang cukup serta bahan baku industri yang berkesinambungan untuk menjaga kestabilan harga komoditi. Buku ini berisi pemikiran para dosen Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Universitas Andalas Padang dan Universitas Riau Pekanbaru. Para dosen Fakultas Pertanian ketiga Universitas ini menyampaikan pemikiran mereka untuk menyajikan gagasan baru yang berhubungan dengan perkembangan teknologi pertanian dalam menjaga ketersediaan pangan hari ini dan masa depan dengan tetap menjaga kelestarian dengan harapan dapat menjadi sumbangan pemikiran yang berarti untuk memajukan teknologi budaya pertanian saat ini yang berprinsip produksi pangan meningkat dan lingkungan tetap lestari.

Dalam buku ini juga tersedia pemikiran agribisnis yang berhubungan dengan strategi agribisnis terbaru agar para pembaca dapat mengikuti ide-ide yang ditampilkan guna ikut menyumbangkan gagasan untuk dalam upaya daya saing yang tinggi dengan produk impor.

Pertumbuhan tanaman sangat ditentukan oleh dua faktor yaitu, faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah faktor turunan yang diwariskan oleh kedua tetuanya. Faktor ini sering disebut faktor genetik, seperti bunga berwarna merah dan pada spesies yang sama bunga putih. Perbedaan pertumbuhan yang visible ini terjadi dalam satu spesies atau perbedaan intra spesies dalam satu spesies atau satu strain.

Faktor eksternal adalah faktor lingkungan tanaman seperti air, atmosfer, tanah tempat tumbuh, intensitas sinar surya, lama penyinaran (photoperiod) dan iklim (musim yang ada hubungannya dengan posisi bumi terhadap matahari, atau letak lintang). Pengaruh kedua faktor itu

terakumulasi dalam bentuk resultante, yang berarti faktor internal dan eksternal sama-sama memberikan pengaruh yang sangat berarti. Sehingga performannya merupakan intermediat dari keduanya.

Tak kalah penting dalam buku ini juga disajikan perkembangan keracunan logam berat pada lahan pertanian yang langsung berdampak pada kualitas hasil dan keamanan pangan dari bahan berbahaya bagi lingkungan hidup. Hal ini bertujuan untuk menjaga kelangsungan pertanian masa depan yang berkesinambungan.

Pertumbuhan akan permintaan bahan pangan dan bahan baku industri meningkat sebanding dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kebutuhan pangan yang berkualitas. Pada bagian lain kehidupan pada saat ini yang cenderung menguras bahan dari sumberdaya alam tidak terkontrol. Gaya hidup seperti zaman modern ini semakin hari semakin menakutkan, karena mengorbankan atau menguras sumber daya hayati. Sumber daya hayati perlu dilestarikan atau paling tidak ditekan laju kerusakannya. Namun pada sisi lain sumber daya hayati sangat diperlukan untuk memenuhi pangan dan sandang serta penyediaan bahan baku industri. Berdasarkan prinsip pangan, papan dan bahan baku industri dapat terpenuhi. Sedangkan laju kerusakan lingkungan semakin ditekan, maka teknologi pertanian yang dapat melestarikan lingkungan sekaligus memenuhi kebutuhan hidup, satu-satu pilihan hanyalah penerapan prinsip pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*).

Dalam konsep itu berbagai prinsip sedang dilakukan. Dari berbagai aspek dalam lingkup pertanian secara umum disajikan dalam bab demi bab buku. Pertanian yang menjaga kelestarian dan meminimalkan kerusakan lingkungan sangat penting diterapkan. Gagasan seperti ini perlu dimiliki oleh para pengambil keputusan agar dalam pengelolaan pertanian dapat selalu

mempertimbangkan keberlanjutan produksi dan sekaligus untuk menjaga kelestarian lingkungan.

Saat ini teknologi budidaya pertanian berkembang sangat cepat, pada bagian lain teknologi itu, mengikuti perkembangan teknologi lainnya, seperti teknologi informasi serta teknologi yang mendukung secara langsung perkembangan budidaya pertanian. Budidaya pertanian diperkirakan akan dapat dengan cepat meningkatkan ketersediaan pangan dan bahan baku industri, ternyata masih diperlukan pemikiran baru agar perkembangan itu juga memenuhi standar keamanan pangan dan ketersediaan dan kualitas pangan. Hal ini sangat penting untuk dapat mengisi kecukupan pangan yang berkualitas dengan jumlah yang cukup serta bahan baku industri yang berkesinambungan untuk menjaga kestabilan harga komoditi. Buku ini berisi pemikiran para dosen Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Universitas Andalas Padang dan Universitas Riau Pekanbaru.

Para dosen Fakultas Pertanian ketiga Universitas ini menyampaikan pemikiran mereka untuk menyajikan gagasan baru yang berhubungan dengan perkembangan teknologi pertanian dalam menjaga ketersediaan pangan hari ini dan masa depan dengan tetap menjaga kelestarian dengan harapan dapat menjadi sumbangan pemikiran yang berarti untuk memajukan teknologi budaya pertanian saat ini yang berprinsip produksi pangan meningkat dan lingkungan tetap lestari.

Dalam buku ini juga tersedia pemikiran agribisnis yang berhubungan dengan strategi agribisnis terbaru agar para pembaca dapat mengikuti ide-ide yang ditampilkan guna ikut menyumbangkan gagasan untuk dalam upaya daya saing yang tinggi dengan produk impor.

Pertumbuhan tanaman sangat ditentukan oleh dua factor yaitu, factor internal dan factor eksternal. Factor internal adalah faktor turunan yang diwariskan oleh kedua tetuanya. Faktor ini sering disebut factor genetic, seperti

bunga berwarna merah dan pada species yang sama bunga putih. Perbedaan pertumbuhan yang visible ini terjadi dalam satu spesies atau perbedaan intra spesies dalam satu spesies atau satu straint.

Faktor eksternal adalah faktor lingkungan tanaman seperti air, atmosfer, tanah tempat tumbuh, intensitas sinar surya, lama penyinaran (photoperiod) dan iklim (musim yang ada hubungannya dengan posisi bumi terhadap matahari, atau letak lintang). Pengaruh kedua faktor itu terakumulasi dalam bentuk resultante, yang berarti faktor internal dan eksternal sama-sama memberikan pengaruh yang sangat berarti. Sehingga performannya merupakan intermediat dari keduanya. Tak kalah penting dalam buku ini juga disajikan perkembangan keracunan logam berat pada lahan pertanian yang langsung berdampak pada kualitas hasil dan keamanan pangan dari bahan berbahaya bagi lingkungan hidup. Hal ini bertujuan untuk menjaga kelangsungan pertanian masa depan yang berkesinambungan.

KELAKUAN TANAMAN PADA KONDISI STRESS

Hasan Basri Jumin
Program Pascasarjana dan
Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau
Emal. hbjumin@gmail.com atau hbjumin@agr.uir.ac.id

PENDAHULUAN

Analisa Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan dan produksi tanaman dikontrol oleh factor internal (genetic) dan factor external. Faktor internal hanya dapat dimanipulasi dengan teknologi rekayasa genetic, karena langsung dikontrol DNA. Untuk itu perbaikan genetic hanya dapat dilakukan dengan mengaplikasikan bioteknologi. Sedangkan factor eksternal tanaman dipengaruhi oleh tanah, air, iklim, suhu, oksigen dan teknologi budidaya. Manipulasi factor eksternal lebih mudah dibandingkan memanipulasi factor genetic, tetapi sangat mahal dan secara ekonomis tidak akan menguntungkan, kecuali dalam skala kecil.

Paper ini membahas aktivitas tanaman, dan menganalisa pengaruh factor lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah industry yang mengakibatkan stres. Pengaruh faktor eksternal yang tercemar dan kehidupan tanaman dibawah control pencemaran oleh limbah industry, terutama buangan industry yang umumnya sudah tersebar luas di lahan lahan pertanian terutama di perkotaan dan pinggiran

Analisa akumulasi bahan kering tanaman

Rata-rata laju pertumbuhan relative (mean relative growth rate, MRGR) adalah akumulasi bahan kering tanaman selama tanaman mengadakan fotosintesis di bawah pancaran sinar surya selama fotoperiode tertentu.

Akumulasi berat kering tanaman yang diimplementasikan dalam bentuk jumlah bahan terakumulasi atau bahan kering tanaman yang tertumpuk dalam jaringan tanaman.

Laju pertumbuhan relatif, artinya secara relative adalah kecepatan fotosintesis tanaman yang dapat digambarkan dengan indikator pertumbuhan tanaman, biasanya dengan meningkatnya perpanjangan sel dan bertambahnya jumlah sel. Peningkatan jumlah sel dan perpanjangan ukuran sel itu dapat diwakili oleh parameter berat kering tanaman.

Rata-rata laju pertumbuhan relatif

Dalam eksperimen dilakukan dengan menimbang berta kering pada pengukuran pertama (t_1) dan penimbangan berat kering kedua setelah beberapa waktu, bisa setiap minggu (t_2). Formula yang digunakan adalah yang disusun oleh South, 1995 (Jumin et al, 2016)

$$\text{MRGR} = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

Di mana MRGR adalah rata rata laju pertumbuhan relative (W), dan rata berat kering hasil pengukuran minggu pertama (W_1) dan rata pengukuran berat kering tanaman minggu kedua (W_2). Berat kering diambil dari berat kering tanaman dalam kondisi kering mutlak pada sample tanaman dalam komunitasnya. Berat kering ditimbang sampai pertumbuhan vegetatif tanaman berakhir. Berakhirnya pertumbuhan vegetative dan mulainya tanaman mengeluarkan bugna. Ln adalah natural logarithm. Formula ini tetap digunakan sampai hari ini oleh para peneliti.

Rata-rata Assimilasi bersih (Net Assimilation Rates, NAR)

Laju rata-rata asimilasi bersih berbeda dengan rata-rata laju pertumbuhan relatif, karena rata-rata laju asimilasi bersih, mempertimbangkan laju penumpukan asimilate pada setiap luasan daun tertentu, biasanya dalam satuan g.cm⁻² dalam rentang waktu yang singkat, yaitu setiap hari. NAR dapat diperoleh dengan menggunakan formulasi di bawah ini

Asimilasi bersih adalah rata-rata berat kering tanaman per satuan waktu tertentu biasanya setiap minggu. Asimilasi menggambarkan kecepatan akumulasi sebagai implementasi dari kecepatan fotosintesis. NAR ini disesuaikan dengan rentang waktu yang digunakan. Parameter ini juga menggunakan parameter berat kering tanaman, yang juga digunakan pada penghitungan rata-rata laju pertumbuhan relative. Agar rata-rata pertumbuhan relatif serasi dengan laju rata-rata asimilasi bersih, seperti rumus di bawah ini.

$$E = \frac{1}{L} \frac{dW}{dt} \quad (2)$$

Formula ini disempurnakan dengan memodifikasi beberapa factor yang juga berperan pada saat pengukuran laju rata penumpukan berat kering tanaman. Kesulitan pengukuran luas daun adalah akibat bentuk daun yang tak beraturan. Untuk mengurangi tingkat bias yang tinggi formula ini menggunakan natural logarithm (ln). Formula yang disusun oleh Vernon dan Allison. (1963).

$$E_M = \frac{(W_2) - (W_1) (\text{Log } L_2 - \text{Log } L_1)}{(T_2 - T_1) (L_2 - L_1)} \quad (3)$$

Luas daun (Leaf area)

Luas daun adalah total luasan daun dari keseluruhan daun yang ada pada setiap tanaman. Untuk memperoleh angka luas daun, digunakan cara manual yaitu dengan menghitung setiap daun dengan pakai kertas grafik atau dengan formula yang telah disediakan yang sering disebut dengan leaf area meter yang dengan memakai image analysis software.

Untuk kepentingan eksperimen yang lebih teliti dan lebih praktis, peneliti menghitung berat kering tanaman beberapa kali, biasanya tanaman umur pendek dilakukan sebanyak empat kali selama masa pertumbuhan vegetative. Jumlah periode penimbangan tanaman dilakukan empat kali ini, seperti tanaman kedelai, jagung dan lain lain sebagainya.

Perhitungan luas daun pada kedele dihitung paling cepat pada saat tanaman berumur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari khuss tanaman semusim. Perhitungan terakhir diperkirakan tanaman masuk pada fase pembungaan. Dari empat periode penimbangan ini akan diperoleh tiga kelompok data. Sebaiknya pengukuran berat kering tanaman berakhir pada saat tanaman mulai berbunga.

Biasanya agar diperoleh angka rata rata asimilasi bersih yang lebih akurat pada pertumbuhan vegetative, penimbangan berat kering tanaman dihitung mulai di ujung umur vegetative tanaman kedelai berakhir yaitu pada saat tanaman umur 28 atau 30 hari. Karena pada umur itu pertumbuhan vegetative sudah berakhir, dan tanaman mulai berbunga. Selanjutnya patokan ditetapkan pada umur 28 atau 30 hari dan selanjutnya hitung mundur 7 hari. Contoh, bila penetapan pengukuran berat kering tanaman berakhir 30 hari, maka penetapan ke empat adalah 30 hari, pengukuran ketiga pada umur 23 hari, kedua 16 hari, dan pertama umur tanaman 9 hari.

Berat Kering Tanaman (Dry Weight)

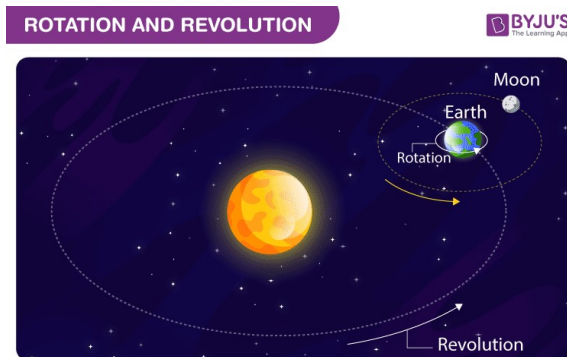
Berat kering tanam digunakan sebagai salah satu indicator sangat penting untuk menentukan rata rata laju asimilasi bersih dan rata rata laju pertumbuhan relative. Maka berat kering tanaman keseluruhannya diperoleh dari keseluruh bagian tanaman, mulai dari daun sampai akar. Angka ini diperoleh dengan cara menghitung berat kering mutlak. Berat kering mutlak dapat diperoleh dengan cara menimbang berat tanaman yang sudah dikering oven dengan suhu lebih kurang 72-780C selama lebih kurang 24 sampai 48 jam hingga diperoleh angka permanen (berat kering mutlak).

Pertumbuhan Tanaman Pada Lahan Tercemar

Pertumbuhan tanaman sangat ditentukan oleh dua factor yaitu, factor internal dan factor eksternal. Factor internal adalah faktor turunan yang diwariskan oleh kedua tetuanya. Faktor ini sering disebut factor genetic, seperti bunga berwarna merah dan pada species yang sama bunga putih. Perbedaan pertumbuhan yang visible ini terjadi dalam satu spesies atau perbedaan intra spesies dalam satu spesies atau satu strain.

Faktor eksternal adalah factor lingkungan tanaman seperti air, atmosfer, tanah tempat tumbuh, intensitas sinar surya, lama penyinaran (photoperiod) dan iklim (musim yang ada hubungannya dengan posisi bumi terhadap matahari, atau letak lintang).

Letak lintang atau posisi bumi sewaktu berrotasi mengilingi bumi besar perannya pada intensitas pengolahan system pertanian, karena pada hakikatnya lingkungan yang berbeda, juga berbeda system pengolahan lahan, dan disebabkan juga oleh factor lainnya (Gambar 1).



Gambar 1 Revolusi bumi, posisinya mengelilingi matahari (Earth revolution definition. 2021). Revolusi bumi dan rotasi bumi yang paling menentukan dinamika iklim di bumi.

Hal ini mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Posisi bumi terhadap matahari dalam system tata surya selalu dinamis. Pada saat berevolusi selama satu tahun bumi tidak tegak lurus pada porosnya, tetapi bumi selalu mengadakan pergerakan, yang pada saat tertentu tetap tegak lurus, dan menghadap matahari. Pada saat kutub utara membelakangi matahari atau berada di kutub utara menjauh matahari, maka posisi bumi tidak tegak lurus. Pada saat itu di bumi bagian utara mengalami musim dingin dan puncaknya matahari. Pada saat yang sama kutub selatan menghadap matahari dan pada saat itu bumi bagian selatan mengalami musim panas. Enam bulan selanjutnya giliran kutub selatan membelakangi matahari, pada saat itu bumi bagian selatan mengalami musim dingin dan bumi bagian utara terjadi musim panas, dan begitulah seterusnya terjadi pergantian musim (gambar 2). Musim gugur di utara terjadi pada saat menjelang musim dingin, atau mulai berakhirnya musim panas. Sedangkan terjadinya musim semi di bumi bagian utara, berarti menjelang musim panas atau setelah berakhirnya musim dingin.

Posisi bumi yang melenggak lenggok pada porosnya selama berevolusi satu tahun itulah yang menyebabkan tempat tempat di bumi mengalami pergantian musim. Bumi bagian garis khatulistiwa tidak terpengaruhi oleh gerakan bumi yang disebut di atas, karena berada di tengah bola bumi (garis equator) dan tidak banyak terpenaruh, sehingga tidak mengalami pergantian musim yang berarti.

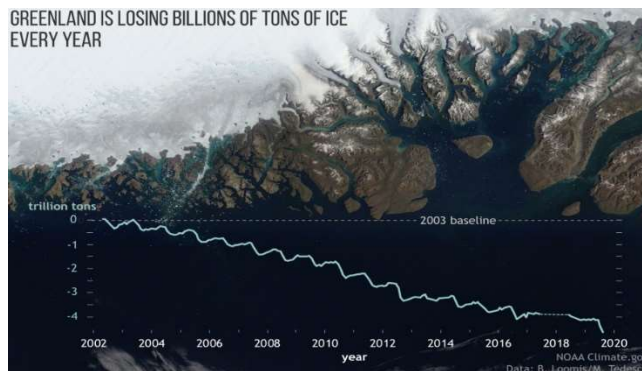
Pemanasan global yang melanda bumi saat ini pasti merobah system dan teknologi budidaya serta pengelolaan pertanian masa depan. Beberapa kawasan di daerah temperate yang dulunya suhunya dimusim dingin mencapai minus 200 C, sekarang dengan pemanasan global yang melanda, bumi menjadi lebih panas dari sebelumnya (Gambar 2). Pada musim dingin dapat mencapai berkisar minus 50C dan pada saat musim semi sudah bisa bertanam padi. Pada hal sebelumnya bertanam padi hanya bisa pada awal musim panas. Kawasan yang dulunya tidak dapat ditanam padi akibat terlalu dingin pada musim semi, sekarang sudah layak ditanam padi karena suhunya sudah lebih meningkat.

Di daerah tropis seperti Indonesia pengolahan lingkungan lebih intensif dibandingkan dengan daerah temperate karena di daerah tropis pertumbuhan tanaman dibatasi oleh jumlah musuh tanaman yang banyak. Demikian juga dengan intensifnya pengolahan suatu usaha maka limbah yang dihasilkan juga lebih banyak. Limbah yang banyak ini di samping dapat di-cycle jadi mulsa atau pupuk organik, tapi juga mengundang hama dan penyakit untuk hidup di areal tanaman.

Pengolahan tanah yang sering setiap tahun memberikan pengaruh terhadap kerusakan lingkungan tanah dan kondisi lingkungan di sekitar lahan. Gulma, hama dan penyakit berkembang sangat pesat. Kondisi ini akan berdampak pada kerusakan tanah, tata air tanah, iklim mikro dan lain lain sebagainya.

Pemberian pestisida dalam porsi tinggi disebabkan oleh serangga berkembang dengan pesat. Tindakan seperti ini terpaksa dilakukan petani karena jalan lain untuk tetap berproduksi hampir tertutup. Salah satu jalan yang dilakukan adalah memilih varietas yang tahan hama dan penyakit, atau system budidaya yang bersifat memproteksi fisik pada tanaman, tindakan itu misalnya dengan membangun jaring.

Intensifnya pertanian, terutama pada pertanian pangan atau tanaman semusim adalah salah satu sebab kerusakan lingkungan. Teknologi seperti ini akan lebih membahayakan lingkungan hidup. Antisipasi yang dilakukan untuk tetap menjaga kesehatan lingkungan dapat digunakan antara lain, pengelolaan lingkungan yang berbasis pada prinsip menekan semaksimal mungkin penggunaan pestisida dan fungisida dan lain sejenisnya. Prinsip ini perlu dikembangkan untuk tetap menekan kerusakan tanah, tata air dan faktor lingkungan lainnya terus menerus.



Gambar 2. Akibat pemanasan global mencairkan salju abadi green land, dan menghilangkan berjuta juta ton es abadi tersebut (Herring and Lindsey, 2021). Pemanasan global berakibat berobahnya iklim global atau iklim mikro pertanian.

Limbah

Berbagai limbah disekitar kita selalu mengganggu dan bahkan mencemar lingkungan hidup. Baik limbah rumah tangga berupa air bekas cucian seperti cuci piring maupun pakaian sampai limbah industry yang berbahaya. Kesemua itu membuat lingkungan kita tercemar dari yang ringan sampai pencemaran berat. Berbagai bahan yang berasal dari limbah rumah tangga yang mengotori alam di sekitar kita sampai pencemaran yang menimbulkan polusi air mapun tanah. Bahan pencemar itu biasanya datang dari buangan industry dan usaha kecil. Bahan pencemaran yang digolongkan kelompok B3 seperti logam berat dapat merusak kesehatan baik secara langsung maupun tidak langsung. Yang langsung itu menimbulkan gejala kontak langsung seperti pingsan dan bahkan kematian. Bahaya tidak langsung pada manusia dan makhluk hidup biasanya melalui makanan yang lebih dulu sudah tercemar. Bahaya ini menggunakan jalur panjang seperti memakan bahan tanaman atau produk perikanan yang tercemar. Keracunan dari tanaman timbul karena manusia memakan tanaman yang ternyata telah tercemar oleh logam berat. Logam berat (heavy metal) dalam bentuk merkuri (Hg), Cadmium (Cd), Arsenic (Ar), Plumbum (Pb) dan lain sebagainya.

Sayuran yang dikonsumsi sehari hari banyak mengandung logam berat dan bahan berbahaya lainnya. Sayuran yang baru saja diberi pestisida dan langsung dipanen justeru berbahaya karena mengandung sisa pestisida yang belum sempat hilang.

Hasil beberapa penelitian yang dilakukan di Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau mendapat gambaran bahwa tidak semua limbah yang ada disekitar kita berbahaya. Tetapi sebagian masih ada yang dapat digunakan, dan bahkan dapat dimanipulasi menjadi bahan bermanfaat, seperti substitusi pupuk untuk tanaman. Beberapa bahan limbah seperti air selokan dan buangan

industry besar atau kecil seperti pabrik tahu dan tempe, penyimpanan karet dan limbah pengolahan crude palm oil (CPO) pada pabrik minyak goreng atau pengolahan TBS (tandan buah seagar) menjadi CPO, justeru dapat digunakan sebagai pupuk tanaman. Bahan yang terkandung di dalam limbah CPO masih dapat dimanfaatkan untuk pengganti atau penambahan pupuk organik. Memang sebagian kandungan bahan itu ada yang tidak merupakan unsur esensial bagi tanaman. Tetapi unsur itu tidak berbahaya kalau jumlah yang digunakan tidak berlebihan (Tabel 1).

Limbah selokan masih mengandung unsur dapat yang dapat di recycle seperti nitrogen, kalium, fosfor dan lain sebagainya. Unsur lain seperti sodium ini dalam konsentrasi besar memang mengganggu pertumbuhan tanaman, tetapi dalam jumlah kecil bermanfaat pada tanaman. Sodium dalam konsentrasi rendah berfungsi sebagai unsur alternative. Apabila unsur kalium tersedia dalam jumlah kecil, maka pada level tertentu sodium menggantikan peran kalium dalam pertumbuhan tanaman. Pada air limbah selokan rumah tangga, jumlah kandungan sodium dan unsur esensial lainnya tergantung pada aktivitas rumah tangga itu, namun demikian secara keseluruhan dapat dikatakan lebih baik dari pada air limbah restoran. Perbedaan itu tertletak pada konsentrasi sodium.

Pada bagian lain limbah industry sawit dalam pengolahan tandan buah segar (TBS) menghasilkan waste crude palm oil atau disebut dengan limbah CPO. Di Riau dan provinsi provinsi di Sumatera dan Kalimantan setiap harinya menghasilkan limbah yang sangat banyak.

Limbah CPO ini kalau tidak ditangani dengan baik akan menimbulkan masalah yang sangat serius pada lingkungan. Limbah CPO kalau dikelola dengan baik ternyata masih memberikan pengaruh baik terhadap pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian yang dilakukan di

Fakultas Pertanian UIR selama ini memberikan pengaruh positif pada berbagai tanaman yang diuji coba.

Tabel 1. Chemical analyzes of waste-water of nasipadang, general restaurants and housing wastewater

N	Parameters	Unit	Water waste		
			Nasi- Restoran to	Housing	General restaurant
1	pH	-	4,76	3,6	3,0
2	BOD	Mg/L	1049	870	980
3	COD	Mg/L	5765	498	5693
4	Lead	Mg/L	<0,0017	<0,0017	<0.001
5	Sodium	Mg/L	1265	3.63	3.632
6	Copper	Mg/L	<0,0172	<0,0172	<0,0172
7	Calcium	Mg/L	60	29	30
8	Magnesi	Mg/L	4681	109.3	4.681
9	Phosphoru	Mg/L	3,4	0,36	0.762.
10	Potassium	Mg/L	<0,0194	<0,0194	<0,0194

Hasil penelitian pada limbah CPO pada tanaman jagung mengakibatkan pengaruh positif significant pada pertumbuhan (gambar 3. Ijat). Dari hasil penelitian itu terlihat bahwa limbah CPO ternyata dapat meningkatkan produksi jagung. Pemberian limbah CPO 200 cc setiap tanaman menunjukkan pengaruh yang baik sehingga hasil jagung meningkat bila dibandingkan dengan tanpa diberi limbah. Ternyata dosis yang tepat dapat meningkatkan net assimilation rate (laju asimilasi bersih) pertanaman sampai 40.6 mg/cm²/hari. Ini berarti setiap luasan daun 1 cm² terjadi peningkatan asimilasi bersih 40.6 mg setiap hari. Kenaikan pertumbuhan ini berlangsung sampai berakhirnya pertumbuhan vegetative. Kenaikan pertumbuhan ini ditandai oleh indicator indicator yang diamati sampai masa tanaman jagung memasuki fase generatif yaitu tanaman mulai mengeluarkan bunga. Pengaruh limbah CPO menunjukkan bahwa pemberian 400

cc per limbah CPO pada tanaman meningkatkan produksi setiap batang tanaman jagung sampai 49 gram, pada umur jagung 2 sampai 3 minggu setelah tanam. Peningkatan produksi jagung ini sangat berarti bila dibandingkan dengan tanaman yang tidak dipupuk dengan limbah CPO, peningkatan produksi hanya 16.1 mg/cm²/ hari, pada umur yang sama (Jumin et al. 2014)

Pengaruh Cadmium

Cadmium (Cd) adalah satu satu logam berat yang berbahaya termasuk dalam kategori logam B3. Cadmium berwarna putih, dengan struktur lunak dan mengkilap. Logam ini tidak larut dalam bahan kimia, dan tidak larut dalam basa dengan karakter mudah bereaksi dengan atom lain terutama dengan oksigen. Reaksi akhirnya menjadi cadmium oksida bila tertimpa panas yang cukup untuk memprosesnya. Di alam logam ini bereaksi dengan Cl (chlor) membentuk cadmium chlorida atau belerang (Cd Sulfit). Cadmium terurai jadi ion Cd²⁺ yang aktif mencari pasangannya. Oleh karena itu Cd²⁺ bila berada sekitar bulu akar tanaman, ion positif (kation) ini akan mudah masuk secara massal berasama air ke dalam jaringan tanaman. Logam cadmium biasanya mudah menghantar arus listrik dan berfungsi sebagai elektrolit. Karena karakternya itu cadmium sering digunakan sebagai elektroda baterai.

Di antara banyak logam berat, Cd merupakan logam berat yang paling mudah terakumulasi dan ada di mana mana . Logam berat ini paling berperan dalam meningkatkan kontaminasi tanah dan udara serta cadmium lebih mudah berpindah dalam tanah (Hasssan et al. 2013a). Rata rata jumlah akumulasi cadmium di dunia setiap tahun berkisar 20 ton pada tahun 1920 dan meningkat menjadi 20.000 ton tahun 2013 (Istaran dan Ellina S. 2014). Hal ini disebabkan oleh aktivitas industry yang berkembang setiap waktu (Wang Li. 2013)

Dalam tubuh makhluk hidup hewan dan manusia serta tanaman, cadmium dapat terakumulasi dalam jangka lama. Akumulasi ini berasal dari makan yang dikonsumsi setiap hari. Sifat akumulasi dalam tubuh manusia beransur dari makanan yang mengandung cadmium. Akumulasi itu bertambah dari hari ke hari. Kadar akumulasi cadmium dalam tubuh manusia sebenarnya tidak terlalu besar dan masih dapat ditoleransi oleh metabolisme tubuh. Tetapi karena waktu yang panjang akumulasi itu bertumpuk, karena cadmium tidak dapat dikeluarkan oleh tubuh manusia. Biasanya akumulasi itu terdapat dalam hati dan ginjal. Bila cadmium keluar dari tubuh dengan mekanisme pengeluaran racun, maka ginjal juga terkena imbasnya.

Ginjal tidak mampu mengeluarkan logam ini dalam waktu singkat dan bertahan lama dalam ginjal. Oleh karena itu, di samping cadmium dapat merusak hati, keracunan cadmium juga dapat menyebabkan kerusakan ginjal.

Cadmium bagi Kesehatan

Cadmium sangat merusak metabolisme tubuh. Sebagai logam golongan B3, logam berat ini menimbulkan gejala akut yang diakibatkan toksisitas. Akumulasi besar, logam ini akan mengganggu sistem syaraf ginjal. Gejala rentetan dari pengaruh cadmium di antaranya adalah hipertensi, kerusakan jaringan testicular, menghancurkan sel darah merah. Gejala sangat berbahaya adalah rusaknya jaringan dan sistem syaraf ginjal secara permanen atau gagal ginjal. Akumulasi cadmium dalam tubuh manusia yang tidak disadari berasal dari beras sebagai makanan pokok. Hal seperti ini pernah terjadi di Jepang. Kontaminasi Cd pada beras yang dipanen dari lahan sawah yang lama mengalami kekeringan telah menimbulkan penyakit itai-itai dengan gejala nyeri pada pinggang dan otot kaki.

Beberapa contoh kasus keracunan cadmium ini dapat kita baca pada beberapa media massa. Di Toyama Jepang, yang bagi orang Jepang di panggil dengan itai-itai bioki dalam

bahasa Indonesia dapat diterjemahkan sebagai penyakit pegal-pegal. Lokasi penyakit ini terlihat di daerah kawasan sungai Jinzu. Dari catatan data yang ada jumlah korban sekitar 128 orang selama rentang waktu tahun 1967 sampai 1984. Penderita memperlihatkan gejala “nephropathy” dan “osteomalaci”. Penyakit nephropathy dan osteomalaci ini disebabkan oleh keracunan cadmium yang terakumulasi melebihi ambang batas toleransi tubuh manusia karena mengkonsumsi makanan yang terpapar cadmium.

Cadmium termasuk dalam kategori limbah B3 berdasarkan sifat toksisitasnya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah no.18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun pasal 1, bahwa cadmium adalah logam berat yang terus menerus merusak lingkungan hidup dan pada gilirannya merusak kesehatan manusia. Peraturan Pemerintah tersebut direvisi lebih lanjut, menghasilkan PP No. 85/1999 tentang Perubahan PP No. 18/1999. Peraturan terbaru yang mengatur mengenai B3 yakni PP no 74 tahun 2001 tentang pengelolaan bahan berbahaya dan beracun yang menekankan dampak berbahaya pada logam berat ini.

Toleransi Tanaman Terhadap Cadmium

Bagaimana dengan tanaman? cadmium juga berbahaya bagi tanaman, karena mekanisme pengeluaran racun pada tanaman lebih aman dari manusia. Karena tanaman masih dapat bertoleransi pada awalnya, tetapi akan berbahaya bagi tanaman bila keracunan berlanjut. Mekanisme pengeluaran racun terjadi melalui stomata daun dan kemungkinan melalui air gutasi yang dikeluarkan pada malam hari. Air gutasi terjadi sebagai akibat kelebihan tekanan yang terjadi sewaktu proses metabolisme yang tidak seimbang antara fotosintesis dengan respirasi, maka kelebihan tekanan itu menyebabkan tanaman mengupayakan penetralan keseimbangan. Akibatnya segala kelebihan cairan terpaksa dikeluarkan pada malam

hari. Kemungkinan kelebihan unsur racun dapat keluar bersama air gutasi itu.

Pengamatan cermat dilakukan pada satu pohon di Universiti Utara Malaysia, air gutasi itu hampir setiap malam terjadi di suatu pohon di kampus itu. Air gutasi itu seperti ada hujan gerimis karena jumlahnya cukup banyak. Kandungan cadmium yang berlebih bagi tanaman biasanya memperlihatkan gejala tanaman chlorosis daun kering dan mati. Cadmium mengakibatkan berkurang atau terhambatnya fotosintesis. Gejala lain seperti busuk dan menghitamkan akar, sehingga tanaman kekurangan air. Biasanya kandungan cadmium lebih tinggi pada tanaman sayur mayur karena dalam budidayanya lebih intensif melakukan pemupukan terus menerus terutama pupuk fosfor yang terakumulasi dalam jangka waktu panjang. Hal ini meningkatkan kandungan Cd dalam tanah dan sekaligus dalam jaringan tanaman yang sedang tumbuh. Sampai batas tertentu, penggunaan tanaman masih dapat dipakai sebagai alternative solusi mengurangi pencemaran, terutama mengurangi keracunan logam berat in (cadmium). Tetapi waktunya juga akan terlewati bila pencemaran tanah juga tidak ditangani dengan baik.

Di perairan pencemaran cadmium dapat di atasi dengan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) tumbuhan ini merupakan jenis gulma yang hidup di air. Eceng gondok dapat menyerap cadmium dalam waktu relatif singkat. Disadari eceng gondok merusak lingkungan perairan pada satu sisi, tetapi pada sisi yang lain eceng gondok justru membantu menstabilkan polusi perairan.

Pada lingkungan perkotaan bisanya sumber cadmium berasal dari asap kendaraan bermotor, asap pabrik dan lain lainnya. Kadar cadmium dalam tanah berkisar antara 0.4 ppm dengan tingkat pencemaran tinggi dapat mencapai 1.5 %. Kation cadmium (Cd^{2+}) tergolong unsur non esensial (tidak dibutuhkan) yang terserap tanaman dalam bentuk kation. Kation ini diserap oleh tanaman lebih mudah karena

unsur ini mudah terurai di antara unsur pencemar lainnya, terutama terjadi pada perkebunan perkotaan (urban farming)

Dalam jumlah kecil cadmium tidak berbahaya bagi tanaman tetapi justru dapat menjadi pupuk alternatif, tetapi bukan untuk tanaman makanan, hanya untuk tanaman hias atau tanaman yang tidak untuk dikonsumsi. Ternyata sebagian dari dampak negatif itu masih ada manfaat bagi lingkungan hidup sekalipun tidak secara langsung.

Hasil penelitian yang dilakukan di Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, beberapa hasil analisis laboratorium maupun di lapangan ternyata beberapa kandungan limbah yang mengandung cadmium itu masih dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan sering digunakan sebagai pupuk pengganti. Tanaman yang dianjurkan untuk membantu mengurangi keracunan hanyalah tanaman yang bukan untuk konsumsi, misalnya tanaman HTI dan tanaman keras lainnya.

Limbah industri sebagian besar mengandung bahan yang berbahaya bagi lingkungan seperti cadmium (Cd), Plumbum (Pb), mercury (Hg), arsenic (As) dan kadang kadang juga masih berada di bawah ambang batas berbahaya asal tidak buang sembarangan tempat. Pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa limbah salah satu industry besar, kandungan Cd berada pada tingkat kurang dari 0.15 ppm. Pada tingkat ini untuk sementara dalam waktu singkat belum berbahaya (Tabel 3 dan gambar 4). Upaya penanaman tanaman yang toleran perlu dikembangkan terutama tanaman keras berkayu pada kawasan sekitar lokasi yang dideteksi terpapar.

Akhirnya Mekanisme pencemaran yang disebabkan oleh logam berat dapat berasal dari alam dan kelalaian manusia yang kadang kadang tanpa disadari. Dalam jangka panjang alam itu sendiri dan tingkat kesadaran yang rendah akan mengakibatkan bencana polusi lingkungan yang berbahaya. Karena karakternya akumulatif, maka logam

berat akan mengakibatkan gangguan kesehatan manusia. Tindakan peduli lingkungan dan menyayangi tanaman adalah tindakan yang sangat menguntungkan ekosistem.

Limbah sebagai produksi sampingan yang dihasilkan oleh pabrik pulp and paper salah satunya berupa fly ash. Fly ash digunakan sebagai bahan penelitian oleh dosen maupun mahasiswa. Dari hasil penelitian dengan berbagai tanaman hias dan pangan, fly ash memberikan pengaruh yang positif pada beberapa tanaman yang diuji. Ini dapat diambil kesimpulan sementara, kedelai dan jenis kacang-kacangan masih memberikan pengaruh positif pada pertumbuhan dan produksi.

Fly ash sebagai bahan limbah, mengandung unsur hara esensial, seperti nitrogen, fosfor dan kalium serta bahan mineral lainnya. Sekalipun mengandung mineral bukan esensial untuk tanaman pada bahan ini juga mengandung logam berat, tetapi sebagian kandungannya di bawah ambang batas tolorensi bahan pangan yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan Indonesia (tabel 4 gambar 3).

Dari hasil penelitian, pengaruh logam berat itu tidak signifikan pada pertumbuhan vegetatif dan hasil tanaman. Namun demikian belum dapat direkomendasi pada tanaman pangan. Selama ini rekomendasi sebatas pada tanaman hias yang tidak dikonsumsi.

Kelebihan fly ash bukan hanya dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, keunggulan fly ash adalah sangat membantu peningkatan pH (kemasaman) tanah. Aktivitas *Rhizobium* juga meningkat setelah pemberian dengan dosis rendah (Gambar 4 dan 5). Sehingga pada kandungan fly ash yang rendah dapat meningkatkan aktifitas metabolisme tanaman, ini terlihat pada parameter MRGR dan NAR meningkat akibat dari pertumbuhan vegetative tanaman kedelai meningkat (Jumin et al. 2017)

Chemical metals from fly ash waste (Jumin *et al.* 2016, Jumin *et al.* 2017)

Sewage	Parameter Test	Value
Fly Ash	pH _{H₂O}	11.24
	C-organic	0.55
	N Total	0.30 %
	P Total	0.24 %
	K Total	1.12 %
	Mg Total	0.43 %
	Fe Total	26720 mg/kg
	Ca Total	7.7 %
	Cu Total	37.8 ppm
	Zn Total	49.6 ppm
	Cd Total	0.15 ppm
	Pb Total	1.53 ppm
	Hg	0.07 ppm
	As	0.08 ppm

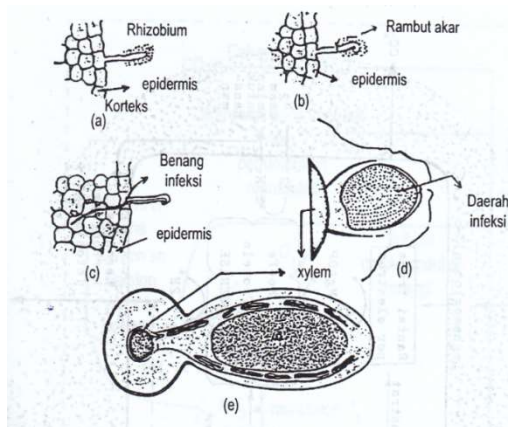
Essential nutrition's

Fly ash is waste take from RAPP pulp and paper factory

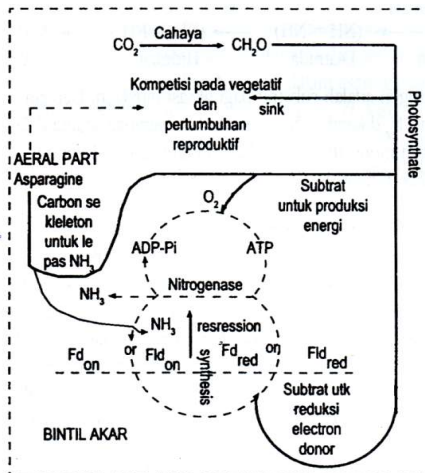
2012 6 13

Heavy metals

Gambar 3. Kandungan logam dan komposisi logam berat dalam fly ash (Jumin *et al.*, 2016, and Jumin *et al.*, 2019).



Gambar 4. Mekanisme infeksi rhizobium ke dalam bulu akar tanaman leguminosa.



Gambar 5. Hubungan aktivitas fotosintesis dengan fiksai nitrogen bebas di atmosfer.

Kesimpulan

Tanaman pada lahan tercemar berat, tidak mampu beradaptasi dan menimbulkan gangguan metabolisme dan kerusakan organ dan selanjutnya mati. Tetapi pada tingkat yang rendah sebagian logam berat justru dapat memicu kerja enzim, sehingga tanaman tumbuh lebih baik, selanjutnya produksi juga meningkat. Karakter akumulatifnya logam berat pada organ tanaman, sekalipun masih menguntungkan pada pertumbuhan dan produksinya, belum dapat direkomendasikan untuk tanaman pangan. Selanjutnya dapat direkomendasikan untuk pupuk alternatif pada tanaman non pangan.

Daftar Pustaka

David Herring and Rebecca Lindsey (2021) What evidence exists that Earth is warming and that humans are the main cause? (Published October 29, 2020. Updated September 27, 2021). <http://www.climate.gov/news-features/climate> -

<https://www.google.com/search?q=earth+revolution+definition&client=Diakses+4+Desember+2021>

- Earth revolution definition (2021)
<https://www.google.com/search?q=earth+revolution+definition&client=Diakses+4+Desember+2021>
- Hassan W., Akmal. M., Muhammad. I., Younas. M., Zahaid. K. R., Ali. F. (2013) Response of soil microbial biomass and enzymes activity to cadmium (Cd) toxicity under different soil textures and incubation times. *Aust J Crop Sci* 7:674–680
- Hassan.1,Safdar. B, Farhan. A, Ijaz. M , Hussain. M, David. J. (2016). Role of ACC-deaminase and/or nitrogen fixing rhizobacteria in growth promotion of wheat (*Triticum aestivum* L.) under cadmium pollution Waseem. *Environ Earth Sci* (2016) 75:267 DOI 10.1007/s12665-015-4902-9 *Environ Earth Sci* (2016) 75:267 DOI 10.1007/s12665-015-4902-9
- Jumin. H. B., Rosneti, H., Agusnimar (2014) Application of crude palm oil liquid sludge sewage on maize (*Zea mays* L) as re-cycle possibility to fertilizer. Vol. 10 (6). *J. Agric. Tech.* 1473-1488
- Jumin, H.B, Sulhaswardi, Ranhmad, A. (2016). Potential use of fly ash wastes to improve level in agricultural soils; A material flow analysis, case study from Riau province, Indonesia. *Pol Res.*35.37-43
- Jumin. HB, Yandra. R, and Gultom. H. (2017). Genetic performance of four soybean verietas growing on the land polluted by fly ash. *Poll res.* 36(1):35-42.

Jumin. HB, Sulianto, A., Ulpah, S., Rosmawaty. T (2019) .Rhizobium application to (Glycine maxs L. Merril growth on the land polluted by fly ash. Poll Res. 38 (4) : 116-121

Istaran. F dan Ellina S. (2014). Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd)

terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. J. Teknik Pomist. vol. 3, No.1: 9271;2301

Wang B, Yanli D (2013) Cadmium and its neurotoxic effects- review article. Oxid Med Cell Longev.doi:10.1155/2013/898034 (Article ID 898034).

South. D.B. 1995. Relative Growth Rates: A Critique. South African Forestry Journal. 173 : 43-48.

Vernon, A.J. and Allison, J.C.S. 1963. A methods of calculating net assimilation rate, Letter to nature.Nature. 200:814.



Prof. Ir. Hasan Basri Jumin, M.Sc, sekarang berhikmat di Program Pasca Sarjana dan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau dengan keahlian Genetic dan Bioteknologi, pada program studi Agroteknologi. Pernah bekerja sebagai vising professor di Universiti Utara Malaysia dari tahun 2009 sampai tahun 2011.

TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN KENTANG RAMAH LINGKUNGAN

Warnita

Fakultas Pertanian Universitas Andalas
warnita@agr.unand.ac.id

PENDAHULUAN

Tanaman kentang mendapat prioritas untuk dikembangkan karena kebutuhan kentang terus meningkat sesuai pertumbuhan penduduk dan perbaikan ekonomi di kota – kota besar. Kentang juga mempunyai kandungan protein dan vitamin yang tinggi yang dapat menunjang diversifikasi pangan.

Kentang dapat dikonsumsi sebagai olahan dalam bentuk soup, keripik dan kentang goreng. Perubahan pola makan dan gaya hidup dengan meningkatnya kesejahteraan sehingga permintaan terhadap kentang meningkat. Gaya hidup milenial sekarang terutama di daerah kota besar banyak jenis makanan yang berbahan baku kentang. Bermunculannya industri pangan yang berbahan baku kentang tentu membutuhkan kentang yang lebih banyak. Fast food berbahan baku sangat digemari dan juga anak – anak menyukainya.

Di Indonesia, kentang adalah suatu komoditas hortikultura yang mempunyai prospek baik dalam pemasaran juga cukup tahan disimpan dibandingkan dengan tanaman sayur – sayuran lain. Harga cukup stabil sepanjang tahun, tidak ada fluktuasi yang tajam seperti bawang merah atau cabai merah.

Menurut Kementerian Pertanian, rata-rata konsumsi kentang per kapita per tahun di Indonesia pada 2018, 2019 dan 2020 adalah 2,2839 kg, 2,7271 kg dan 2,5446 kg. Total produksi kentang di Indonesia pada tahun 2018 bersikar 1,28 juta ton dan mengalami kenaikan sebanyak 29.895 ton (2,3%) pada tahun 2019 menjadi 1,31 juta ton (Pusat Statistik, 2019)

Permintaan terhadap kentang terus melonjak sesuai dengan pertambahan jumlah penduduk dan meningkatnya industri berbahan baku kentang di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (2021) total produksi kentang di Indonesia berkisar 1,31 juta ton tahun 2019 dan turun menjadi 1,28 juta ton tahun 2020.

Permintaan kentang yang begitu tinggi perlu diimbangi dengan peningkatan produksi, dimana keberhasilan produksi sangat ditentukan oleh ketersediaan benih berkualitas. Kailola (2015) mencatat bahwa meningkatnya permintaan kentang, baik untuk konsumsi segar maupun untuk olahan, menawarkan peluang untuk meningkatkan produksi kentang di Indonesia, namun masih ada masalah dari perspektif budidaya kentang. Masalah utamanya adalah rendahnya ketersediaan benih kentang berkualitas, serta adanya serangan hama dan penyakit

Produktivitas kentang di Indonesia masih tergolong rendah dibandingkan negara maju seperti Amerika. Faostat (2015) melaporkan bahwa produksi kentang nasional Indonesia masih rendah dari negara Amerika 47,15 ton/ha, Australia 39,69 ton/ha, Laos 30,04 ton/ha dan Jepang 30 ton/ha. Arifin, *et al.* (2014) melalui penelitiannya melaporkan potensi produksi kentang sebesar 40,98 – 43,30 ton/ha.

Banyak faktor yang menyebabkan rendah produktivitas kentang antara lain : penggunaan benih tidak bermutu, belum optimalnya manajemen budidaya kentang dan belum memadai penanganan pasca panen. Setyo Budi (2001) menyatakan rendahnya produktivitas kentang di Indonesia adalah : 1). Buruknya kualitas benih yang digunakan petani, 2). Masih terbatasnya pengetahuan tentang teknik budidaya kentang yang benar, 3). Kebiasaan terus menerus menanam kentang lahan yang sama, 4). Kehilangan hasil panen yang disebabkan oleh tingginya serangan hama dan penyakit, 5). Penentuan saat panen

yang optimal belum tepat, 6). Gudang tidak memenuhi persyaratan, 7). Modal petani sangat terbatas, 8). Masalah kepemilikan lahan dan irigasi belum memadai dan terpecah – pecah.

Tujuan dari budidaya tanaman kentang ramah lingkungan adalah untuk meningkatkan hasil tanaman kentang yang bermutu melalui teknologi budidaya. Dengan teknologi budidaya yang baik akan menyediakan yang aman dikonsumsi.

PEMBIBITAN KENTANG

Penggunaan benih kentang bermutu akan menghasilkan produksi yang tinggi. Benih kentang yang bermutu baik, pertumbuhannya akan baik dan tentu hasilnya akan tinggi pula. Dalam hal ini perlu pemilihan varietas beradaptasi dengan agroklimat suatu tempat dan pilihan utama adalah benih yang bebas hama dan penyakit.

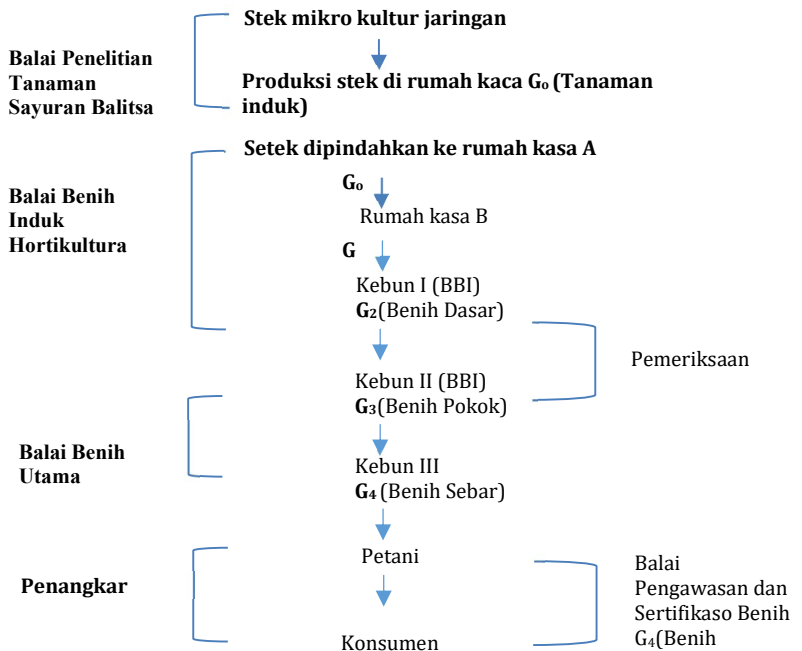
Salah satu penyebab hasil kentang yang rendah adalah menggunakan benih yang tidak berkualitas. Biasanya petani menanam kembali benih hasil panen sendiri karena mudah didapat sementara benih bermutu baik harganya cukup mahal. Penggunaan benih kentang generasi lanjut akan menghasilkan umbi kentang yang kecil – kecil dan kualitasnya jelek. Hal ini disebabkan oleh akumulasi virus pada benih kentang generasi lanjut. Menurut Sularso (1998) penggunaan bibit berturut – turut selama 4 generasi infeksi virusnya 60 – 100 % pada generasi ke lima

Penanaman benih dengan kelas lebih tinggi seperti Go dan G1 pertumbuhan dan hasilnya akan lebih tinggi bila dibandingkan G2, G3 dan G4. Bibit kentang Go dan pertumbuhan kentang dari benih Go disajikan pada Gambar 1.



Gambar 6. Benih kentang Go dan tanaman kentang Granola (koleksi pribadi)

Program pembibitan kentang bebas penyakit di Indonesia pada tahun 1991/1992 didukung oleh pemerintah Jepang (JICA) (Gambar 2). Hal ini dilaksanakan di Jawa Barat pada tahap awal program pembibitan kentang bebas penyakit.



Gambar 7. Pola produksi bibit kentang bebas penyakit di Indonesia

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG RAMAH LINGKUNGAN

Penggunaan benih bermutu

Budidaya tanaman kentang dapat dilakukan dari benih yang berasal dari generatif (biji) dan dari vegetatif (umbi). Pada daerah tropis umumnya yang digunakan adalah umbi, karena untuk membentuk biji kentang diperlukan lama penginaran yang panjang 14 – 16 jam per hari. Sementara di tropis lama penyinaran hanya 12 jam per hari.

Penggunaan benih yang kurang berkualitas merupakan penyebab turunnya produksi kentang. Sayaka, *et al.*, (2011) melaporkan penurunan produksi kentang kemungkinan disebabkan karena ketersediaan benih yang berkualitas tidak sesuai dengan kebutuhan para petani, sehingga petani melakukan penanaman kembali benih dari tanaman sendiri

Serangan hama dan penyakit dapat menyebabkan penurunan mutu benih kentang. Tanaman kentang sangat banyak diserang hama dan penyakit dan yang sangat berbahaya serangan virus. Hasil yang tinggi akan dapat dicapai dengan ketersediaan benih kentang bermutu dan bebas penyakit.

Dalam menerapkan budidaya tanaman kentang yang perlu diperhatikan adalah benih tanaman kentang yang ditunjang dengan tersedianya benih kentang bermutu.. Kentang bermutu sangat diperlukan dalam budidaya tanaman kentang, karena kalau menggunakan bibit yang tidak bermutu maka hasil yang diperoleh akan rendah.

Permintaan akan kebutuhan benih kentang harus dipenuhi dengan ketersediaan benih kentang yang berkualitas tinggi dalam jumlah banyak. Bibit kentang Go adalah jenis bibit kentang dasar yang tahan terhadap hama dan penyakit. Di Indonesia, khususnya perbanyak benih kentang Go masih sangat rendah, perbanyakannya perlu penanganan khusus seperti screen house

Mulyono et al, (2017) menyatakan benih (G0 dan G1) masih digunakan sebagai benih sumber, karena umbi yang dihasilkan kecil - kecil. Produksi dan umbi kentang besar (kelas A dan B) dihasilkan paling banyak oleh kelas benih G3 maka lebih cocok benih G3 dijadikan sebagai benih sebar bukan benih sumber.

Pembuatan bedengan melintang dengan kemiringan lahan

Secara umum dalam membudidayakan tanaman termasuk tanaman kentang, petani belum menerapkan teknik konservasi. Kebiasaan petani yang sering yang menggunakan lahan yang miring untuk penanaman tanaman kentang. Hal ini akan menyebabkan terjadinya erosi dan hanyutnya tanah.

Penggunaan lahan yang berlereng curam yang searah dengan lereng tanpa memperhatikan konservasi tanah menyebabkan terjadinya erosi dan degradasi lahan. Hal ini akan menyebabkan hilangnya kualitas lahan yang berhubungan dengan tanah, air, dan udara di sekitar perakaran. Menurut (Subowo & Purwani 2013 : Anasiru 2015), erosi yang terjadi berdampak langsung pada penurunan produktivitas lahan, kapasitas infiltrasi, kelembaban, erosi, penghanyutan unsur hara dan fauna tanah.

Kemiringan lahan dapat menyebabkan erosi dan longsor oleh karena itu teras dan arah bedengan harus diperbaiki sesuai prinsip konservasi (Idjudin 2011, Wibisono *et al.* 2016). Oleh karena itu, dalam sitem tanam yang berkelanjutan di lereng sebaiknya menerapkan teknik konservasi kontur (Permana et al, 2017).

Lahan yang terjaga menghasilkan banyak manfaat, bukan hanya yang dilakukan untuk kegiatan usahatani tetapi juga untuk keseimbangan dan kelestarian alam secara keseluruhan. Produksi usahatani kentang dapat meningkat apabila lahan yang digunakan memiliki kualitas yang baik. Bukan hanya petani, pemerintah dan masyarakat secara luas juga dapat ikut membantu untuk menjaga kelestarian lingkungan

Penggunaan pupuk organik

Petani sudah lama mengenal penggunaan pupuk organik untuk memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanamannya. Nurhalisyah, (2008) menyatakan penggunaan pupuk organik dalam budidaya tanaman merupakan suatu keharusan karena dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil. Selain itu kesuburan tanah dapat dipertahankan dengan pemberian pupuk organik.

Pemupukan pada tanaman kentang diperlukan untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan serta meningkatkan produktivitas tanaman. Penggunaan pupuk organik sangat dianjurkan karena ramah lingkungan. Pada tanaman kentang dapat diaplikasikan pupuk organik seperti kompos, pupuk kandang ayam, pupuk kandang sapi, guano, dan chitosan.

Kompos adalah pupuk organik yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik dengan dekomposer mikroorganisme. Kompos dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena kandungan hara-hara esensialnya yang tinggi. Untuk penyeteraan terhadap dosis pupuk kimia, maka dosis kompos diberikan lebih besar dari pada pupuk kimia.

Salah satunya penyebab rendahnya produktivitas kentang adalah rendahnya kandungan bahan organik tanah, sehingga perlu ditambahkan ke dalam tanah. Sifat fisik tanah dapat memperbaiki melalui pupuk organik. Kantikowati *et al.*, (2019) melaporkan bahwa sifat fisik tanah akan mempengaruhi perkembangan akar, sehingga asupan hara dan air semakin meningkat akhirnya pertumbuhan tanaman akan baik.

Kandungan hara pupuk organik kompos TKKS cukup baik, seperti N 2,1%, P 0.36% dan K 3,5%, menurut analisis laboratorium PPKS (2008). Hasil penelitian Novrita (2019) menunjukkan bahwa pemberian kompos TKKS dengan dosis 30 ton/ha meningkatkan hasil tanaman kentang berupa bobot umbi per tanaman dan per petak

Tinggi tanaman kentang berkisar dari 32.52 cm – 35.18 cm yang diberi pupuk organik citosan, guano dan TKKS. Hal ini mungkin karena pupuk organik lebih mempengaruhi sifat fisik tanah. Dengan demikian akar berkembang lebih baik pada tanah yang gembur juga meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman kentang (Warnita et al, 2018).

Penggunaan pupuk berimbang

Pemupukan merupakan kunci keberhasilan dalam penanaman tanaman kentang, karena tanaman kentang membutuhkan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan dan meningkatkan hasilnya. Pemberian pupuk sebaiknya berimbang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan tidak merusak lingkungan. Koch *et al.*, 5 (2020) menemukan bahwa hasil kentang sangat bervariasi tergantung pada input dan faktor lingkungan,. Di Jerman dapat menghasilkan

45 ton/ha kentang dengan input yang tinggi, sementara di beberapa negara lain hanya dapat mencapai 20 ton/ha.

Produktivitas kentang 30 ton/ha diperoleh dengan aplikasi pupuk kandang 30 ton/ha dan pupuk anorganik pupuk N (180 kg/ha atau 400 kg Urea), pupuk fosfat TSP 250 kg/ha dan KCI 300 kg/ha (Subhan (1990)). Sandhu et al. (2014) juga melaporkan bahwa rekomendasi dosis pupuk NPK untuk kentang yaitu masing - masing 150, 50, dan 100 kg/ha. Menurut Ginting *et al.*, (2017), dosis pupuk NPK harus diberikan sesuai kebutuhan hara tanaman. Naumann et al., (2020) menyatakan bahwa komposisi nutrisi dan komponen kualitas pada ubi dipengaruhi oleh suplai dan ketersediaan unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) di dalam tanah.

Pemanfaatan mulsa organik

Penggunaan mulsa merupakan salah satu cara budidaya yang terbukti dapat meningkatkan hasil tanaman termasuk tanaman kentang. Mulsa merupakan suatu teknologi penutup tanah yang bertujuan untuk memanipulasi iklim mikro sehingga dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Berdasarkan bahan pembuatannya, dapat dibedakan menjadi mulsa organik dan mulsa anorganik. Mulsa anorganik terdiri dari plastik hitam atau plastik hitam perak. Sementara mulsa organik terdiri dari bahan organik seperti jerami padi, jerami gamdum, sekam padi, dan lain - lain.

Rendahnya produksi tanaman kentang dapat diatasi dengan menggunakan mulsa untuk memodifikasi lingkungan perakaran tanaman. Penggunaan mulsa mempunyai keuntungan baik dari aspek fisik dan kimia tanah. Secara fisik mulsa dapat mempertahankan

kelembaban di sekitar perakaran tanaman, menjaga suhu tanah lebih stabil dan mampu mencegah radiasi matahari secara langsung.

Mulsa organik dapat meningkatkan hasil tanaman karena dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik yang mudah melapuk juga akan menyumbang hara bagi pertumbuhan tanaman. Adiguna dan Aryantha (2020), pada penelitiannya menggunakan mulsa organik tandan kosong kelapa sawit (tankos) dan sekam padi. Tankos mempunyai potensi besar untuk dijadikan sebagai kompos yaitu dapat memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia subsoil ultisol. Selama ini pemanfaatan limbah tankos pasca proses pembakaran masih sangat terbatas, yaitu sebagai sumber kalium.

Penerapan mulsa tankos dapat meningkatkan tinggi tanaman dan bobot per umbi secara nyata, tinggi tanaman (84,42 cm) meningkat 4,48 % dibandingkan sekam padi (80,80 cm), dan bobot per umbi (139,59 g) meningkat 21,39% dibandingkan tanpa mulsa (114,99 g). Penggunaan varietas Granola meningkatkan pertumbuhan tanaman kentang secara nyata. Varietas Granola meningkatkan jumlah cabang primer per tanaman hingga 10,28%, Varietas Desiree mampu menambah besar luas daun per tanaman (42,91 cm²) meningkat 7,57% dibandingkan varietas Granola (39,66 cm²). Varietas Granola dapat meningkatkan hasil tanaman kentang, ditunjukkan dengan bobot umbi per tanaman, dan bobot per umbi, jumlah cabang primer per tanaman (34 buah) meningkat 9,29 % dibandingkan varietas Desiree (30,84), bobot umbi pertanaman (1034,58 g) meningkat 60,67 % dibandingkan varietas Desiree (643,52 cm), dan bobot per umbi (147,29 g) meningkat 55,89 % dibandingkan Desiree (94,48 g). Kombinasi perlakuan mulsa Tankos dan varietas Granola memberikan

diameter per umbi tertinggi yaitu 6,63 cm (Tarigan, et al, 2021)

Penerapan P H T (Pengendalian Hama Terpadu)

Pengendalian hama terpadu (PHT) adalah suatu sistem pengendalian hama dan penyakit yang mempertimbangkan kelestarian lingkungan dengan mengkombinasikan beberapa cara yang sesuai untuk menekan populasi organisme pengganggu (OPT) dibawah ambang ekonmi. Sistem pengendalian hama dan penyakit lebih diarahkan melalui cara budidaya dan memaksimalkan pengendalian secara alamiah.

Tanaman kentang banyak sekali hama dan penyakitnya, sehingga dalam budidayanya perlu dilakukan pengendalian hama dan penyakit. Sebaiknya dilakukan pengendalian hama secara terpadu dengan menggunakan pergiliran tanaman. Siklus hama dan penyakit dapat diputus dengan cara pergiliran tanaman. Aplikasi gensi hayati dan pestisida nabati merupakan cara lain dalam pengendalian hama dan penyakit pada tanaman kentang. Pemakaian pestisida adalah merupakan alternatif terakhir.

Hama dan penyakit yang menyerang pertanaman kentang selama pertumbuhannya sangat banyak. Menurut Sastrahidayat (2011), tanaman kentang memiliki 266 hama dan penyakit yang terdiri dari 23 virus, 38 cendawan, 6 bakteri, 2 mikoplasma, 1 viroid, 68 nematoda dan 128 serangga.

Vos *et.al.*, (2015) melaporkan bahwa di Indonesia agen biokontrol *Trichoderma* spp telah banyak dikembangkan dan diperdagangkan. *Trichoderma* bertindak langsung terhadap patogen melalui mikoparasitisme dengan menghasilkan enzim pemecah dinding sel dan senyawa anti mikroba. Secara tidak langsung *Trichoderma* berkompetisi nutrisi dan tempat, memodifikasi lingkungan tumbuh dan meningkatkan pertumbuhan tanaman Selanjutnya Bae et

al., (2016) menyatakan bahwa penggunaan metabolit *Trichoderma* terhadap berbagai phytopathogen dan menyebabkan perubahan miselia phytopathogen seperti pembengkakan, penggumpalan, pecah hingga nekrosis,

PENUTUP

Teknologi budidaya dan pengembangan kentang yang ramah lingkungan diharapkan menjadi langkah maju dalam penerapan sistem pertanian yang ramah lingkungan. Dengan diperkenalkannya sistem ini, sentra - sentra produksi kentang dapat menerapkan model budidaya yang bersahabat dengan alam sekitar. Produk kentang yang diproduksi dalam jumlah banyak dan berkualitas tinggi, aman dikonsumsi memiliki nilai jual yang tinggi.

Banyak faktor pendukung untuk budidaya kentang secara ramah lingkungan yang berkelanjutan. Upaya budidaya ramah lingkungan perlu didukung dan diusahakan. Upaya yang dapat dilakukan dengan penerapan teknologi budidaya dengan penggunaan benih bermutu dan bebas penyakit, pembuatan bedengan sesuai kontur, penggunaan pupuk organik dan pupuk berimbang, pemanfaatan mulsa organik, eksploitasi kajian ramah lingkungan, dan arah kebijakan lebih lanjut.

Penggunaan benih bermutu yang bebas hama dan penyakit kunci utama berbudidaya tanaman kentang. Sebaiknya menggunakan benih G2 atau G3 yang kualitasnya masih terjamin. Penggunaan generasi lanjut, hama dan penyakit sudah banyak dan hasil juga menurun.

REFERENSI

Adiguna, G.S., Aryantha I.N.P. 2020. Aplikasi fungi rizosfers sebagai pupuk hayati pada bibit kelapa sawit dengan memanfaatkan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai media pertumbuhan. *Manfish J.* 1(1):32-42.

- Anasiru, RH 2015, 'Perhitungan laju erosi metode USLE untuk mengukur nilai ekonomi ekologi di Sub DAS Langge, Gorontalo', *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, vol. 18, no. 3, hlm. 273-89.
- Arifin, M. S., N. Agung dan S. Agus. 2014. Kajian panjang tunas dan bobot umbi bibit terhadap produksi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas granola. *Jurnal Produksi Tanaman* 2(3) : 221 - 229.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2019. Produksi kentang di Indonesia 2019. <http://www.bps.go.id> [5 Januari 2020]
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. *Statistik Hortikultura 2020*. <http://www.bps.go.id> [7 Juni 2021]
- Bae, S.J., T.K. Mohanta, J.Y. Chung, M. Ryu, G. Park, S. Shim, S. Hong, H. Seo, D.W. Bae, I. Bae, J. Kim and H. Bae. 2016. Trichoderma metabolites as biological control agents against Phytophthora pathogens. *Biological Control* 92:128-138.
- Doring T., U. Heimbach, T. Thieme, M. Finckch dan H. Saucke. 2006. Aspect of Straw Mulching in Organic Potatoes-I, Effects on Microclimate, *Phytophthora Infestans*, and *Rhizoctonia Solani*. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 58 (3):73-78.
- Faostat. 2015. Statistical database of food balance sheet. <http://www.fao.org> [Diakses 18 Januari 2017]
- Ginting, S. L. B., Sunaryo, Y., & Prasetyowati, *Jurnal Agro* 8(1), 2021 22 S. E. (2017). Pengaruh dosis pupuk NPK dan konsentrasi pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) dalam polibag. *Jurnal Ilmiah Agroust*, 1(1), 24-33.

- Idjudin, AA, Soelaeman, Y & Abdurachman, A 2003, 'Keragaan dan dampak penerapan sistem usahatani konservasi terhadap tingkat produktivitas lahan perbukitan Yogyakarta', *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, vol. 22, no. 2, hlm. 49-56.
- Kailola, J. 2015. Pengaruh Konsentrasi Nitrogen dan Sukrosa Terhadap Produksi Umbi Mikro Kentang Kultivar Granola. *Jurnal Budidaya Pertanian*, Vol. 11. No 1, Juli 2015, Halaman 12-21.
- Kantikowati, E., Karya, Y., Yusdian, C, Suryani. 2019. Chicken manure and biofertilizer for creasing growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* l.) of Granola varieties. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 393 (2019) 012017 : 1 - 7
- Koch, M., Naumann, M., Pawelzik, E., Gransee, A., and Thiel, H. 2020. The Importance of Nutrient Management for Potato Production Part I: Plant Nutrition and Yield. *Potato Research* 63:97–119.
- Mulyono, D., M. J A Syah, A. L. Sayekti, dan Y. Hilman. 2017. Kelas Benih Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Berdasarkan Pertumbuhan, Produksi, dan Mutu Produk. *J. Hort.* 27(2) : 209-216.
- Naumann, M., Koch, M., Thiel, H., Gransee, 2021 23 A., & Pawelzik, E. (2020). The importance of nutrient management for potato production part II: plant nutrition and tuber quality. *Potato Research*, 63(1), 121–137.
- Nurhalisyah. 2008. Laju tanaman dan produksi kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas Granola pada pemberian pupuk organik kascing dan inokulasi mikoriza arbuskular. *Agrista* 12(3) : 277 - 283
- Novrita, A. P. 2019. Pertumbuhan dan hasil tanaman kentang (*solanum tuberosum* l.) Pada berbagai sistem

tanam dan dosis kompos tandan kosong kelapa sawit (tkks). Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang

- Permana, Y. I., K. P. Wicaksono dan S. Y. Tyasmoro. 2017. Pengaruh arah guludan terhadap intercropping tanaman apel (*malus sylvestris* l.) Pada pertumbuhan berbagai tanaman hortikultura. *Jurnal Produksi Tanaman* 5 (1) : 15 – 23.
- Sandhu, A. S., Sharma, S. P., Bhutani, R. D., & Khurana, S. C. (2014). Effects of planting date and fertilizer dose on plant growth attributes and nutrient uptake of potato (*Solanum tuberosum* L.). *International Journal of Agricultural Sciences*, 4(5), 196–202.
- Sastrahidayat, Ika Rochdjatun. 2011. *Fitopatologi (Ilmu Penyakit Tumbuhan)*. UB Press Malang
- Sayaka, B., & Hestina, J. 2011. Kendala Adopsi Benih Bersertifikat untuk Usahatani Kentang. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 29(1), 27.
- Setyo Budi. 2001. Pasar Induk Modern yang Berorientasi Agribisnis dapat Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Jawa timur. Seminar Bidang Ekonomi di KOPERTIS VII. Jawa Timur tanggal 6 Nopember 2001. 15 hal.
- Subhan 1990, 'Pemupukan dan hasil kentang (*Solanum tuberosum* L.) kultivar granola dengan pupuk NPK (15-15-15) dan waktu pemberiannya', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 19, no. 4, hlm. 27-39.
- Subowo, G & Purwani, J 2013, 'Pemberdayaan sumberdaya hayati tanah mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan', *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, vol. 32, no. 4, hlm. 173-9.

- Sularso, R. B. 1997. *Budidaya Tanaman Kentang bebas Penyakit*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Tarigan Y. A., I N. Rai, I P. Dharma. 2021. Respon Pertumbuhan dan Hasil Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola dan Desiree terhadap Pemberian Jenis Mulsa Organik Berbeda. *Nandur* 1 (3) : 12 - 129
- Vos, C.M.F., De Cremer, K., Cammue, B.P.A., and B. Connick. 2015. The toolbox of *Trichoderma* spp. in the biocontrol of *botrytis cinerea* disease. *Mol. Plant Pathology* 16: 400 – 412.
- Warnita. W., A. P. Novrita, R. Sari dan S. Oktari. 2018. Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kentang Pada Beberapa Sistem Tanam Dan Pupuk Organik. *Prosiding Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia (FKPTPI) 2018 Universitas Syiah Kuala Banda Aceh* : 306 – 312
- Wibisono, MG, Sudarsono & Darmawan 2016, 'Karakteristik Andisol berbahan induk breksi dan lahar dari bagian timur laut gunung Gede, Jawa Barat', *Jurnal Tanah dan Iklim*, vol. 40, no. 1, hlm. 61-70.

Biodata Singkat Penulis



Prof. Dr. Ir. Warnita, MP, merupakan dosen tetap pada Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Pada tahun 2017 – 2021 diberi amanah menjadi Koordinator Program Studi S2 Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Aktif melakukan penelitian di bidang Hortikultura dan Kultur Jaringan Tanaman.

BUDIDAYA PADI DENGAN SISTEM *LOW EXTERNAL INPUT SUSTAINABLE AGRICULTURE (LEISA)* Mendukung PERTANIAN BERKELANJUTAN

Hapsoh, Isna Rahma Dini, Desita Salbiah, Wawan
Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas
Riau

Email. hapsoh@lecturer.unri.ac.id;
isna.rahmadini@lecturer.unri.c.id;
desita.salbiah@lecturer.unri.ac.id;
wawan@lecturer.unri.ac.id

Pendahuluan

Kegiatan pertanian sering sekali dikaitkan dengan isu-isu lingkungan yang terjadi saat ini. Beberapa contoh isu lingkungan yang berkaitan dengan bidang pertanian di antaranya yaitu lahan terdegradasi, timbulnya serangan penyakit dan hama tanaman, mutu produksi menurun akibat rendahnya daya saing produk pertanian (Mulyani dan Firmansyah, 2020). Selain itu juga terjadi beberapa kerusakan lingkungan lain sebagai dampak pengendalian yang hama yang dilakukan oleh petani seperti ketidakseimbangan ekosistem akibat dari munculnya jenis hama baru yang lebih resisten terhadap insektisida tertentu yang dipicu dari penggunaan pestisida secara berlebihan dan tercemarnya air di sekitar lahan pertanian. Selain itu, sebagai dampak penggunaan pestisida secara terus menerus bagi petani yaitu terjadi peningkatan keracunan di kalangan petani akibat tidak menggunakan perlindungan diri saat penggunaan pestisida. Beberapa kondisi tersebut dipicu dari belum adanya kesadaran

petani untuk melakukan kegiatan pertanian yang berwawasan lingkungan.

Beragam upaya yang dilakukan untuk meminimalkan dampak kerusakan lingkungan akibat kegiatan pertanian. Salah satunya melalui inovasi pertanian ramah lingkungan dengan tetap memelihara kelestarian lingkungan namun masih berorientasi pada kualitas hasil dan produksi yang maksimal. Menurut Rahayu (2021), produktivitas lahan dari masa ke masa dan perbaikan aspek biofisik maupun sosial ekonomi petani merupakan dampak dari penerapan inovasi pertanian ramah lingkungan (Rahayu, 2021). Melalui beragam inovasi pertanian ramah lingkungan yang diterapkan diharapkan petani tetap berusaha untuk menjaga lingkungannya secara terus menerus dan pastinya akan menghasilkan hasil budidaya yang sehat dan aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Maka pada akhirnya akan tercipta petani yang adaptif pada perubahan lingkungan dan ekonomi jika komitmen pada keberlanjutan program pertanian ramah lingkungan dan sehat tetap dijalankan.

Keberlanjutan pertanian ramah lingkungan merupakan wujud dari pertanian berkelanjutan. Menurut Dadi (2021), pertanian berkelanjutan merupakan sistem pertanian yang dapat memenuhi kebutuhan pangan dan serat untuk manusia dalam jangka panjang namun tetap menjaga lingkungan melalui efisiensi dan penggunaan sumber daya alam secara menyeluruh dan terintegrasi sehingga tidak merusak alam dan berdampak pada peningkatan kualitas hidup petani dan lingkungan. Peningkatan kualitas dan stabilitas hidup petani ditujukan khususnya pada petani yang hidup di pedesaan, sedangkan kualitas lingkungan melalui pengurangan dampak kerusakan lingkungan akibat penerapan sistem pertanian berkelanjutan. Tiga indikator besar yang dapat dilihat dan dijadikan sebagai patokan yaitu meningkatnya perekonomian/kesejahteraan masyarakat, terwujud lingkungan yang

lestari, dan diterima oleh masyarakat petani secara sosial. Peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat tani secara luas melalui implementasi pembangunan pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) merupakan tujuan dari konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) (Lisa & Latarus, 2020; Prawira et al., 2021).

Beberapa inovasi kegiatan pertanian ramah lingkungan mendukung pertanian berkelanjutan di antaranya yaitu *Low External Input Sustainable Agriculture* (LEISA/LISA), Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT), Pertanian Input Organik (IPO), program pertanian organik melalui penanaman padi pola System of Rice Intensification (SRI), dan Sistem Integrasi Padi Ternak (SIPT) (Istiantoro et al., 2013).

Menurut Van Mele (2006), LEISA merupakan sistem pertanian yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani dengan tetap mempertimbangkan keseimbangan ekosistem melalui pengurangan input dari luar dan optimalisasi penggunaan sumber daya alam. Metodologi yang digunakan oleh LEISA dalam rangka peningkatan kualitas pertanian melalui kombinasi pengetahuan lokal, scientific dan inovasi baru untuk pertanian yang berkelanjutan. Pemanfaatan bahan lokal akan didorong dengan penerapan sistem LEISA sehingga keseimbangan ekosistem, peningkatan kualitas tanah dan kesuburan lahan dan peningkatan produksi secara jangka panjang dapat dipertahankan.

Menurut Fadilah et al. (2020), beberapa kendala yang dihadapi oleh kelompok tani sehingga bisa direkomendasikan untuk penerapan inovasi LEISA diantaranya yaitu: 1). Petani masih dangat bergantung pada pupuk dan pestisida kimia, 2). Menurunnya kualitas tanah pada beberapa lahan pertanian, 3). Munculnya organisme pengganggu tanaman (OPT) yang tidak dapat

dikendalikan akibat penggunaan pestisida secara berlebihan, 4). Menurunnya produktivitas hasil pertanian, 5) Mahalnya harga pupuk dan pestisida.

Provinsi Riau merupakan Provinsi yang seharusnya mulai menerapkan sistem pertanian LEISA salah satunya pada budidaya padi. Hal ini disebabkan karena data dari Badan Pusat Statistik (BPS) (2022), produksi padi di Provinsi Riau pada tahun 2020 adalah 243.685,04 ton dengan luas lahan tanam 64.733,13 ha atau produktivitas sebesar 37,64 ton.ha-1, sedangkan pada tahun 2021 adalah 217.458,87 ton dengan luas lahan tanam 53.062,35 ha atau produktivitas sebesar 40,98 ton.ha-1. Produksi padi mengalami penurunan sebanyak 10,76% dan luas lahan tanam menurun sebanyak 18,03% dari tahun sebelumnya yaitu 2020. Meskipun produksi padi terjadi penurunan yang disebabkan karena menurunnya luas tanam, namun budidaya padi dengan sistem LEISA dapat terus dikembangkan. Hal ini mengingat bahwa lahan budidaya padi ke depannya akan semakin menurun. Jika budidaya padi yang dilakukan petani dengan pola pemberian pupuk dan pestisida kimia secara berlebihan, maka dikhawatirkan lahan yang tersisa akan terus mengalami kerusakan sehingga produksi padi semakin menurun.

Herdianto dan Setiawan (2015), penggunaan pupuk anorganik secara berkelanjutan dengan jumlah diatas takaran dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti rentannya tanah terhadap erosi, menurunnya permeabilitas tanah dan menurunnya populasi mikrob. Dampak kerusakan tersebut tentunya akan berpengaruh pada produksi tanaman yang dibudidayakan.

Upaya untuk mengurangi ketergantungan petani dengan pupuk anorganik yaitu dengan mendorong petani untuk memberikan pupuk organik seperti kompos pada usaha budidaya pertanian yang dilakukannya. Pemberian

pupuk organik bertujuan untuk efisiensi penggunaan pupuk anorganik dan dapat memperbaiki kesuburan fisik, kimia, dan biologi tanah (Rai, 2018).

Selain pupuk organik dalam bentuk kompos, bentuk pupuk organik yang dapat diberikan oleh petani yaitu pupuk hayati (*Biofertilizer*). Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung mikroba potensial yang berdampak positif bagi tanaman. Kombinasi pupuk hayati dan pupuk organik yang tepat dapat meningkatkan produksi padi (Baba et al., 2021).

Pupuk hayati dapat mengandung konsorsium atau gabungan beberapa bakteri potensial. Hapsah et al. (2017) telah berhasil mengisolasi enam isolat bakteri selulolitik yaitu dua isolat bakteri asal tandan kosong kelapa sawit (*Proteus mirabilis* TKKS3 dan *P. mirabilis* TKKS7), dua isolat bakteri asal jerami padi (*Bacillus cereus* JP6 dan *B. cereus* JP7), dan dua isolat asal serasah akasia (*Providencia vermicola* SA1 dan *B. cereus* SA6). Keenam isolat tersebut telah digunakan baik sebagai dekomposer dalam proses pengomposan (Hapsah et al., 2019; Dini dan Afrianti, 2022) maupun pupuk hayati. Hal ini disebabkan karena salah satu jenis bakteri yang terdapat di dalam konsorsium tersebut yaitu bakteri *Bacillus cereus* yang merupakan bakteri penghasil fitohormon Indol Acetic Acid (IAA) (Wagi dan Ahmed, 2019) dan pelarut fosfat yang dapat membantu dalam ketersediaan hara pada tanaman atau dikenal sebagai kelompok bakteri Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) (Rani dan Gopal, 2011). Pemanfaatan bakteri *Bacillus cereus* sebagai pupuk hayati telah dilakukan pada beberapa tanaman yaitu jagung (Hapsah et al., 2020), padi (Hapsah et al., 2020), kedelai (Hapsah et al., 2022), kacang hijau (Hapsah et al., 2023).

Pemanfaatan keenam isolat bakteri sebagai pupuk hayati juga telah diaplikasikan pada beberapa tanaman yaitu tanaman padi (Hapsah et al., 2020; Hapsah et al., 2023), tanaman cabai (Hapsah et al., 2019; Hapsah et al.,

2021; Hapsoh et al., 2022), dan bibit kelapa sawit (Hapsoh et al., 2020; Hapsoh et al., 2021), bawang merah (Hapsoh et al., 2023). Aplikasi konsorsium maupun bakteri tunggal sebagai pupuk hayati diberikan dalam formula cair berbasis air cucian beras yang diberikan sebanyak tiga kali dengan dosis 10 ml masing-masing pemberian dan dibarengi dengan pupuk organik padat seperti solid.

Pertumbuhan dan produksi tanaman padi juga akan optimal apabila tanaman padi sehat dan intensitas serangan hama terkendali. Insektisida kimia pada umumnya diberikan untuk mengendalikan serangan hama. Akibat dari penggunaan insektisida kimia di antaranya yaitu dapat menimbulkan residu, resurgensi, dan tidak selalu dapat menekan serangan hama karena banyak faktor seperti dosis yang kurang tepat, waktu pengaplikasian yang kurang tepat, cara aplikasi yang salah dan lain-lain (Antoni et al., 2021). Oleh sebab itu, perlu adanya pengendalian hama alternatif yang dapat mengurangi atau mengganti bahan kimia yang digunakan sehingga lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pengendalian dengan insektisida semi nabati dapat mengurangi penggunaan insektisida kimia.

Pengendalian lainnya dapat dilakukan dengan memanfaatkan agens hayati. Agen hayati yang digunakan berupa cendawan *Beauveria bassiana* Vuillemin lokal yang berasal dari tanah pertanian di Kabupaten Siak (Hapsoh et al., 2020). Agens hayati dapat menjadi alternatif pengendalian hama yang ramah lingkungan. *Beauveria bassiana* dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder berupa toksin yang dapat membunuh serangga. Menurut Butu et al. (2020), beberapa kelebihan cendawan *B. bassiana* sebagai pengendali hama diantaranya memiliki pathogenesis yang tinggi bagi hama sasaran, ramah lingkungan, reproduksi yang tinggi dan dapat membentuk spora di alam. Cendawan entomopatogen *B. bassiana* yang diperoleh telah dimanfaatkan pada tanaman padi (Hapsoh

et., 2021; Hapsoh et al., 2022) dan cabai (Hapsoh et al., 2021; Hapsoh et al., 2021).

Berdasarkan penguraian di atas, maka penulis menguraikan tentang penerapan inovasi LEISA pada budidaya padi di Desa Langsung Permai yang menerapkan pupuk hayati konsorsium bakteri, pesitisisida nabati, dan cendawan entomopatogen *B. bassiana* dalam mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan dan pertanian berkelanjutan.

Pembahasan

Salah satu bentuk penerapan sistem LEISA yaitu dengan memberikan pupuk organik untuk dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia serta mengurangi penggunaan pestisida kimiawi dengan menggunakan pestisida nabati maupun agens hayati. Pada percobaan ini menguji kombinasi pupuk organik hayati pada beberapa dosis penurunan pupuk NPK dan aplikasi insektisida dengan beberapa jenis insektisida yaitu kimia, semi nabati, dan agens hayati pada tanaman padi. Percobaan ini dilakukan dengan demonstrasi plot pada salah satu lokasi sawah petani di Desa Langsung Permai Kecamatan Bungaraya Kabupaten Siak (Hapsoh *et al.*, 2020). Jenis tanah yang tempat lokasi budidaya padi merupakan lahan mineral masam. Percobaan ini melibatkan satu orang mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Aktivitas budidaya padi dengan sistem LEISA dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 8. Lokasi demplot percobaan budidaya tanaman padi dengan aplikasi kombinasi pupuk organik hayati, pestisida nabati, dan agens hayati *Beauveria bassiana*

Hasil pengamatan terhadap parameter pertumbuhan dan produksi tanaman padi melalui pemberian kombinasi pupuk organik hayati dan beberapa jenis insektisida dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa penerapan sistem LEISA melalui aplikasi pupuk anorganik yang dikombinasi dengan organik hayati berupa kompos dan pupuk hayati yang mengandung konsorsium bakteri selulolitik serta penggunaan insektisida nabati dan agens hayati mampu memberikan hasil yang sama pada beberapa parameter pertumbuhan dan produksi tanaman padi diamati. Hal ini diduga bahwa aplikasi kombinasi kompos dan pupuk hayati konsorsium bakteri selulolitik mampu menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan padi. Sufardi (2020) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman salah satunya yaitu faktor lingkungan. Lingkungan tumbuh tanaman yang optimal

dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Tabel 2. Hasil pengamatan pertumbuhan dan produksi tanaman padi dengan penerapan sistem LEISA

No	Pengamatan	Insektisida (I)	Pupuk (P)				Rata-rata Insektisida
			100% Pupuk anorganik + petrogenik 4 ton.ha-1	75% Pupuk anorganik + kompos 2 ton.ha-1 + pupuk hayati	50% Pupuk anorganik + kompos 2 ton.ha-1 + pupuk hayati	25% Pupuk anorganik + kompos 2 ton.ha-1 + pupuk hayati	
1	Tinggi tanaman (cm)	Kimia	86,83 <u>abcd</u>	90,29 <u>ab</u>	84,94 <u>cd</u>	88,28 <u>abc</u>	87,59 <u>a</u>
		Semi Nabati	87,76 <u>abc</u>	87,44 <u>abcd</u>	86,14 <u>abcd</u>	90,36 <u>a</u>	87,93 <u>a</u>
		Agens Hayati	83,14 <u>d</u>	85,92 <u>bcd</u>	85,48 <u>cd</u>	90,21 <u>ab</u>	86,19 <u>a</u>
	Rata-rata pupuk	85,91 <u>bc</u>	87,88 <u>ab</u>	85,52 <u>c</u>	89,62 <u>a</u>		
2	Anakan maksimum (anakan)	Kimia	26,33 <u>bc</u>	29,33 <u>abc</u>	26,33 <u>bc</u>	29,66 <u>ab</u>	27,91 <u>a</u>
		Semi Nabati	30,33 <u>a</u>	31,00 <u>a</u>	26,00 <u>c</u>	29,66 <u>ab</u>	29,25 <u>a</u>
		Agens Hayati	27,66 <u>ab</u>	30,00 <u>a</u>	27,66 <u>ab</u>	31,00 <u>a</u>	29,08 <u>a</u>
	Rata-rata pupuk	28,11 <u>b</u>	30,11 <u>a</u>	26,66 <u>b</u>	30,11 <u>a</u>		
3	Anakan produktif (anakan)	Kimia	22,53 <u>b</u>	20,80 <u>b</u>	21,26 <u>b</u>	22,53 <u>b</u>	21,78 <u>b</u>
		Semi Nabati	21,86 <u>b</u>	20,80 <u>b</u>	21,26 <u>b</u>	22,06 <u>b</u>	21,50 <u>b</u>
		Agens Hayati	21,86 <u>b</u>	22,86 <u>ab</u>	22,20 <u>b</u>	24,60 <u>a</u>	22,88 <u>a</u>
	Rata-rata pupuk	22,08 <u>ab</u>	21,48 <u>b</u>	21,57 <u>b</u>	23,06 <u>a</u>		
4	Persen tasi gabah bernas (%)	Kimia	72,33 <u>a</u>	74,66 <u>a</u>	73,00 <u>a</u>	77,33 <u>a</u>	74,33 <u>a</u>
		Semi Nabati	56,33 <u>b</u>	57,66 <u>b</u>	57,33 <u>b</u>	72,33 <u>b</u>	60,91 <u>b</u>
		Agens Hayati	54,33 <u>b</u>	54,33 <u>b</u>	55,00 <u>b</u>	52,66 <u>b</u>	54,08 <u>b</u>
	Rata-rata pupuk	61,00 <u>a</u>	62,22 <u>a</u>	61,78 <u>a</u>	67,44 <u>a</u>		
5	Berat 1000 bulir gabah (g)	Kimia	21,43 <u>de</u>	22,10 <u>cd</u>	23,26 <u>bc</u>	23,90 <u>ab</u>	22,67 <u>a</u>
		Semi Nabati	20,66 <u>ef</u>	21,56 <u>de</u>	22,23 <u>cd</u>	20,03 <u>f</u>	21,12 <u>b</u>
		Agens Hayati	22,40 <u>cd</u>	20,36 <u>ef</u>	21,20 <u>def</u>	24,73 <u>a</u>	22,17 <u>a</u>
	Rata-rata pupuk	21,50 <u>b</u>	21,34 <u>b</u>	22,23 <u>a</u>	22,89 <u>a</u>		
6	Berat gabah kering giling (g)	Kimia	20,83 <u>e</u>	23,00 <u>bcd</u>	24,70 <u>b</u>	22,53 <u>cd</u>	22,77 <u>ab</u>
		Semi Nabati	23,23 <u>bcd</u>	23,30 <u>bcd</u>	24,70 <u>b</u>	24,63 <u>b</u>	23,97 <u>a</u>
		Agens Hayati	21,76 <u>de</u>	22,60 <u>cd</u>	24,13 <u>bc</u>	27,76 <u>a</u>	24,06 <u>a</u>
	Rata-rata pupuk	21,94 <u>c</u>	22,96 <u>b</u>	24,51 <u>a</u>	24,97 <u>a</u>		
7	Intesitas serabangan hama (%)	Kimia	33,33	50,00	16,67	16,67	29,17
		Semi Nabati	50,00	33,33	33,33	41,67	39,58
		Agens Hayati	41,67	33,33	33,33	41,67	37,50
	Rata-rata pupuk	41,67	38,89	27,78	33,34		

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti dengan huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

Pemberian pupuk hayati mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan produksi padi meskipun sejumlah pupuk anorganik dikurangi bahkan sampai 75% pupuk anorganik. Menurut Wachjar et al. (2006), pupuk hayati dapat mengurangi dosis pemupukan anorganik karena pupuk hayati mampu membantu penyediaan hara yang teratur seimbang sesuai kebutuhan tanaman salah satunya suplai unsur hara

nitrogen bagi tanaman. Pupuk hayati konsorsium bakteri selulolitik berbasis air cucian beras yang diberikan membuat bakteri tersebut dapat memperoleh energi dalam mempercepat proses degradasi bahan organik, sehingga unsur hara di dalam tanah akan lebih cepat tersedia bagi tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Hidayati (2009) yang melaporkan bahwa pemberian pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan hasil tanaman padi yaitu jumlah malai per rumpun, jumlah gabah isi dan hampa per rumpun, dan bobot produksi biji per rumpun. Hayati (2010) menambahkan berat gabah per tanaman dipengaruhi oleh pemupukan tanaman berupa pupuk NPK yang melepaskan melepaskan unsur N, P, dan K secara perlahan-lahan ke dalam tanah sehingga diserap oleh tanaman (Hayati, 2010). Maka dari itu, pupuk anorganik tetap dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan dan hasil tanaman padi.

Pupuk hayati yang digunakan pada budidaya padi ini mengandung sejumlah bakteri yang memiliki peranan dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Pupuk hayati yang digunakan dalam percobaan ini mengandung salah satu bakteri yaitu *Bacillus cereus*. Bakteri *Bacillus cereus* mampu menghasilkan hormon Indole Acetic Acid (IAA) sehingga dapat membantu menyediakan unsur hara yang nantinya akan diserap oleh tanaman (Ida et al., 2014). Hormon IAA berperan penting dalam pertumbuhan, sehingga dapat digunakan untuk memacu kecepatan pertumbuhan tanaman salah satunya tinggi tanaman (Fitri et al., 2020).

Pertumbuhan tanaman padi yang optimal juga dipengaruhi oleh intensitas serangan hama pada tanaman. Intensitas serangan hama yang rendah akan menyebabkan tanaman menjadi lebih sehat, sehingga pertumbuhan tanaman tidak terganggu. Minimalisir penggunaan insektisida kimia pada percobaan ini menggunakan pestisida nabati ekstrak daun babadotan dan umbi gadung

dan agens hayati *Beauveria bassiana*. Menurut Kardinan (2008), kandungan senyawa bioaktif seperti alkaloid, fenolik dan zat kimia di dalam pestisida nabati dapat digunakan untuk mematikan serta mengendalikan serangga. Sopialena et al. (2021) *B. bassiana* dapat mengendalikan serangan hama penggerek batang dan walang sangit pada tanaman padi. Isrin dan Fauzan (2018) menambahkan bahwa aplikasi *B. bassiana* sebaiknya dilakukan pada sore hari untuk membunuh serangga pengganggu.

Tidak hanya pemberian insektisida dan agens hayati, intensitas serangan hama yang menurun juga didukung oleh pupuk yang diberikan berupa kombinasi pupuk kimia dan organik hayati. Menurut Rusdy (2010) pupuk hayati dapat memperbaiki pertumbuhan dan hasil, meningkatkan efisiensi serapan hara, serta mampu meningkatkan ketahanan tanaman dari serangan hama dan penyakit. Unsur hara yang terkandung di dalam pupuk hayati konsorsium bakteri selulolitik berbasis air cucian beras diduga dapat meningkatkan ketahanan tanaman dari serangan hama. Hasnah dan Salby (2010) melaporkan bahwa pupuk hayati yang mengandung bakteri pelarut posfat dapat menurunkan persentase tanaman terserang karena bakteri tersebut mampu membantu dalam penyediaan P yang berfungsi dalam meningkatkan pertumbuhan jaringan tanaman sehingga tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan hama. Menurut Untung (2006), mekanisme resistensi toleransi terjadi karena kemampuan tanaman untuk sembuh dari luka akibat serangan hama sehingga serangan hama kurang mempengaruhi hasil. Oleh sebab itulah pertumbuhan produksi tanaman padi tetap dapat optimal jika dilakukan dengan penerapan sistem LEISA. Maka sistem pertanian LEISA dapat direkomendasikan untuk dilakukan demi mewujudkan keberlanjutan usaha budidaya padi ramah lingkungan di Desa Langsung Permai Kecamatan Bunga Raya

Kabupaten Siak.

Simpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan terhadap pemanfaatan kombinasi pupuk organik hayati berbasis bakteri selulolitik dan agens hayati *B. bassiana* serta pestisida nabati, dapat disimpulkan bahwa pemberian ketiga kombinasi tersebut berpengaruh pada parameter berat 1000 bulir gabah dan berat gabah kering giling. Penggunaan pupuk dan insektisida mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi yaitu dengan dosis 25% pupuk anorganik + kompos 4 ton.ha⁻¹ + pupuk hayati 10 ml per tanaman sebanyak tiga kali aplikasi sudah mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman padi, mempercepat umur keluar malai dan umur panen. Artinya, penggunaan kombinasi ketiganya menunjukkan efisiensi penggunaan pupuk sebanyak 75% maupun penggunaan pestisida kimia. Maka, dapat dikatakan bahwa sistem LEISA dapat diterapkan pada budidaya padi di Provinsi Riau khususnya Desa Langsung Permai sebagai lokasi demonstrasi plot pada percobaan ini. Jika praktik ini dikembangkan secara terus menerus maka tentunya akan mewujudkan budidaya padi ramah lingkungan dan mendukung pertanian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni, A., R. Muchtar, dan Meidiantie. 2021. Efektivitas insektisida nabati terhadap wereng coklat. *Jurnal Ilmiah Respati*. 12 (1): 29-35 Badan Pusat Statistik.
2022. Luas panen, produksi dan produktivitas padi menurut Provinsi 2020-2022.
- Butu, M., Stef, R., Grozea, I., Corneanu, M., & Butnariu, M. (2020). Biopesticides: Clean and viable technology for healthy environment. *Bioremediation and Biotechnology: Sustainable Approaches to Pollution Degradation*, 107-151.

- Dadi, D. 2021. Pembangunan Pertanian dan sistem Pertanian Organik: Bagaimana Proses Serta Strategi Demi Ketahanan Pangan Berkelanjutan Di Indonesia. *Jurnal Education and Development*, 9(3), 566-572.
- Dini, I. R., & Afriani, E. 2022. The effect of lignocellulolytic bacteria consortium on composting empty oil palm fruit bunches.
- Fadilah R., R. P. Putra., A. Hambali. 2020. Aplikasi Sistem LEISA (Low External Input Sustainable Agriculture) Untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan di Desa Samangki, Kecamatan Simbang Kabupaten Maros. Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat sdisi 5. LPPM Universitas Negeri Makassar.
- Fitri, N. F., Okalia, D., & Nopsagiarti, T. (2020). Uji konsentrasi PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobakteri) asal akar bambu dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L) pada tanah ultisol. *Green Swarnadwipa: Jurnal Pengembangan Ilmu Pertanian*, 9(2), 285-293.
- Hapsoh, Dini, I. R., Salbiah, D., Kusmiati. 2019. Growth and pepper yields (*Capsicum annuum* L.) by giving a formulation of biological fertilizer of cellulolytic bacteria based on organic liquid waste. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1351, No. 1, p. 012097). IOP Publishing.
- Hapsoh, Dini, I. R., & Rahman, A. 2020. Uji formulasi pupuk hayati cair dengan penambahan *Bacillus cereus* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt). *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 5(1), 31-41.

- Hapsoh, W., Dini, I. R., & Sari, D. R. 2020. Growth and result of gogo rice plants (*Oryza sativa* L.) with a few applications of biofertilizers based on organic liquid waste in peat soil medium. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 9(2), 1545-1552.
- Hapsoh, Dini, I. R., Salbiah, D., & Tryana, S. 2020. Application of biofertilizer consortium formulation of cellulolytic bacteria based on organic liquid waste on yield of upland rice (*Oryza sativa* L.). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 454, No. 1, p. 012142). IOP Publishing.
- Hapsoh, Salbiah, D., & Dini, I. R. 2020. Isolation *Beauveria bassiana* Vuill. entomopathogen local from plant agriculture rhizosphere in Riau Province, Indonesia with insect bait *Tenebrio molitor* larvae. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1655, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.
- Hapsoh, Dini, I. R., & Sianipar, A. H. 2020. The growth of oil palm seedlings using a combination medium of organic oil palm empty fruit bunch and NPK fertilizer at main nursery. *Jurnal Tanah Tropika*, 25(2), 61-69.
- Hapsoh, Dini, I. R., Wawan, W., & Natanael, D. P. 2021. Pengaruh jenis dan cara aplikasi bahan organik terhadap hasil padi (*Oryza sativa* L.) di media tanam gambut. *Jurnal Solum*, 18(1), 1-11.
- Hapsoh, Dini, I. R., & Ulfah, I. 2021. Application of biofertilizer and Local *Beauveria bassiana* Vuillemin on growth, production and resistant of red chili plants (*Capsicum annum* L.). In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2049, No. 1, p. 012040). IOP Publishing.

- Hapsoh, Dini IR, Salbiah D, Asih M. 2021. Response of growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.) to the combination application of biofertilizer and biological agens., 10(08).
- Hapsoh, I. R., Salbiah, D., & Saputra, M. 2021. Amount of applications biofertilizer and biological control agents (*Beauveria bassiana* Vuill) on growth and yield of red chili (*Capsicum annum* L.). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 782, No. 4, p. 042033). IOP Publishing.
- Hapsoh, I. R. D., Salbiah, D., & Syahputra, R. 2021. The growth of oil palm seeds (*Elaeis guineensis* Jacq.) at main nursery through giving biofertilizers consortium of cellulolytic bacteria. *Asian Journal of Applied Sciences* (ISSN: 2321-0893), 9(1).
- Hapsoh, H., Wawan, W., Salbiah, D., Yulia, A. E., & Dini, I. R. 2021. Pengembangan Produksi Pertanian dengan Sistem Low External Input Sustainable Agriculture (LEISA) di Desa Langsung Permai Kecamatan Bunga Raya Kabupaten Siak. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 182-188.
- Hapsoh, Dini, I. R., & Wulandari, M. 2022. Application of *Bacillus cereus* biofertilizer formulation of soybean (*Glycine max* L. Merril) growth and yield support sustainable agriculture on peatlands. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 977, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.
- Hapsoh, Salbiah, D., & Dini, I. R. 2022. Application of biofertilizer and indigenous *Beauveria bassiana* Vuillemin on growth, resistant and production of rice (*Oryza sativa* L.). *Thai Journal of Agricultural Science*, 55(1), 34-44.

- Hapsoh, H., Dini, I. R., & Febrianti, B. 2023. Kombinasi dosis pupuk NPK dengan frekuensi pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Agrium*, 20(1), 26-34.
- Hapsoh, Dini, I. R., Rifa'i, M., & Khoiruddin, F. 2023. Combination of inorganic and bio-organic fertilizer on growth and production of Paddy Rice (*Oryza sativa* L.). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1241, No. 1, p. 012036). IOP Publishing.
- Hasnah, S dan Salby, H. 2012. Keefektifan Cendawan *Beauveria bassiana* Vuill Terhadap Mortalitas Kepik Hijau *Nezara viridula* L. pada *Stadia* Nimfa dan Imago. *Jurnal Floratek*. 7:13-24
- Hayati, E. K., Ghanaim, F. A., dan Lailis, S. 2010. Fraksinasi dan Identifikasi Senyawa Tanin pada Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Kimia*.
- Herdianto, D. dan A. Setiawan. 2015. Upaya peningkatan kualitas tanah melalui sosialisasi pupuk hayati, pupuk organik dan olah tanah konservasi di Desa Sukamanah dan Desa Nanggerang Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*. 4(1): 47-53.
- Hidayati, N. 2009. Efektivitas Pupuk Hayati pada Berbagai Lama Simpan terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza sativa*) dan Jagung (*Zea mays*). Skripsi (Tidak dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Isrin, M dan A. Fauzan. 2018. Pengaruh Frekuensi dan Saat Aplikasi *Beauveria bassiana* terhadap Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens*

- Stal) pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.).
Jurnal Ilmiah Pertanian. 14(2): 57-64.
- Kardinan, 2008. Pengembangan Kearifan Lokal
Pestisida Nabati. Sinar Tani Edisi 15 – 21 April
2009. No. 3299. Tahun xxxix. Hal.5.
- Lisa N, M. P., dan Latarus F, S. P. 2020. Sistem Pertanian.
Media Sains Indonesia. Indonesia.
- Istiantoro, AN Bambang, TR Soeprobowati. 2013.
Analisis faktor-faktor sosial ekonomi yang
mempengaruhi pengendalian hama dan
penyakit padi sawah ditinjau dari sistem
pertanian berkelanjutan. Ekosains.
- Mulyani, A. P dan A. Firmansyah. 2020. Etika
lingkungan hidup dalam program
pemberdayaan masyarakat berbasis
pertanian ramah lingkungan (kasus kelompok
tani Patra Rangga, Kabupaten Subang). *Jurnal
CARE* 5 (1) : 22-29.
- Prawira W, R., Maulida, H., & Achmad, W. 2021.
Narrating the Implementation of Social
Welfare Community Program. *Review of
International Geographical Education Online*,
11(5), 228-235.
- Rai, I. N. 2018. Dasar-Dasar Agronomi. Percetakan Pelawa
Sari. Bali.
- Rani, M. U., & Gopal, R. (2011). *Bacillus cereus* and
Enterobacter cancerogenus screened for their
efficient plant growth promoting traits
rhizobacteria (PGPR) and antagonistic traits
among sixteen bacterial isolates from rhizospheric

soils of pigeon pea. *African Journal of Microbiology Research*, 5(15), 2090-2094.

- Rahayu, H. S. P. (2021). Keberlanjutan penerapan teknologi padi sawah ramah lingkungan dalam aspek kapasitas petani dan sifat inovasi di Sulawesi Tengah. *Jurnal Penyuluhan*, 17(2), 228-236.
- Rauf, A.W., Syamsudin T. dan S.R. Sihombing. 2000. Peranan Pupuk NPK pada Tanaman Padi. Departemen Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Lokal Pengkajian Teknologi Pertanian Koya Barat. Irian Jaya.
- Rusdy, A. 2010. Pemberian Pupuk Hayati dan Fosfor pada Padi terhadap Serangan Kepik Hijau. *Jurnal Florastek*. 5(1): 31-42.
- Sopialena, A. Sahid, dan N. S. T. Rugian. 2021. Pengendalian Hama Penting Tanaman Padi Menggunakan Jamur *Beauveria bassiana* Bals. *Jurnal Agrifor*. 10(1): 25-33
- Sufardi. 2020. Pertumbuhan Tanaman. Universitas Syah Kuala. Banda Aceh.
- Tirta, I. G. 2005. Pengaruh Beberapa Jenis Media Tanam dan Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan Vegetatif Anggrek Jamrud (*Dendrobium Macrophyllum* A. Rich). *Jurnal Biodiversitas*. 7(1): 81-84.
- Untung, K. 2006 Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. UGM Press. Yogyakarta.
- Van Mele, P. 2006. Zooming-in zooming-out: a novel method to scale up local innovations and

sustainable technologies. *International Journal of Agricultural Sustainability* 4 (2): 131-142.

Wachjar, A., Supijatno dan D. Rubiana. 2006. Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan Dua Klon Tanaman Teh (*Camellia sinensis* L O. Kuntze) Belum Menghasilkan. *Bul. Agron.* 34(3): 160-164.

Wagi, S., & Ahmed, A. (2019). *Bacillus* spp.: potent microfactories of bacterial IAA. *PeerJ*, 7, e7258.

Biodata Singkat Penulis



Prof. Dr. Ir. Hapsoh, MS, berprofesi sebagai Dosen, Afiliasi Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau Bidang keahlian Budidaya Pertanian



Isna Rahma Dini, S.Pi., M.Si, berprofesi sebagai Dosen, Afiliasi Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau Bidang keahlian Bioteknologi Pertanian



Ir. Desita Salbiah, M.Si, berprofesi sebagai Dosen, Afiliasi Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau Bidang keahlian Entomologi dan *Biological control*.



Dr. Ir. Wawan, MP, berprofesi sebagai Dosen, Afiliasi Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau Bidang keahlian Kesuburan Tanah.

PENERAPAN REKAYASA EKOLOGI PADA PERTANIAN BERKELANJUTAN

Saripah Ulpah
Universitas Islam Riau
ulpahsaripah@agr.uir.ac.id.

Pendahuluan

Pertanian intensif dan permasalahan pertanian berkelanjutan

Pertumbuhan populasi dunia dan peningkatan konsumsi pangan dan energi telah menempatkan produksi pertanian pada situasi yang sulit. Untuk tujuan pemenuhan pangan, sandang dan berbagai produk pertanian bagi penduduk dunia yang populasinya senantiasa meningkat menciptakan praktek budidaya yang intensif. Pertumbuhan pesat dalam produksi pangan melalui operasi khusus seperti sistem tanam monokultur telah sejalan untuk memenuhi peningkatan permintaan pangan dan serat. Budidaya tanaman yang intensif telah dengan nyata meningkatkan produktifitas pertanian terutamanya melalui penggunaan input energi yang tinggi, perbaikan varietas dan kultivar, irigasi, mekanisasi dan input kimiawi dalam mengatasi permasalahan organisme pengganggu tanaman. Sebagaimana review yang dilakukan oleh Maitra, Shanakar, Gaikwad, Palai dan Sagar (2020), praktek pertanian yang intensif telah mampu mencapai tujuan pemenuhan kebutuhan produk pertanian. Namun hal ini hanya berlangsung selama beberapa decade. Setelahnya, kegiatan intensifikasi yang berterusan telah menciptakan hambatan untuk mencapai keberlanjutan pertanian dan degradasi ekosistem pertanian mulai dirasakan. Diantara dampak negative dari pertanian intensif yang dilakukan adalah berkurangnya keragaman hayati, perubahan iklim,

erosi, serta polusi air dan udara Duru, M., Therond, O., Martin, G., Martin-Clouaire, R., Magne, M. A., Justes, E., ... & Sarthou, J. P. (2015), dan penyederhanaan lansekap pertanian (Landis 2017).

Pertanian berkelanjutan mulai menjadi kepedulian yang serius sejak decade akhir dari abad lalu. Konsep pertanian berkelanjutan merupakan respon yang relatif baru terhadap penurunan kualitas sumber daya alam yang terkait dengan pertanian modern. Keberlanjutan produksi pertanian dan pangan tidak hanya mementingkan terpenuhinya akses pada pangan yang bergizi bagi semua, tetapi juga system produksi pertanian haruslah menghindari dampak yang buruk pada ekosistem. Dengan kata lain, pertanian berkelanjutan tidak boleh hanya berorientasi pada kepentingan saat ini, tetapi juga harus mempertimbangkan kepentingan generasi mendatang melalui melestarikan sumber daya alam. Pertanian berkelanjutan mengupayakan keseimbangan antara konservasi lingkungan, produksi pertanian, keuntungan pertanian, dan kesejahteraan masyarakat. Tindakan penyeimbangan yang diperlukan oleh pertanian berkelanjutan menjadi lebih sulit karena memerlukan lebih dari sekadar ukuran keberhasilan yang sederhana dan ringkas. Sistem pertanian berkelanjutan menawarkan jasa atau layanan ekosistem, seperti penyerbukan, pengendalian hama biologis, pengaturan kualitas tanah dan air, pemeliharaan struktur dan kesuburan tanah, penyerapan karbon dan mitigasi emisi gas rumah kaca, siklus unsur hara, jasa hidrologi, dan konservasi keanekaragaman hayati (Rehman, A., Farooq, M., Lee, DJ, & Siddique, KH (2022).

Rekayasa Ekologi dan Intensifikasi Pertanian Berkelanjutan

Pertanian berkelanjutan mengupayakan keseimbangan antara konservasi lingkungan, produksi pertanian, keuntungan pertanian, dan kesejahteraan masyarakat.

Tindakan penyeimbangan yang diperlukan oleh pertanian berkelanjutan menjadi lebih sulit karena memerlukan lebih dari sekadar ukuran keberhasilan yang sederhana dan ringkas. Sistem pertanian berkelanjutan menawarkan jasa atau layanan ekosistem, seperti penyerbukan, pengendalian hama biologis, pengaturan kualitas tanah dan air, pemeliharaan struktur dan kesuburan tanah, penyerapan karbon dan mitigasi emisi gas rumah kaca, siklus unsur hara, jasa hidrologi, dan konservasi keanekaragaman hayati (Rehman, A., Farooq, M., Lee, DJ, & Siddique, KH (2022).

Meskipun berkontribusi terhadap perekonomian dan ketahanan pangan, layanan/jasa ekosistem masih belum sepenuhnya dieksploitasi di bidang pertanian. Sebaliknya, masukan eksternal masih sangat diandalkan untuk meningkatkan hasil, yang pada akhirnya akan membebankan biaya pada komoditas yang dihasilkan. Oleh karenanya, diperlukan Upaya lebih untuk mengoptimalkan layanan/jasa yang dapat disediakan oleh lingkungan. Hal ini yang dimaksudkan sebagai intensifikasi ekologi; yaitu mengoptimalkan pemanfaatan jasa ekosistem untuk meningkatkan dan menstabilkan produksi dan mengurangi kebutuhan input eksternal, sekaligus menjaga lingkungan.

Optimalisasi yang paling relevan adalah layanan/jasa Ekosistem berbasis keanekaragaman hayati yang terkait dengan kesuburan tanah, pengendalian hama, dan penyerbukan. Intensifikasi ekologi dapat diterapkan di semua wilayah, namun untuk tujuan ketahanan pangan, perhatian khusus harus diberikan untuk menerapkannya sebagai peningkatan ekologi di wilayah dengan produktifitas yang masih rendah. Sistem tanam yang terdiversifikasi menjanjikan terciptanya situasi yang saling menguntungkan. Pengetahuan tentang ekologi dan sosio-ekonomi layanan/jasa Ekosistem akan semakin dibutuhkan, dan penelitian serta inovasi pertanian perlu memperhatikan efisiensi penggunaan sumber daya, stabilitas produksi, dampak lingkungan yang minimal,

penyanggaan kejadian ekstrim dan adaptasi terhadap kondisi lokal.

Hasil berbagai kajian merekomendasikan pertanian regeneratif, permakultur, dan teknologi pintar untuk dikembangkan sebagai respons terhadap produksi pertanian berkelanjutan, sistem pendukung keputusan pertanian, dan ketahanan pangan global secara keseluruhan. Secara kolektif, pertanian regeneratif dan permakultur adalah pendekatan sistem holistik semi tertutup yang dirancang untuk mengurangi atau menghilangkan ketergantungan pada masukan eksternal (misalnya bahan kimia) yang memulihkan dan memelihara sistem alami (misalnya kualitas tanah, keanekaragaman hayati, dan jasa ekosistem). Penerapan sepenuhnya pertanian regeneratif modern serta permakultur terintegrasi akan meningkatkan kesehatan tanah, keanekaragaman hayati ekosistem, konservasi lahan dan sumber daya, keberlanjutan pertanian, dan ketahanan pangan. Untuk itu, sangatlah penting untuk dapat mengidentifikasi dan menerapkan praktik menuju pertanian regeneratif, permakultur terintegrasi, pertanian digital, dan pengelolaan pertanian berkelanjutan dengan memanfaatkan teknologi pertanian modern (*smart farming*) yang didasari pada akurasi data (misalnya melibatkan kecerdasan buatan dan *machine learning*). *Smart farming* dapat membuat pertanian lebih menguntungkan bagi petani. Pengurangan input sumber daya akan menghemat uang dan tenaga petani, sementara keandalan data (akurasi) yang meningkat akan mengurangi risiko.

Meskipun pemanfaatan teknologi pertanian yang didasari akurasi data (*precision agriculture; smart farming*) masih belum dapat diterapkan sepenuhnya, terutamanya di negara berkembang, intensifikasi pertanian berkelanjutan haruslah diupayakan melalui berbagai tindakan rekayasa ekologi. Rekayasa ekologi didefinisikan sebagai suatu

disain dari ekosistem alami dan buatan yang mengintegrasikan manusia dengan lingkungan alamnya untuk kepentingan keduanya.

Adapun tujuan dari rekayasa ekologi sebagaimana dirangkum oleh (Mitsch, 2012) yaitu:

1. Restorasi ekosistem yang telah terganggu secara signifikan oleh aktivitas manusia seperti polusi lingkungan atau gangguan lahan; dan
2. Pengembangan ekosistem baru yang berkelanjutan yang memiliki nilai kebaikan bagi manusia dan lingkungan

Layanan/jasa ekologi yang dapat dioptimalisasi melalui rekayasa ekologi diantaranya dapat dilakukan melalui mendisain lansekap untuk peningkatan biodiversitas/praktek permakultur, peningkatan peran polinasi, manajemen organisma pengganggu tanaman secara terpadu berbasis rekayasa ekologi, penyehatan tanah dan rekayasa rizosfir,

Permakultur

Konsep permakultur muncul dari kobinasi kata “*permanent*” dan “*agriculture*”, yang menggambarkan disain pertanian yang memiliki produktifitas, biodiversitas, keseimbangan dan keberlanjutan (Krebs and Bach, 2018). Permakultur yang prakteknya diarahkan agar pertanian dapat berjalan berkelanjutan berdasarkan pemahaman tentang jasa ekosistem—merupakan pilihan praktis untuk mencapai ketahanan pangan global sekaligus meminimalkan degradasi lingkungan lebih lanjut (Rehman et al. 2022).

Permakultur merupakan sebuah sistem yang didasarkan pada prinsip-prinsip desain, serta kerangka kerja untuk metode mimikri (meniru) ekosistem dan optimalisasi sistem yang kompleks. Penekanannya, yaitu pada perancangan agroekosistem secara sadar, yang merupakan perbedaan besar dibandingkan pendekatan pertanian

alternatif lainnya. Disatu sisi, mungkin permakultur dianggap mengkompromosikan aspek efisiensi sebagaimana terdapat pada pertanian monokultur maupun polikultur konvensional. Tetapi disisi lain, praktek permakultur memastikan pemeliharaan sistem agroekologi yang berketahanan. Bommarco, R., Vico, G., & Hallin, S. (2018)

Pertanian Organik

Pertanian organik juga mulai berkembang pada periode yang sama dengan janji-janji konsep ramah lingkungan serta layanan/jasa Ekosistem. Layanan/jasa Ekosistem yang lebih besar berkaitan dengan keberlanjutan pertanian sehingga pertanian organik memiliki potensi besar untuk menjamin keberlanjutan pertanian dengan memitigasi dampak buruk pertanian intensif terhadap agroekosistem (Maitra et al 2020). Pertanian organik menggunakan pupuk dan pestisida alami, namun secara tegas melarang penggunaan input sintetik.

Metode yang dilakukan pada pertanian organik diatur secara internasional dan didukung oleh banyak negara didasarkan pada standar yang ditetapkan oleh IFOAM (International Federation of Organic Agriculture movements), suatu organisasi payung internasional yang didirikan pada 1972. IFOAM mendefinisikan pertanian organik sebagai suatu system produksi yang menjaga Kesehatan tanah, ekosistem dan manusia. Pertanian organik mengandalkan proses-proses ekologi, biodiversitas, dan siklus yang beradaptasi terhadap kondisi local. Pertanian organik menggabungkan tradisi, inovasi, dan ilmu pengetahuan untuk memberi keuntungan dan kebaikan terhadap lingkungan yang dikongsi bersama dengan mengedepankan hubungan yang adil dan kualitas hidup yang baik bagi semua yang terlibat.

Peningkatan Peran Polinasi

Penyerbukan merupakan proses penting untuk produksi pangan dan mata pencaharian manusia. Sekitar 90% tanaman berbunga bergantung pada penyerbukan biotik (kebanyakan serangga) untuk menghasilkan benih. Tanpa adanya layanan/jasa ekosistem ini, banyak spesies yang saling berhubungan dan proses yang menyelaraskan ekosistem akan musnah. Sebagian besar tanaman diserbuki oleh lebah, lebah madu, lebah soliter, kupu-kupu, kumbang dan lalat (Rehman, A., Farooq, M., Lee, DJ, & Siddique, KH (2022)).

Berbagai faktor dapat mengurangi populasi serangga penyerbuk, termasuk fragmentasi habitat, pola penggunaan lahan, masukan bahan kimia (pestisida), spesies invasif, predasi dan kompetisi, serta peristiwa perubahan iklim (Morales dkk. 2013; Godfray dkk. 2014; Kerr dkk. 2015). Berbagai pendekatan dalam pertanian berkelanjutan yang mengarah pada peningkatan biodiversitas melalui pengaturan lansekap pertanian dan upaya menjustifikasi penggunaan pestisida atau bahkan meniadakan penggunaan input pestisida sistemik sama sekali sebagaimana dalam pertanian organik, dapat mengatasi dampak buruk terhadap serangga penyerbuk.

Peningkatan populasi serangga penyerbuk pada gilirannya akan meningkatkan produktifitas pertanian. Layanan/jasa yang disediakan oleh serangga penyerbuk tidak semata-mata pada hasil komoditas yang diusahakan, tetapi juga peningkatan kesejahteraan petani melalui hasil samping yang diberikan oleh serangga penyerbuk khususnya dari golongan lebah madu. Produk yang dapat disumbangkan oleh serangga penyerbuk seperti lebah madu (honey bee) dan lebah tanpa sengat (stingless bee) yaitu madu, lilin lebah, bee pollen, dan propolis dalam jumlah yang signifikan bagi pelaku pertanian terkait. Dengan demikian antara upaya peningkatan serangga

penyerbuk dan pendekatan lainnya dalam pertanian berkelanjutan terjalin hubungan yang harmoni.

PHT Berbasis Rekayasa Ekologi

Perlindungan terhadap kesehatan manusia, lingkungan, ekosistem, dan keanekaragaman hayati akhir-akhir ini dianggap sebagai elemen penting dalam penerapan praktik pertanian. Resistensi insektisida yang meluas telah menjadi masalah utama dalam pertanian berkelanjutan karena menyebabkan penanganan hama yang tidak efektif, meningkatkan biaya usahatani, dan dampak buruk bagi lingkungan dan manusia. Selain itu, meningkatnya kepedulian masyarakat terhadap keamanan pestisida dan kemungkinan kerusakan lingkungan telah mengakibatkan meningkatnya perhatian yang diberikan pada produk-produk keamanan untuk pengendalian hama pertanian. Pengelolaan hama terpadu (PHT) merupakan pendekatan mutlak yang harus dijalankan. Pengendalian Hama Terpadu dilakukan secara berkelanjutan melalui kombinasi alat biologi, budaya, mekanik, fisik dan kimia dengan cara yang meminimalkan risiko ekonomi, kesehatan dan lingkungan serta mengoptimalkan layanan ekologi yang dapat diupayakan melalui rekayasa ekologi.

Penerapan PHT haruslah mampu menangani seluruh aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial serta menyediakan pangan yang aman dan terjangkau bagi konsumen serta keuntungan bagi produsen dan penjual, dengan tetap menjaga kesehatan lingkungan (Dara, 2019). Artinya PHT harus dapat diimplementasikan dalam konteks rekayasa ekologi dengan tujuan untuk merestorasi ekosistem dan mengembangkan ekosistem baru yang berkelanjutan.

Beberapa strategi manajemen hama berbasis rekayasa ekologi yaitu: penanaman tanaman refugia, meningkatkan keragaman vegetasi, rekayasa ekologi tanah, dan sosialisasi pengembangan ekosistem berkelanjutan.

Penyehatan Tanah dan Rekayasa Rizosfir

Praktik pertanian yang menggunakan banyak input eksternal, seperti pengolahan tanah konvensional dan pupuk kimia, memperburuk struktur tanah, kesuburan tanah, dan produktivitas tanah. Pengelolaan unsur hara terpadu dengan menggunakan sumber unsur hara organik, penyertaan tanaman restoratif dalam rotasi atau tumpang sari, dan diversifikasi tanaman dapat membantu memperbaiki struktur tanah dan membangun kapasitas tanah untuk memasok unsur hara untuk produksi tanaman yang menguntungkan

Potensi organisme tanah untuk meningkatkan penyediaan layanan/jasa ekosistem dan keanekaragaman hayati tanah mendorong berbagai fungsi ekosistem secara bersamaan (yaitu, multifungsi ekosistem). Intensifikasi ekologi pada tanah melalui rekayasa rizosfir merupakan strategi untuk eksploitasi sifat biologis tanah yang ditargetkan. Pendekatan-pendekatan yang dilakukan pada akhirnya akan meningkatkan keberlanjutan pertanian melalui promosi keanekaragaman hayati tanah dan pengelolaan komposisi komunitas tanah yang ditargetkan.

Rizosfir merupakan mikrohabitat yang paling kompleks, yang terdiri dari berbagai komponen yang membentuk jaringan yang saling terintegrasi antara perakaran tanaman, tanah dan konsorsium dari bakteri, fungi, eukariota dan archaea. Kondisi rizosfir berdampak langsung terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Lingkungan rizosfir yang kaya nutrisi menstimulasi pertumbuhan dan hasil tanaman dan berlaku sebaliknya. Pupuk kimia merupakan sumber utama nutrisi tanaman. Akan tetapi penggunaan yang tidak terkendali mengancam keberlanjutan dan stabilitas ekosistem. Senyawa-senyawa kimia ini terakumulasi pada tanah, dan terbawa air bahkan dapat diemisikan ke udara yang dalam jangka panjang menimbulkan ancaman bagi ekosistem keseluruhan. Rizobakteri yang mendukung pertumbuhan

tanaman (Plant growth-promoting rhizobacteria=PGPR) yang terdapat pada rizosfir dapat mengubah banyak hara esensial yang dalam bentuk tidak tersedia bagi tanaman menjadi bentuk tersedia bagi tanaman. PGPR juga memproduksi berbagai hormon tumbuhan (seperti auxin, cytokinin, dan gibberellin), berbagai enzim (chitinase, protease, hydrolases, dan lainnya), dan metabolit sekunder, antibiotik, dan senyawa lain yang membantu tanaman mengatasi stress lingkungan (seperti 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase), bahan peng-kelat (siderophores), dan beberapa senyawa yang memberi sinyal (seperti N-Acyl homoserine lactones) untuk berinteraksi dengan mikroba menguntungkan bagi tanaman di rizosfir.

Rekayasa rizosfir dengan memanfaatkan PGPR mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan yang berkelanjutan. Dampak perubahan iklim yang buruk terhadap tanaman juga dapat teratasi dengan kemampuan PGPB membuat tanaman lebih tahan terhadap berbagai kondisi cekaman seperti kekeringan, suhu tinggi dan salinitas. Strain baru dan superior dari dapat dikembangkan dengan memodifikasi sifat-sifatnya melalui rekayasa genetika untuk dapat memberi manfaat besar pada pertanian yang ramah lingkungan, rendah input eksternal dan berkelanjutan (Hakim et al, 2021)

Penutup

Ketahanan pangan dan degradasi lingkungan merupakan dua tantangan utama bagi produksi pertanian berkelanjutan di dunia saat ini. Untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduk yang terus meningkat, kita harus meningkatkan produksi pertanian. Penerapan intensifikasi pertanian berkelanjutan akan meningkatkan hasil panen dengan input yang lebih sedikit tanpa memperluas penggunaan lahan. Intensifikasi pertanian

berkelanjutan memungkinkan produksi tanaman secara berkelanjutan tanpa dampak buruk terhadap lingkungan..

Rekayasa ekologi yang diarahkan pada praktek intensifikasi berkelanjutan akan memberikan dampak saling terkait yang komprehensif untuk tercapainya pertanian yang berkelanjutan. Kegiatan meningkatkan keanekaragaman lansekap melalui permakultur yang meningkatkan kekayaan dan keanekaragaman spesies serangga penyerbuk dan juga keragaman flora yang berdampak positif pada ekosistem tanah. Praktek pertanian organik mengkonservasi populasi serangga dan mikroba bermanfaat bagi musuh alami, dan biota tanah yang dengan demikian berkontribusi pada peningkatan produktifitas usaha pertanian dan perbaikan lingkungan untuk dapat menopang pertanian yang berkelanjutan.

Untuk dapat menerapkan berbagai praktek pendekatan rekayasa ekologi, diperlukan investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi/praktik inovatif berkelanjutan dan integrasi sistem produksi pangan dapat membantu mencapai ketahanan pangan tanpa kehilangan jasa ekosistem dan lingkungan. Dukungan kebijakan dan kelembagaan pada dasarnya diperlukan untuk bergerak maju dan mengadopsi praktik pertanian berkelanjutan di seluruh dunia untuk menjamin ketahanan pangan. Komunitas ilmiah harus memfokuskan strategi dan upaya penelitian mereka saat ini dan di masa depan pada pengembangan praktik pertanian berkelanjutan yang lebih baik dan dapat beradaptasi terhadap perubahan kondisi iklim

DAFTAR PUSTAKA

- Bajracharya, R. M., Sherchan, D. P., Dahal, B. M., & Raut, N. (2014). Soil Management for Sustainable Agricultural Intensification in the Himalayan Region, IN: R. Lal and BA Stewart (Eds.) Soil Management of Smallholder Agriculture.
- Bommarco, R., Vico, G., & Hallin, S. (2018). Exploiting ecosystem services in agriculture for increased food security. *Global food security*, 17, 57-63.
- McLennon, E., Dari, B., Jha, G., Sihi, D., & Kankarla, V. (2021). Regenerative agriculture and integrative permaculture for sustainable and technology driven global food production and security. *Agronomy Journal*, 113(6), 4541-4559.
- Duru, M., Therond, O., Martin, G., Martin-Clouaire, R., Magne, M. A., Justes, E., ... & Sarthou, J. P. (2015). How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agronomy for sustainable development*, 35, 1259-1281.
- Hakim, S., Naqqash, T., Nawaz, M. S., Laraib, I., Siddique, M. J., Zia, R., ... & Imran, A. (2021). Rhizosphere engineering with plant growth-promoting microorganisms for agriculture and ecological sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 617157.
- Krebs, J., & Bach, S. (2018). Permaculture—Scientific evidence of principles for the agroecological design of farming systems. *Sustainability*, 10(9), 3218.
- Landi, P., Minoarivelo, H. O., Brännström, Å., Hui, C., & Dieckmann, U. (2018). Complexity and stability of

ecological networks: a review of the theory. *Population Ecology*, 60, 319-345.

Landis, D. A. (2017). Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology*, 18, 1-12.

Maitra, S., Shankar, T., Gaikwad, D. J., Palai, J. B., Sagar, L., & Gaikwad, D. J. (2020). Organic Agriculture, Ecosystem Services and Sustainability: A Review. *Int J Mod Agric*, 9, 370-378.

Rhodes, C. J. (2015). Permaculture: Regenerative-not merely sustainable. *Science progress*, 98(4), 403-412.

Walter, A., Finger, R., Huber, R., & Buchmann, N. (2017). Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6148-6150.

Xie, H., Huang, Y., Chen, Q., Zhang, Y., & Wu, Q. (2019). Prospects for agricultural sustainable intensification: A review of research. *Land*, 8(11), 157

Biodata Singkat Penulis



Dr. Ir. Saripah Ulpah, M.Sc., bergabung menjadi tenaga pengajar pada Program Studi Agroteknologi Faperta UIniversitas Islam Riau pada tahun 2011. Sebelumnya penulis adalah dosen pada Jurusan Hama dan Penyakit Universitas Islam Sumatera Utara sejak tahun 1989.

Selama tahun 2012 hingga 2016 penulis diangkat menjadi Ketua Program Studi Magister Agronomi. Pada Tahun 2018

penulis dipercaya sebagai Direktur Pusat Kajian Pembangunan Berkelanjutan di UIR; namun tahun diangkat Kembali menjadi Ketua Program Studi Magister Agronomi untuk periode 2020-2024. Pada Tahun 1991 melanjutkan Pendidikan master Dengan latar belakang entomologi, penulis memiliki ketertarikan dengan serangga, khususnya serangga berguna. Penulis merupakan anggota Asosiasi Perlebahan Indonesia (API), dan mulai tahun ini (2022) diangkat sebagai ketua Asosiasi Perlebahan Indonesia untuk Riau (APIDA Riau).

KUALITAS SERAT DAUN NANAS BERADASARKAN LETAK DAUN DAN LAMA PERENDAMAN PADA PROSES PEMBUATAN SERAT

Mardaleni dan Sri Mulyani

Fakultas pertanian Universitas Islam Riau Jl. Kahauddin
Nasution No. 113 Marpoyan Pekanbaru-Riau

Email: mardaleniuir@agr.uir.ac.id

Pendahuluan

Indonesia termasuk Negara eksportir nanas olahan nomor tiga didunia, setelah Filipina dan Thailand. Tanaman nanas (*Ananas comosus*. L (Merr.) merupakan komoditas buah andalan ekspor domestic, peluang ekspor juga terbuka untuk produk buah segar. Teknik budidaya nanas semakin baik dan mudah dibudidayakan, bahkan di lahan gambut, sehingga prospek tanaman ini terbuka. Buah nanas juga mengandung gizi yang tinggi dan lengkap yang banyak dibutuhkan oleh manusia (Naekman dan Suhartono, 2007). Pemanfaatan tanaman nanas selama ini hanya sebagai sumber mineral disajikan dalam bentuk buah segar dan olahan buah nenas, sedangkan bagian lain seperti daun belum banyak dimanfaatkan, saat ini sudah mulai berkembang usaha-usaha dibidang pengembangan serat pada daun nenas namun belum meluas dan limbah daum belum teratasi secara maksimal. Pada saat panen, tanaman tersisa dilapangan batang dan daunnya belum diolah dan terbuang sebagai limbah. Biasanya tanaman nanas dilakukan pembongkaran pada dua atau tiga kali panen, kemudian ditanam kembali dengan bibit yang baru. Pada saaini limbah menjadi lebih banyak. Nanas (*Ananas comosus*) memiliki daun yang berpotensi menghasilkan serat, Teknik dalam pengolahan daun nenas dalam proses pengolahan serat sangat menentukan

jumlah dan kualitas setar yang berhasil dipisahkan dari daunnya. Serat nanas dapat digunakan untuk interior dinding, karpet dan kursi, sebagai bahan campuran untuk batik sutera nanas, (Waluyo, 2004), sebagai alternatif bahan baku tekstil (Hidayat, 2008) di Riau serat daun nanas digunakan untuk bahan baku tenunan kain songket dan tanjak. Alam, et.al. (2022) mengemukakan Limbah tanaman nanas memerlukan perhatian global karena kepentingan komersialnya, sehingga penelitian tentang serat daun nanas menjadi penting terutama sebagai potensinya yang sangat besar di bidang tekstil.

Provinsi Riau adalah salah satu sentra produksi nanas di Indonesia. Di wilayah ini, nanas biasanya dibudidayakan di lahan gambut (Rosmaina 2019) Kabupaten Kampar merupakan sentra produksi nanas di Riau, produksi nanas di Riau tahun 2020 sebanyak 214.277,00 ton. Rata-rata produksi buah nanas di Indonesia mencapai 1,5 juta ton/hari. Produksi buah yang banyak, pada saat panen buah nanas tentunya daun nanas akan berpotensi besar untuk menjadi limbah, karena belum secara maksimal dapat dimanfaatkan. Saat ini pengolahan daun nanas sebagai bahan baku industry belum banyak dilakukan, hal ini memiliki keterbatasan dalam hal rumitnya pengerjaan pengolahan, terutama pengolahan secara manual.

Potensi bahan baku serat daun nanas, setiap batang tanaman nanas menghasilkan daun antara 2-3 kg, yang jika belum dikelolah, akan menjadi limbah, sehingga satu hektar lahan akan mencapai 3 ton limbah. Daun nanas belum dimanfaatkan untuk makanan ternak, biasanya petani hanya membakar dan membiarkan daun membusuk di lahan. Penanganan yang tepat terhadap daun nanas menggunakan metode yang efektif dan efisien tentunya dapat memberikan nilai tambah dari sisi ekonomis (Irianti, 2010). Daun nanas mempunyai lapisan atas dan bawah, yang terdapat banyak ikatan atau helai-helai serat (*bundles of fibre*) yang terikat

satu sama lain oleh sejenis zat perekat (*gummy substances*) yang terdapat dalam daun. Oleh karena daun nanas tidak memiliki tulang daun, adanya serat-serat dalam daun nanas tersebut akan memperkuat daun nanas saat pertumbuhannya. Daun nanas hijau yang masih segar dapat dihasilkan kurang lebih sebanyak 2,5 sampai 3,5% serat daun nanas. Contoh dari serat tanaman dapat dikelompokkan berdasarkan asal serat tersebut diambil. Serat yang diambil dari biji (*seed fibres*) contohnya adalah *cotton* dan kapok, serat yang berasal dari batang (*bast fibres*) contohnya adalah serat *jute*, *flax*, *hemp*, dan *ramie*. Sedangkan serat yang diambil dari daun (*leaf fibres*) misalnya *abaca*, *sisal*, nanas dan lidah mertua yang akan menjadi bahan baku textile (Hidayat, 2008).

Umur nenas akan menentukan tingkat kualitas serat, biasanya dilakukan pada usia tanaman berumur berkisar 1 sampai 1,5 tahun. Serat yang berasal dari daun nanas yang masih muda pada umumnya serat yang diperoleh pendek dan kurang kuat. Sementara daun yang terlalu tua menghasilkan serat yang pendek kasar dan getas atau rapuh. (terutama tanaman yang pertumbuhannya di alam terbuka dengan intensitas matahari cukup tinggi tanpa pelindung). Oleh sebab itu untuk mendapatkan serat yang kuat, halus dan lembut perlu dilakukan pemilihan pada daun-daun nanas yang cukup dewasa yang pertumbuhannya sebagian terlindung dari sinar matahari (Praktino, 2008). Namun saat ini belum banyak laporan tentang potensi daun yang memiliki kualitas serat yang baik, apakah seluruh daun atau daun pada bagian atas, tengah dan daun bagian bawah, sehingga penting dilakukan penelitian tentang letak atau posisi daun pada batang dan proses pembuatan serat daun nenas. Sehingga dapat memberikan informasi tentang "Kualitas serat daun nanas (*Ananas comosus*. L (Merr.) berdasarkan letak daun dan lama perendaman pada proses pembuatan serat". Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas serat

daun nenas berdasarkan letak daun dan lama perendaman pada proses pembuatan serat.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan nanas Desa Kualu Nenas Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar Riau dan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution no.113, Kelurahan Simpang Tiga, Kecamatan Bukit Raya Pekanbaru. Penelitian ini berlangsung selama 4 bulan terhitung dari bulan Juli sampai November 2020. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun tanaman nanas, karung goni plastiik. Alat yang digunakan yaitu: ember ukuran 5 liter, pisau, gunting, timbangan, alat penggerus (pecahan kaca dan sendok makan), kamera digital dan alat tulis.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah letak/posisi daun pada batang terdiri dari 3 taraf yaitu daun bagian atas, daun bagian tengah dan daun bagian bawah. Faktor kedua adalah lama perendaman daun nanas yang terdiri dari 4 taraf yaitu, tanpa perendaman, perendaman 3, 6 dan 9 hari. Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Data hasil pengamatan dari masing-masing perlakuan dianalisis secara statistik dengan sidik ragam (ANOVA) dengan aplikasi SAS 9.0., apabila F hitung lebih besar dari F tabel maka dilanjutkan dengan uji nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%.

Pelaksanaan

Penelitian ini terdiri dari 2 tahapan, tahap pertama survey dan pengambilan sampel daun nanas dilapangan, tahap kedua adalah proses pengolahan daun nanas menjadi serat dan menilai kualitas nenas secara manual (visual).

Prosedur pembuatan serat dimulai dari pengambilan sampel daun nanas dilapangan, pengangkutan dari kebun ke kebun percobaan faperta, membuang duri yang terdapat pada dua sisi pinggir daun, pelabelan, perendaman daun, pemisahan serat dari bahan-bahan lain yang terdapat didalam daun (dengan cara pengerokan menggunakan pecahan kaca dan sendok makan), perolehan serat, pencucian serat, penjemuran. Pengamatan dilakukan terhadap parameter panjang daun, lebar daun, panjang serat, berat basah serat per 10 helai daun dan berat kering serat per 10 helai daun.

Pengambilan Daun Nanas

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode survey lapangan, penetapan sampel ditentukan secara *purposive sampling* dilakukan secara sengaja yaitu dengan memilih daun tanaman nenas setelah dilakukan pemanenan. Pengambilan daun sekaligus dengan melakukan pemotongan semua bagian batang nanas, diangkut kekebun percobaan faperta UIR. Kemudian dilakukan pemisahan daun berdasarkan pada tiga bagian pada batang, yaitu pemisahan daun bagian bawah, tengah dan bagian atas. Setiap bagian diwakili oleh sebanyak 10 helai daun, setiap 10 helai daun diberi label sesuai perlakuan. Duri daun yang terletak dibagian tepi lamina daun, dibuang menggunakan pisau tajam dengan mengiris tipis pada bagian yang berduri secara membujur dari pangkal daun hingga keujung daun.

Perendaman

Daun nanas direndam didalam bak kayu yang dilapisi plastic terpal warna biru. Daun nenas masukkan kedalam karung goni plastic sejumlah unit percobaan, setiap sampel terdiri dari 10 helai daun nanas, dan dilabel sesuai perlakuan. Lama perendaman selama 3 jam, 6 jam dan 9 jam, sedangkan sampel kontrol, tanpa perlakuan perendaman, dilakukan penggerusan langsung bersamaan

dengan hari pertama perendaman sampel yang lainnya.

Penggerusan Daun Nanas

Penggerusan merupakan upaya yang dilakukan untuk pemisahan atau pengambilan serat nanas dari daunnya (*fiberextraction*) dapat dilakukan dengan cara penggerusan alat tumpul pada permukaan daun sebelah atas dan permukaan bawah daun, alat yang digunakan pecahan kaca dan sendok makan. Teknik penggerusan dilakukan satu persatu pada setiap helai daun, diawali dari pangkal daun secara membujur hingga sampai ke ujung daun. Penggerusan dilakukan dengan hati-hati, mengikis komponen-komponen yang terdapat didalam daun dan menisakan seratnya saja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang Daun (cm)

Hasil pengamatan terhadap panjang daun nanas setelah dilakukan analisis ragam, menunjukkan bahwa interaksi letak/posisi daun pada batang dan lama perendaman menunjukkan hasil yang signifikan. Rata-rata panjang daun setelah uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata panjang daun nanas (cm) berdasarkan letak/posisi daun dan lama perendaman.

Letak Daun	Lama Perendaman (hari)				Rata-Rata
	0 (B0)	3 (B1)	6 (B2)	9 (B3)	
Bagian Atas (A1)	75.90 bc	81.40 ab	69.69 c	69.94 c	74.23 b
Bagian Tengah (A2)	85.83 ab	81.12 ab	80.83 b	85.19 ab	83.24 a
Bagian Bawah (A3)	89.13 ab	82.44 ab	80.49 b	89.83 a	85.47 a
Rata-Rata	83.62 a	81.65 a	77.00 b	81.65 a	
	KK = 3,5 %	BNJ A = 3.18	BNJ B = 3.68	BNJ AB = 8.74	

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji nyata dengan taraf 5%.

Tabel 3. menunjukkan bahwa panjang daun nenas pada interaksi letak/posisi daun pada batang, daun terpanjang

berkisar antara 81,12 cm sampai 89,83 cm. Panjang daun yang demikian tidak dicapai oleh daun pada ketiga posisi/letak daun pada batang jika dikombinasikan dengan lama perendaman 6 hari, panjang daun berkisar 69,69 – 80,83 cm. Daun yang terdapat pada bagian tengah dan pada bagian bawah (posisinya pada batang) memiliki ukuran daun lebih panjang dibanding daun yang letak/posisinya pada bagian atas batang, dengan panjang daun 83,24 dan 85,47 cm, keduanya adalah sama berdasarkan analisis statistik dan berbeda nyata dengan ukuran daun yang terletak pada posisi bagian atas batang, rata-rata panjang daunnya 74,23 cm. Ukuran ini yang merupakan ukuran daun lebih pendek dibanding daun letak/posisi pada bagian bawah dan bagian tengah batang.

Bentuk daun nanas memanjang dan sempit, dengan panjang daun mencapai 130-150 cm, biasanya daun tua lebih pendek dibanding daun yang terletak sebelah atasnya. Biasanya dalam satu minggu terbentuk satu helai daun nanas, awalnya pertumbuhan agak lambat, baru kemudian cepat. Pertumbuhan panjang daun terus meningkat pada fase vegetatif sampai panjang maksimum, seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Tanaman nanas yang mempunyai pertumbuhan dan perkembangan normal akan mempunyai daun sempurna lebih dari 35 helai pada sekitar umur 12 bulan setelah tanam (Irfandi 2005). Nanas Kualu yang diamati memiliki daun-daun lebih pendek dibandingkan jenis nanas yang dikemukakan oleh Irfandi 2005. Dimana daun nanas asal Kampar Riau yang ditanam di lahan gambut memiliki daun terpanjang berkisar 81,12 – 89,83 cm. Perbedaan panjang dan jumlah daun ini dipengaruhi oleh jenis atau varietas tanaman itu sendiri. Pada varietas lain panjang daun bisa mencapai 1.6 m dengan lebar 7 cm. Jumlah daun setiap tanaman sangat bervariasi berkisar 40 - 80 helai per tanaman. Susunan daun memiliki tata letak yang unik yaitu seperti spiral, tumbuh mengelilingi batang mulai bagian bawah batang sampai ke

atas mengarah kekanan. Daun nenas berbentuk seperti pedang, agak kaku, berserat, beralur tapi tidak memiliki tulang daun utama. Dipinggir daun kebanyakan ada yang tumbuh duri tajam dan ada juga yang tidak berduri, ada juga durinya hanya terdapat pada bagian ujung daun saja (Surtiningsih 2008).

Lebar Daun (cm)

Hasil pengamatan lebar daun nanas setelah dilakukan analisis ragam, interaksi letak/posisi daun pada batang dan lama perendaman menunjukkan hasil yang signifikan. Rata-rata lebar daun setelah uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata lebar daun nanas (cm) berdasarkan letak daun dan lama perendaman.

Letak Daun	Lama Perendaman (hari)				Rata-Rata
	0 (B0)	3 (B1)	6 (B2)	9 (B3)	
Bagian Atas (A1)	6.97 b	6.40 b	6.32 b	6.10 b	6.45 b
Bagian Tengah (A2)	8.33 ab	7.03 b	7.09 b	8.55 a	7.75 a
Bagian Bawah (A3)	8.30 ab	6.97 b	7.03 b	8.42 a	7.68 a
Rata-Rata	7.87 a	6.80 b	6.82 b	7.69 a	
KK = 6,0 %	BNJ A = 0.48	BNJ B = 0.56	BNJ AB = 1.32		

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji nyata dengan taraf 5%.

Data pada table 4. menunjukkan bahwa interaksi antara interaksi letak/posisi daun pada batang dan lama perendaman berpengaruh nyata, daun terlebar terdapat pada daun yang letaknya pada bagian tengah dan letak daun pada bagian bawah yang dikombinasikan dengan lama perendaman 9 hari dan juga daun yang tanpa perendaman, lebar daun berkisar 8,30 cm – 8,55 cm. Hasil ini berbeda nyata dengan lebar daun pada interaksi semua daun yang tumbuh pada bagian bawah, tengah dan bagian atas pada batang dikombinasikan dengan lama perendaman 3 dan 6 hari, dan seluruh daun yang letaknya pada bagian atas, baik yang tidak dilakukan perendaman maupun yang direndam.

Lebar daun bagian tengah dan lebar daun bagian bawah memiliki nilai yang tidak berbeda nyata secara statistic, nilai rata-rata lebar daun yaitu 7,75 cm dan 7,68 cm. Lebar daun pada daun yang posisinya terletak pada bagian atas batang, memiliki daun lebih sempit yaitu 6,45 cm yang berbeda signifikan dibanding daun yang letaknya pada bagian tengah dan bagian bawah (posisinya pada batang). Surtiningsih (2008), melaporkan lebar daun nanas yang sangat bervariasi yang berkisar 2 – 8 cm, dengan panjang lebih kurang 100 cm berbentuk pedang dan ujung daunnya lancip dan tepi daun memiliki duri dan berwarna hijau atau hijau kemerahan. Daun nanas berkumpul dalam roset akar, dimana bagian pangkalnya melebar menjadi pelepah. Pada mulanya daun nanas akan tumbuh melambat setelah beberapa lama dan menjadi cepat seiring dengan penambahan umur tanaman.

Panjang Serat (cm)

Hasil pengamatan panjang serat daun nanas setelah dilakukan analisis ragam, interaksi letak/posisi daun pada batang dan lama perendaman menunjukkan hasil yang tidak signifikan. Letak daun juga tidak mempengaruhi panjang serat daun, namun lama perendaman berpengaruh nyata terhadap panjang serat. Rata-rata panjang serat daun nanas setelah uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada table 5.

Table 5. Rata-rata panjang serat daun nanas (cm) berdasarkan letak daun dan lama perendaman.

Letak Daun	Lama Perendaman (hari)				Rata-Rata
	0 (B0)	3 (B1)	6 (B2)	9 (B3)	
Bagian Atas (A1)	67.82	66.60	64.88	61.65	65.24
Bagian Tengah (A2)	72.10	65.22	63.03	65.13	66.37
Bagian Bawah (A3)	72.72	64.18	62.18	66.25	66.33
Rata-Rata	70.88 a	65.33 ab	63.37 b	64.34 ab	
	KK = 7,8 %		BNJ B = 6.62		

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji nyata dengan taraf 5%.

Lama perendaman berpengaruh nyata terhadap panjang serat (tabel 5.), panjang serat terpanjang terdapat pada daun yang tidak direndam dengan panjang serat 70.88 cm, tidak berbeda nyata dengan daun yang dilakukan perendaman selama 3 hari dan 9 hari dengan panjang serat 65,33 cm dan 64,34 cm. Namun terdapat perbedaan yang signifikan pada daun yang dilakukan perendaman selama 6 hari dengan nilai 63,37 cm, terpendek dibanding yg lainnya. Jawaid (2020), Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) adalah termasuk salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas.

Teknik pembuatan serat menurut Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik (1991) dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu dengan cara perendaman, peragian dan pengeratan. Cara perendaman adalah proses pengambilan serat daun nanas dengan cara direndam. Proses perendaman pada dasarnya adalah membusukkan daun nanas. Pada proses perendaman ini akan tumbuh bakteri yang akan mengurai jaringan daun nanas, sehingga yang tersisa hanya seratnya saja. Sedangkan metode peragian adalah pengambilan serat dengan cara melayukan daun selama 2 hari kemudian direbus sampai lunak dengan titik didih 100°C, ditiriskan ditata dan ditaburi ragi tape untuk mempercepat pembusukan dan dibiarkan selama 8 hari. Metode pengeratan merupakan proses pengambilan serat daun nanas dengan cara dikerat, menggunakan pisau. tujuannya untuk menghilangkan lapisan daun sehingga serat dengan mudah dapat dipisahkan.

Berat Basah Serat per 10 Daun (g)

Hasil analisis statistic berat basah per 10 daun, interaksi letak/posisi daun pada batang dan lama perendaman tidak terdapat pengaruh yang nyata, begitu

juga pengaruh masing-masing variable yang diuji tidak berpengaruh nyata terhadap nerat basah serat per 10 helai daun (tabel 6.)

Tabel 6. Rata-rata berat basah serat per 10 helai daun (g) berdasarkan letak daun dan lama perendaman.

Letak Daun	Lama Perendaman (hari)				Rata-Rata
	0 (B0)	3 (B1)	6 (B2)	9 (B3)	
Bagian Atas (A1)	9.38	5.25	6.37	5.90	6.73
Bagian Tengah (A2)	12.74	4.43	7.21	9.48	8.46
Bagian Bawah (A3)	5.99	4.98	5.68	11.77	7.11
Rata-Rata	9.37	4.88	6.42	9.05	

KK = 54,0 %

Dari table 6. menunjukkan hasil rata-rata dari berat basah 10 serat daun tidak signifikan baik interaksi letak/posisi daun pada batang dan lama perendaman, begitu juga pengaruh masing-masing variable perlakuan. Letak daun juga tidak mempengaruhi panjang serat daun, namun lama perendaman berpengaruh nyata terhadap panjang serat. Tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan dan hasil nilai keragaman yang tinggi diduga disebabkan kurang efisiennya teknik penggerusan atau pengikisan daun. Dalam proses penggerusan menggunakan sendok dan pecahan kaca tersebut, daerah pangkal daun merupakan fisik permukaan daun yang lebih keras sehingga terdapat kesulitan dalam proses penggerusan, menyebabkan area pangkal batang tidak dapat dilakukan penggerusan secara sempurna pada keseluruhan helaian daun. Menurut Agus (2010), hasil uji efektivitas berat serat basah dengan berbagai metode, diperoleh hasil bahwa antara perendaman dan peragian, metode perendaman dan pengeratan, metoda peragian dan pengeratan, semua metoda yang diuji memberikan hasil dimana terdapat perbedaan efektifitas berat serat basah yang dihasilkan.

Teknik pemisahan serat dari bahan-bahan lainnya pada daun nanas dapat juga dengan metode pemasakan dan menambahkan bahan kimia tertentu, Addin (2018) melakukan system pemasakan daun nanas dua kali, tujuannya untuk menghilangkan zat selulosa, lignin dan

getah yang cukup banyak pada daun nanas dilakukan dengan pemasakan yang pertama, dengan menambahkan NaOH 0.5%. Kemudian dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan getah yang masih tersisa. Pemasakan kedua dengan menambahkan titanium dioksida 0.1%, tujuannya untuk menghilangkan kandungan lignin dan NaOH yang masih tersisa, kemudian dicuci sampai bersih.

Berat Kering Serat per 10 Helai Daun (g)

Berat kering serat per 10 helai daun Hasil analisis statistic berat kering per 10 daun, interaksi letak/posisi daun pada batang dan lama perendaman tidak terdapat pengaruh nyata, begitu juga pengaruh masing-masing variable yang diuji tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering serat per 10 helai daun, hasil analisis dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata berat kering serat per 10 daun nanas (g) berdasarkan letak daun pada batang dan lama perendaman.

Letak Daun	Lama Perendaman (hari)				Rata-Rata
	0 (B0)	3 (B1)	6 (B2)	9 (B3)	
Bagian Atas (A1)	0.95	0.54	0.64	0.61	0.68
Bagian Tengah (A2)	1.29	0.46	0.74	0.90	0.85
Bagian Bawah (A3)	0.60	0.52	0.60	1.21	0.73
Rata-Rata	0.95	0.51	0.66	0.90	

KK = 51,8 %

Hasil rata-rata dari berat serat per 10 helai daun bagian atas, tengah dan bawah dengan lama perendaman 0, 3, 6 dan 9 hari, baik secara interaksi ataupun tunggal berdasarkan analisis statistic tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal yang perlu diperhatikan adalah teknik penggerusan dengan menggunakan pecahan kaca dan sendok yang dilakukan secara manual, harus dilakukan secara maksimal, terutama pada bagian pangkal helaian daun yang terksturnya keras, hal ini menyebabkan sulitnya proses penggerusan, sehingga serat yang diperoleh kurang maksimal. Usaha pemanfaatan limbah daun nanas telah dilakukan juga adsorben terhadap pengolahan limbah daun

nanas ini, khususnya untuk penyerapan limbah logam berat kandungan serat dalam daun nanas sebesar 69,6-71%. Serat adalah kumpulan selulosa dan hemiselulosa yang merupakan polisakarida sebagai komponen dasar kertas maupun kain (Anonymous, 2010).

Kualitas serat yang baik adalah serat yang memiliki ciri-ciri kokoh, kuat tidak mudah putus, termasuk kandungan air serat. Dey and Satapathy (2011) melaporkan bahwa kadar air serat daun nanas hasil ekstraksi adalah 5%. Kondisi lingkungan seperti, intensitas matahari, curah hujan dan kelembaban dapat mempengaruhi kondisi tanaman nanas, termasuk kandungan air seratnya. Nilai kadar air serat merupakan hal yang penting untuk diketahui karena akan mempengaruhi daya lekat pengawet terhadap bahan (serat daun nanas). Daya lekat bahan pengawet yang digunakan, bergantung terhadap kadar air serat daun nanas yang diperoleh. Selain itu, semakin tinggi kadar air suatu material maka material tersebut akan mudah rusak. Zulkifli dkk, (2022) melaporkan kualitas serat daun nenas cenderung terjadi penurunan pada berbagai letak daun dan lama perendaman yang lebih lama. Panjang daun dan lebar daun berkorelasi positif dengan kualitas serat daun nanas berdasarkan letak daun dan lama perendaman daun.

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan hasil uji serat daun nanas dapat diperoleh kualitas serat nenas terbaik terdapat pada daun yang tumbuh pada area bagian tengah batang dan daun yang tumbuh yang letak/posisi sebelah bawah bagian batang. Panjang serat dipengaruhi oleh panjangnya daun dan teknik pemisahan serat dari kandungan bahan lainnya. Panjangnya daun dipengaruhi genetic dan factor lingkungan, seperti kandungan hara didalam tanah. Pada proses lama perendaman daun yang tanpa perendaman justru menunjukkan kualitas serat yang terbaik dibanding dengan daun yang dilakukan

perendaman. Lama perendaman daun nanas berpengaruh pada tekstur daun saat proses ekstraksi daun nanas.

Saran, penelitian ini memiliki keterbatasan, dimana identifikasi kualitas serat daun nanas masih terbatas pada pengamatan kuantitatif dan data kualitatif diperoleh hanya sebatas visual saja. Kedepannya diperlukan hasil analisis skala laboratorium untuk memperoleh metohasil kualitas serat daun nanas.

DAFTAR PUSTAKA

- Addin D.S. 2018. Penggunaan Daun Nanas Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas Seni Berwarna. Jurnal desain komunikasi visual fakultas seni dan desain – unnm. Vol. 5 (1) 15-20.
- Anonim. 2010. Pemanfaatan Serat Nanas (<http://www.bbt.depperin.go.id>), Textile Institute.
- Alam, A., Ahmed, Z, Morshed, N., Talukder P. and Rahman, T. 2022. Analysis of physio-mechanical properties of pineapple leaf fiber. International Journal of Life Science Research Archive. 03(02), 113–116
- Dey. S. K. and Satapathy. K. K. 2011 A Combined Technology Package for Extraction of Pineapple Leaf Fibre- An Agrowaste, Utilization of biomass and for application in Textiles. National Institute of Research on Jute and Allied Fibre Technology Indian Council of Agricultural Research 1-9.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2020. Produksi Buah-Buahan Provinsi Riau. Diakses pada tanggal 25 November 2021
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik.1991. *Penelitian Proses Pemisahan Serat Batang Pisang Sebagai Bahan Baku Industri Tekstil Kerajinan*. Yogyakarta:

- Hidayat, P. 2008. Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil. Teknokin. Yogyakarta.
- Irianti., AHS. 2010. Efektifitas Proses Pengambilan Serat Daun Nenas (*Ananas comosus* Merr) dengan Metode Pengeratan. Proseding Seminar Nasional Character Building for Vocational Education. Yogyakarta.
- Jawaid, M., Asim M., Paridah, Tahir, M. & Nasir, M. 2020. Pineapple Leaf Fibers Processing, Properties and Applications
<http://www.springer.com/series/8059>
- Naekman, S dan R. Suhartono. 2007. Acuan Standar Operasional Produksi Nanas Bogor: Pusat Kajian Buah-buahan Tropika. Lembaga Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat-Institut Pertanian Bogor.
- Pratikno Hidayat. 2008. Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas sebagai Alternatif Bahan baku Tekstil. Teknoin. 13(2) 31-35.
- Rosmaina, MA Almaktsur, R Elfianis, Oksana and Zulfahmi. 2019. Morphology and fruit quality characters of Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) cv. Queen on three sites planting: freshwater peat, brackish peat and alluvial soil. Annual Conference on Environmental Science, Society and its Application. doi:10.1088/1755-1315/391/1/012064
- Subaer. 2015. Studi Sifat Mekanik Dan Morfologi Komposit Serat Daun Nanas-Epoxy Ditinjau Dari Fraksi Massa Dengan Orientasi Serat Acak. Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika. Jilid 11, Nomor 2, Agustus 2015, hal. 185 -191
- Sunarjono, H., 2008. Berkebun 21 Jenis Tanaman Buah.

Cetakan Keenam. Penebar Swadaya. Jakarta.

Waluyo, PB. 2004. Batik Sutera Nanas Digemari karena Motifnya, Kompas 2 Januari 2004 Hal 8.

Zulkifli, Mulyani S., Syaputra R., dan Agustin L.P. 2022. Hubungan Antara Panjang Dan Lebar Daun Nenas Terhadap Kualitas Serat Daun Nanas Berdasarkan Letak Daun Dan Lama Perendaman Daun. Jurnal Agrotek Tropika, Vol 10 (2) 247 - 254

Biodata Singkat Penulis



Dr. Mardaleni, SP., M.Sc merupakan dosen tetap Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau sejak tahun 2009 hingga sekarang. Dipercaya sebagai sekretaris Program studi, kepala Laborium Dasar Universitas Islam Riau. Sejak tahun 2022 hingga sekarang diamanahi sebagai kepala

laboratorium Bioteknologi Fakultas pertanian UIR. Aktif melakukan penelitian dibidang Pemuliaan tanaman dan bioteknologi Pertanian.



Sri Mulyani, SP., M.Si merupakan dosen tetap pada Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari Universitas Islam Riau pada tahun 2013, memperoleh gelar Magister Ilmu Tanah dari IPB University pada tahun 2016. Minat penelitiannya saat ini meliputi

bidang Teknologi Tanah dan Pengembangan Lahan.

INTEGRASI AQUAKULTUR DENGAN HIDROPONIK PADA PERTANIAN BERKELANJUTAN DAN RAMAH LINGKUNGAN

M. Nur dan Ernita
Universitas Islam Riau
mnur@agr.uir.ac.id

Pendahuluan

Tantangan global dalam memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat semakin mendesak perlunya inovasi dalam bidang pertanian. Dalam upaya mencari solusi yang bersifat berkelanjutan dan ramah lingkungan, integrasi akuakultur dan hidroponik muncul sebagai langkah terdepan. Pertumbuhan penduduk yang pesat, perubahan iklim, dan terbatasnya sumber daya alam memperumit sistem pertanian konvensional. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang tidak hanya efisien dalam memproduksi pangan, tetapi juga meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem. Buku ini mengeksplorasi potensi dan manfaat integrasi akuakultur dan hidroponik sebagai solusi untuk mencapai pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Penopang pertanian tidak hanya di daerah pedesaan tetapi juga harus digalakkan di daerah perkotaan. Problematika sekarang di daerah perkotaan sangat sedikit lahan pertanian yang bisa dimanfaatkan oleh karena itu perlu alternatif memanfaatkan pekarangan sempit dan Rooftop sebagai tempat budidaya tanaman. Ada dua hal manfaat yang akan dihasilkan. Bila kita melakukan budidaya tanaman di pekarangan dan rooftop, yaitu selain kita mendapatkan hasil produk pertanian yang segar juga bisa menciptakan lingkungan yang asri di sekitar rumah, dengan demikian maka dapat memperindah lingkungan rumah.

Umumnya kita hanya mengenal hidroponik yaitu budidaya tanaman tanpa tanah yang nutrisinya berasal dari pupuk AB mix, kita ketahui bahwa AB mix merupakan pupuk anorganik dibuat dari bahan kimia sintetis yang akan berefek kepada kesehatan manusia, kemudian harga pupuk ini semakin lama semakin mahal. Banyak yang tidak melanjutkan lagi budidaya tanaman menggunakan metode hidroponik dikarenakan tingginya biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli pupuk AB Mix, maka dari itu perlu alternatif untuk menggantikan pupuk AB mix yang dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi bagi tanaman. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah menggunakan kotoran ikan sebagai nutrisi tanaman yang akan kita budidayakan. jenis-jenis ikan yang bisa digunakan untuk menunjang budidaya ini adalah seperti ikan nila, gurami, lele, patin dan jenis ikan lainnya yang mudah dibudidayakan.



Gambar 9. Contoh pemanfaatan pagar rumah sebagai tempat budidaya tanaman, selain dapat dimanfaatkan hasil berupa sayuran juga menciptakan keindahan rumah (koleksi pribadi)

Kita ketahui bahwa sumberdaya yang paling penting dalam budidaya tanaman adalah air, karena faktor utama ini yang sangat dibutuhkan tanaman. Budidaya tanaman secara konvensional bukan merupakan pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, teknik budidaya ini menggunakan air yang terlalu boros dan air yang sudah digunakan tidak dapat dimanfaatkan kembali, begitu juga pemupukan selain tercuci oleh air, menguap dan hilang di dalam tanah yang menyebabkan tidak ramah lingkungan. Berbeda dengan Integrasi akuakultur dan hidroponik yang lebih dikenal dengan istilah akuaponik merupakan teknik yang digunakan hanya sedikit yang hilang disebabkan oleh penguapan serta dimanfaatkan tanaman, serta air tersebut dapat didaur ulang karena adanya sirkulasi air, sehingga sangat ramah lingkungan dan menunjang pertanian berkelanjutan begitu juga nutrisi yang digunakan.

Pembahasan

Akuaponik menggunakan desain sistem hidroponik untuk menanam tanaman. Ada tiga teknik akuaponik utama yang banyak digunakan di seluruh dunia; media bedengan, rakit apung atau deep water culture (DWC) dan teknik nutrisi film (NFT), Media bedengan memanfaatkan berbagai substrat dalam proses “pasang surut”, sedangkan pada sistem NFT (dalam lapisan air tipis) dan rakit/DWC (rakit terapung dalam tangki air besar) akar tanaman tumbuh langsung ke dalam air (Thorarinsdottir 2015).

Akuaponik merupakan perpaduan budidaya ikan dan tanaman dan siklus yang sama, kendala yang dihadapi dalam budidaya ini adalah tidaktahuan petani dalam melaksanakan kegiatan ini, kebanyakan yang gagal karena dari kolam, air langsung dialirkan ketanaman, jika demikian maka yang diserap tanaman bukan unsur hara tapi amoniak yang dihasilkan oleh ikan. Amonia ini tidak baik bagi ikan maupun tanaman, bagi ikan merupakan toksik insang dan sistem sarafnya yang menyebabkan kerusakan organ,

begitu juga tanaman amoniak tidak bisa diserap akar karena masih dalam bentuk NH_3 .

Menurut Wahyuningsih (2020) keberadaan amonia diperlukan dalam proses kimiawi perairan, namun dalam kondisi dan kadar tertentu dapat bersifat toksik bagi lingkungan perairan terutama pada sistem budidaya ikan. Manajemen amonia dalam kolam budidaya ikan menjadi terpenting setelah faktor pembatas utama yaitu oksigen terlarut. Hal ini perlu dilakukan untuk mencegah akumulasi amonia yang dapat mengarah pada efek toksik bagi ikan dalam sistem budidaya. Manajemen pemberian pakan dapat menjadi salah satu solusi efektif dalam menekan kadar amonia di perairan sehingga dapat meningkatkan persentase keberhasilan sistem budidaya ikan.

Untuk mengurangi anomia para pembudidaya ikan biasanya melakukan pengantian air sebanyak 25%, agar kandungan amonia didalam kolam, dengan cara ini tentu berdampak pemborosan penggunaan air dan tentunya tidak ramah lingkungan, mestinya air yang mengandung amonia tadi bisa dirubah menjadi nitrit dengan menggunakan filter dengan bantuan bakteri pengurai. Salah satu jenis bakteri pengurai yang dapat mengubah amonia menjadi nitrit adalah Nitrosomonas, bakteri ini bersifat anaerob, jadi diperlukan lingkungan yang tidak memiliki udara.

Untuk mendapatkan bakteri ini sangat mudah, cukup dibuatkan medianya berupa ember yang terhubung ke kolam ikan dan filter mekanis maka bakteri akan hadir dengan sendirinya atau bisa diberikan bakteri starter. Selain bakteri, cacing sutra juga dapat berkembang di area filter tersebut yang berfungsi sebagai pengurai sisa pakan dan feses dari ikan, tentunya hal ini sangat menguntungkan karena dapat menghasilkan pakan alami bagi ikan yang kita budidayakan.

Nitrit yang dihasilkan dari proses nitrifikasi (anomia menjadi nitrit) juga dalam konsertasi tinggi akan

mengganggu pertumbuhan ikan, karena kandungan nitrit yang tinggi dapat merusak sel-sel darah ikan dan menghambat oksigen, masalah pernapasan. ikan stres, penyakit, dan bahkan kematian pada ikan. Pada tanaman nitrit dapat mengganggu proses respirasi dan fotosintesis tanaman.

Menurut Octavia (2022) Nitrit adalah senyawa kimia dengan rumus kimia NO_2 . Nitrit adalah produk sampingan dari metabolisme ikan dan bakteri. Nitrit juga dapat terbentuk dari pembusukan bahan organik, seperti tanaman yang mati. Nitrit berbahaya bagi ikan dan tanaman. Nitrit dapat menyebabkan keracunan pada ikan, yang dapat menyebabkan kematian. Nitrit dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Nitrit dapat menghambat fotosintesis, yang merupakan proses yang digunakan tanaman untuk menghasilkan makanan. Nitrit juga dapat menyebabkan klorosis, yaitu kondisi di mana daun tanaman menjadi kuning karena kekurangan klorofil.



Gambar 10. Contoh rangkaian filtrasi untuk menghasilkan nitrat dari metabolisme ikan (koleksi pribadi)

Nitrit yang dihasilkan dari amonia dapat diubah menjadi nitrat, proses ini dibantu oleh jenis bakteri nitrobakter dan inilah hasil akhir yang diharapkan. Nitrat inilah yang dapat dimanfaatkan tanaman untuk pertumbuhan dan

perkembangan. Nitrobakter bersifat aerob (memerlukan oksigen dalam pertumbuhan dan perkembangbiakannya) yang berperan penting dalam ekosistem, karena bersifat aerob maka dibutuhkan aerator untuk mensuplai oksigen ke dalam ember filtrasi, jenis filter yang digunakan adalah jenis filter biologis. Ada beberapa jenis filter biologis, diantaranya adalah bioball, batu apung, karang jahe, batu zeolite dan banyak lagi jenis filter biologis lainnya.

Biofilter adalah hal yang penting dalam resirkulasi budidaya perikanan dan sistem akuaponik. Air diolah dengan mengubah amonia terlarut, suatu metabolit beracun yang dikeluarkan oleh ikan, menjadi nitrat yang tidak berbahaya. Konversi ini, yang dilakukan oleh bakteri menguntungkan, adalah alasan utama penghematan air yang sangat besar. Pembuangan/pengisian kembali air yang biasanya terjadi dalam sistem tradisional untuk menjaga konsentrasi amonia di bawah batas toksik bagi ikan. Terdapat tiga spesies bakteri nitrifikasi yang mengambil bagian dalam konversi: nitrosomonas mengubah amonium menjadi nitrit dan nitrobacter dan nitrospira mengubah nitrit menjadi nitrat. Bakteri ini secara alami terdapat di lingkungan kita. Mereka adalah autotrof aerobik yang sangat efektif menggunakan amonium dan nitrit sebagai sumber energi. Namun, mereka memerlukan permukaan untuk berkoloni, misalnya kerikil, batu apung dan/atau bahan plastik. Substrat bakteri ini harus memiliki luas permukaan yang tinggi. (Thorarinsdottir 2015).

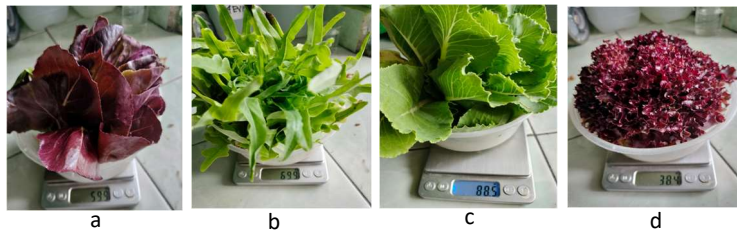
Nitrat yang dihasilkan dialirkan melalui pipa tempat tanaman dibudidayakan dan akan masuk lagi kembali ke dalam kolam ikan, dengan cara ini maka nitrat yang dibawah melalui air akan diserap oleh akar tanaman dan air akan kembali masuk ke kolam ikan dengan kadar nitrat yang sudah berkurang dan menghasilkan air yang bersih karena adanya penyaringan dari akar tanaman sehingga saling menguntungkan.

Serapan nitrogen oleh tanaman berperan penting dalam menghindari akumulasi NO_3^- dalam akuaponik. Penelitian ini menunjukkan bahwa spesies tanaman memiliki pengaruh signifikan terhadap transformasi nitrogen dalam akuaponik. karena jumlah bakteri nitrifikasi yang lebih tinggi, yang dikaitkan dengan luas permukaan akar yang lebih tinggi. Rasio konversi N_2O pada akuaponik (Zhen, 2015)

Beberapa keunggulan budidaya tanaman yang dibudidayakan dengan teknik akuaponik, misalnya tanaman yang dihasilkan kaya akan serat, kandungan air di dalam daun lebih sedikit dibanding dengan dibudidayakan dengan teknik lainnya, penggunaan air yang sangat hemat, tanpa pemupukan karena memanfaatkan metabolisme dari ikan, tidak mudah terserang hama dan penyakit serta nilai jual yang tentunya lebih tinggi karena murni tanaman organik.



Gambar 11. Hasil penelitian bersama mahasiswa berbagai jenis selada dengan teknik budidaya akuaponik (koleksi pribadi)



Gambar 12. Jenis selada berdasarkan berat tanaman tanpa akar : a. Butterhead (59,9 gram), b. Monde (69.9 gram), c. Romaine (88.4 gram) d. Selada merah (38,4 gram)

Beberapa hal yang menjadi kekurangan dengan teknik budidaya tanaman ini, misalnya investasi awal yang tentunya mahal dan masa panen yang sedikit terlambat dibanding dengan teknik budidaya lainnya.

Budidaya tanaman menggunakan teknik ini bukan hanya jenis selada saja, tapi dapat juga tanaman lainnya seperti sawi, seledri, tomat dan paprika dan tidak tertutup kemungkinan dapat ditanam dengan jenis tanaman lainnya.





Gambar 13. Jenis-jenis tanaman yang dapat dibudidayakan dengan menggunakan teknik budidaya akuaponik seperti a. Sawi, b. Seledri c. Paprika dan d. tomat (koleksi pribadi)

Simpulan

Teknik akuaponik merupakan solusi inovatif untuk pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan. Meskipun memiliki beberapa kendala, keunggulan seperti penggunaan air yang hemat dan hasil tanaman organik dapat menjadi nilai tambah yang signifikan. Dengan manajemen yang baik, akuaponik dapat menjadi alternatif yang menjanjikan dalam upaya memenuhi kebutuhan pangan secara berkelanjutan, apalagi ditunjang dengan pengguna energi terbarukan seperti panel surya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ragnheidur I. Thorarinsdottir. *Aquaponics Guidelines*, Haskolaprent, Reykjavik, Iceland, 63 Hal.
- Octavia, R. (2022). Kadar Amonia (NH₃), Nitrit (NO₂) dan Nitrat (NO₃) Pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Sistem Akuaponik Dengan Tanaman. Repository UNAIR.

Wahyuningsih, S dan A. M. Gitarama (2020). Amonia pada sistem budidaya ikan, Jurnal Ilmiah Indonesia. 5(2):23-30

Zhen H, J.W. Lee, K.Chandran, S. Kim, A.C. Brotto, S.K. Khanal (2015) Effect of plant species on nitrogen recovery in aquaponics, Bioresource Technology 188 (3):92-98

Biodata Singkat Penulis



M. Nur, SP, MP, sekarang berhikmat di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau dengan keahlian Urban farming hortikultura, pada program studi Agroteknologi saat ini menjabat sebagai sekretaris prodi Agroteknologi.



Ir. Ernita, MP, sekarang berhikmat di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau dengan keahlian tanaman hortikultura.

UPAYA PENINGKATAN KESEHATAN TANAH DENGAN PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK DALAM BINGKAI PERTANIAN BERKELANJUTAN

Tati Maharani
Universitas Islam Riau
tatimaharani@agr.uir.ac.id

Pendahuluan

Permasalahan penurunan kualitas lahan pertanian terutama kesehatan tanah (*soil health*), sebagai akibat dari kerusakan sifat fisik dan kimiawi tanah, saat ini menjadi suatu hal yang serius serta memunculkan kekhawatiran sekelompok masyarakat akan terjadinya ketidakberlanjutan produksi pertanian.

Pengertian kesehatan tanah adalah adanya proses penyesuaian dan penyatuan, serta proses untuk mencapai hasil yang ideal ataupun mengoptimalkan sifat tanah, dengan tujuan peningkatan produktivitas dan kualitas tanah, serta tanaman dan juga lingkungan (Riwandi, 2011). Salah satu kunci untuk menyelamatkan planet bumi dari beraneka ragam persoalan peradaban manusia, seperti krisis pangan, air dan energi, hilangnya keragaman hayati, rusaknya ekosistem, serta perubahan iklim tentunya, adalah tanah yang sehat.

Menurut Purwanto, Indradewa, Utami & Martono (2020) kerusakan fisik dan kimia tanah serta penurunan keragaman hayati, selain itu adanya kegiatan pengolahan tanah yang tidak benar dan proses panen, sehingga sering menyebabkan hilangnya unsur hara dan bahan organik lainnya pada tanah, merupakan penyebab – penyebab utama penurunan kesehatan tanah. Penurunan kesehatan tanah, kualitas dan produktivitas tanah, dapat juga disebabkan oleh kerusakan atau degradasi tanah.

Kesehatan tanah (*soil health*) merupakan salah satu muara dari pertanian berkelanjutan (*sustainable*

agriculture), disamping hal – hal yang berkaitan dengan meengoptimalkan akar hidup yang berkelanjutan, meminimalisir gangguan, mengoptimalkan penutup tanah, dan memaksimalkan keanekaragaman hayati.

Adanya interpretasi status akan kesehatan tanah yang lebih menyeluruh dapat mengarah pada pengelolaan tanah yang lebih baik, dapat diperbaharui (*regenerative*), dan berkelanjutan melalui strategi yang menyeluruh dan tidak terpisahkan, mampu menyesuaikan, dan berdasarkan kepada data (Moebius-Clune et al., 2016)

Berbagai penemuan dibidang teknologi budidaya pertanian, sebagai upaya pemulihan dan peningkatan kesehatan tanah melalui sistem pertanian berkelanjutan telah banyak diterapkan di berbagai daerah. Upaya pengelolaan tanah sehat dapat dilakukan dengan cara – cara seperti memperkecil keadaan yang dapat menyebabkan tanaman stres dan meminimalisir biota tanah yang merugikan, serta mengoptimalkan biota tanah yang menguntungkan, sehingga pada akhirnya tanah sehat juga memiliki peranan yang nyata dalam pengendalian hama terpadu (*integrated pest management*).

Salah satu upaya untuk mengembalikan kesehatan tanah dapat dilakukan dengan cara pemberian bahan organik. Pengertian bahan organik yang dikenal umum adalah merupakan bahan yang berasal dari jaringan tanaman maupun hewan yang sudah mati ataupun yang masih hidup, dan mengalami proses dekomposisi secara berkelanjutan. Sehingga benar adanya, jika bahan organik diartikan sebagai tumpukan sisa – sisa atau sampah tanaman yang telah mengalami pelapukan.

Pengaplikasian pupuk organik pada tanah merupakan contoh sederhana dari penerapan kegiatan pertanian berkelanjutan yang menggunakan bahan organik. Penggunaan bahan organik berupa pupuk organik akan lebih efektif dan efisien jika memperhatikan jenis tanah, jenis tanaman dan waktu pemanenan yang akan dilakukan.

Pertanyaan yang muncul adalah apa saja kontribusi pupuk organik dalam upaya peningkatan kesehatan tanah dalam bingkai pertanian berkelanjutan? Tulisan singkat ini diharapkan mampu menjawab kekhawatiran sekelompok masyarakat akan terjadinya ketidakberlanjutan produksi pertanian akibat adanya penurunan kesehatan tanah.

Pembahasan

Tanah adalah tubuh alam dengan selimut tipis atmosfer di atasnya, merupakan tempat manusia, hewan, dan tumbuhan hidup yang perlu dijaga. Tanah juga merupakan media tempat tumbuhnya tanaman. Tanaman memperoleh makanan dari dalam tanah untuk proses pertumbuhannya, oleh karenanya kesuburan tanaman tergantung pada kandungan unsur hara yang terdapat di dalam tanah.

Tanah yang sehat (*healthy soil*) merupakan tanah – tanah yang mempunyai tingkat kesuburan yang tinggi, dan merupakan tanah dengan kemampuan menyangga pertumbuhan tanaman dan aktivitas organisme tanah, yang sesuai dengan jenis tanah dan iklim tertentu, atau disebut juga sebagai tanah produktif. Selain itu menurut Purwanto, Indradewa, Utami & Martono (2020), tanah juga memainkan peran yang dominan dalam siklus biogeokimia dari air, C, N, Fe dan unsur lainnya, serta mempengaruhi daur dan komposisi senyawa dalam atmosfer dan hidrosfer. Oleh sebab itu, keberadaan tanah sebagai tubuh alam dan sumber daya perlu dijaga agar tetap sehat dan dapat menjalankan fungsinya secara berkelanjutan.

Permasalahan penurunan kualitas lahan pertanian terutama kesehatan tanah, sebagai akibat dari kerusakan sifat fisik dan kimiawi tanah, saat ini menjadi suatu hal yang serius serta memunculkan kekhawatiran sekelompok masyarakat akan terjadinya ketidakberlanjutan produksi pertanian.

Salah satu kunci untuk menyelamatkan planet bumi dari beraneka ragam persoalan peradaban manusia, seperti

krisis pangan, air dan energi, hilangnya keragaman hayati, rusaknya ekosistem, serta perubahan iklim tentunya, adalah tanah yang sehat (*healthy soil*).

Kesehatan tanah (*soil health*) merupakan salah satu muara dari pertanian berkelanjutan, disamping hal – hal yang berkaitan dengan mengoptimalkan akar hidup yang berkelanjutan, meminimalisir gangguan, mengoptimalkan penutup tanah, dan memaksimalkan keanekaragaman hayati.

Pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) berperan mengurangi eksploitasi sumber daya alam dan menjaga produktivitas dan kesuburan tanah. Salah satu pendekatan pertanian berkelanjutan yang menjanjikan untuk meningkatkan kesehatan tanah adalah penggunaan mineral yang mengandung nutrisi pupuk dalam bentuk alaminya (Desa Apps UGM, 2023).

Menurut Riwandi (2011) pengertian kesehatan tanah adalah adanya proses penyesuaian dan penyatuan, serta proses untuk mencapai hasil yang ideal ataupun mengoptimalkan sifat tanah, dengan tujuan peningkatan produktivitas dan kualitas tanah, serta tanaman dan juga lingkungan. Sifat tanah yang terukur dan dapat menunjukkan tanda bahwa tanah menjalankan fungsinya atau tidak, dikenal sebagai pengertian dari indikator kinerja tanah. Kesehatan tanah itu sendiri tidak dapat langsung diukur dengan menggunakan indikator kinerja tanah.

Selanjutnya menurut Riwandi (2010) jika tanah memiliki ciri – ciri (1). mudah diolah, (2). Memiliki cekungan tanah yang cukup dalam, (3). kandungan unsur hara yang cukup, dan tidak berlebihan, (4). minimal dalam populasi hama dan penyakit tanaman, (5). tata air (*drainase*) sangat baik, (6). maksimal dalam populasi organisme tanah yang menguntungkan, (7). jumlah gulma sangat kecil, serta (8). terbebas dari bahan kimiawi dan racun (toksin), maka tanah dikatakan sehat.

Mengingat ketersediaan informasi tentang data kesehatan tanah untuk kepentingan konservasi tanah dan air merupakan hal yang langka, maka penilaian secara mandiri menjadi hal yang sangat penting dalam hal ini. Melakukan identifikasi kesehatan tanah dapat dilakukan menggunakan dasar indikator kinerja tanah. Kriteria penilaian indikator kinerja tanah di lapangan dan pemberian nilai (Bierman, 2007).

Penurunan kesehatan tanah, kualitas tanah dan produktivitas tanah dapat disebabkan oleh degradasi tanah. Hal ini disebabkan sejak tahun 1980, akibat dorongan dari revolusi hijau, Indonesia menerapkan pertanian intensif yang hanya berbasis pupuk anorganik (kimiaawi). Kita juga jarang mengembalikan biomassa ke lahan. Akibatnya tanah menjadi “sakit” dengan indikator C-organik rendah. Keberlanjutan kesehatan tanah terjamin apabila fungsi tanah dapat berjalan lancar. Konservasi tanah dan air juga mempunyai peranan penting dalam menjaga fungsi tanah agar tetap sehat.

Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) Kementerian Pertanian *dalam* Desa Apps UGM (2022) menginformasikan bahwa saat ini tanah – tanah pertanian berada dalam kondisi “sakit”, dengan kadar C-organik dibawah 2%. Sehingga tingkat kesuburannya menurun dan berdampak pada produktivitas hasil pertanian.

Kegiatan pengolahan tanah yang tidak benar dan adanya proses panen sering menjadi faktor penyebab unsur hara dan bahan organik lainnya hilang pada tanah. Salah satu upaya untuk memulihkannya kembali, dapat diupayakan dengan pemberian bahan organik ke dalam tanah. Pengertian bahan organik yang dikenal umum adalah merupakan bahan yang berasal dari jaringan tanaman maupun hewan yang sudah mati ataupun yang masih hidup, dan mengalami proses dekomposisi secara berkelanjutan. Sehingga benar adanya, jika bahan organik diartikan

sebagai tumpukan sisa – sisa atau sampah tanaman yang telah mengalami pelapukan.

Kemampuan lahan dalam memproduksi tanaman atau produktivitas lahan, dapat kembali normal apabila tanah disehatkan lagi dengan meningkatkan kadar karbon organik (C-organik). Caranya dengan mengembalikan sebanyak mungkin biomassa ke tanah, dan praktiknya adalah melalui pemberian pupuk organik. Sehingga dengan teknik tersebut, kerusakan atau degradasi lahan dapat dicegah. Serta produktivitas lahan pun dapat kembali meningkat apabila kadar C-organik tanah meningkat.

Eksistensi karbon organik (C-organik) di dalam tanah sangat penting untuk mendukung budidaya tanaman, oleh karenanya ketersediaannya harus dikelola dengan baik dan bijak. Berbagai cara dapat dilakukan untuk penambahan atau peningkatan karbon organik. Ada 4 (empat) pendekatan utama yang dikemukakan oleh Widjaja (2002) untuk mengklasifikasikan peningkatan karbon dalam tanah, yaitu: 1). meminimalisir intensitas dalam mengolah tanah, 2). melakukan intensifikasi dalam sistem budidaya tanaman, 3). mengadopsi tata cara peningkatan hasil, contohnya melakukan pembaharuan pada teknik pemupukan, dan 4). menggunakan tanaman – tanaman tahunan. Jika dilihat dari keempat tata cara tersebut, upaya yang sangat memungkinkan diimplementasikan dalam kegiatan budidaya tanaman adalah menerapkan perbaikan sistem pemupukan.

Salah satu kegiatan yang penting dalam budidaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman adalah pemupukan. Tujuan dari pemberian pupuk ke dalam tanah untuk menambah atau mempertahankan kesuburan tanah. Kesuburan tanah itu sendiri dinilai berdasarkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah, baik hara makro maupun hara mikro secara berkecukupan dan juga berimbang. Pemberian pupuk ke dalam tanah akan memberikan dampak penambahan satu atau lebih unsur

hara tanah, dan hal ini akan ikut mengubah keseimbangan hara lainnya (Bustami, Sufardi, dan Bakhtiar, 2012).

Pemupukan dengan cara memberikan pupuk dengan kandungan bahan kimia di dalamnya, memang dinilai memberikan reaksi lebih cepat, tetapi ternyata ada dampak negatif yang ditimbulkan, misalnya saja menyebabkan lahan pertanian menjadi rusak karena residu pupuk kimia yang tertinggal di dalam tanah. Salah satu alternatif dalam mensiasati masalah tersebut adalah dengan pemanfaatan pupuk hayati dan pupuk organik. Penggunaan bahan organik berupa pupuk organik akan lebih efektif dan efisien jika memperhatikan jenis tanah, jenis tanaman dan waktu pemanenan yang akan dilakukan. Disamping itu, jenis tanah juga akan sangat memberikan pengaruh terhadap tumbuh kembang tanaman.

Sama halnya seperti bahan makanan kimia yang berbahaya untuk tubuh, penggunaan pupuk dengan kandungan bahan kimia sekarang juga mulai dihindari karena memiliki dampak negatif jangka panjang terhadap tanaman. Karena hal tersebut, saat ini sudah banyak yang mulai melirik kembali penggunaan bahan organik berupa pupuk organik sebagai upaya peningkatan kesehatan pada media tanam.

Bahan organik berupa pupuk organik yang diaplikasikan secara langsung ke dalam tanah akan memperbaiki sifat biologi tanah. Pupuk organik merupakan sumber energi dan juga sumber hara bagi organisme yang ada di dalam tanah. Dengan demikian, pengaplikasian pupuk organik akan meningkatkan jumlah individu dan jenis, serta aktivitas organisme tanah. Bahkan, dengan pengaplikasian pupuk organik pada tanah mineral mampu meningkatkan keanekaragaman hayati tanah.

Saat ini banyak pupuk organik tersedia dalam berbagai, sehingga memudahkan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Penggunaan bahan organik berupa pupuk organik harus memperhatikan aspek kesesuaian dengan

jenis tanaman, sifat fisik berupa tekstur tanah dan kondisi lingkungan. Hal ini disebabkan oleh karena pupuk jenis ini terdapat dalam berbagai bentuk. Menurut Desa Apps UGM (2023), ada 5 (lima) perbedaan jenis pupuk organik, sebagai berikut:

1. Pupuk Kompos, merupakan hasil dekomposisi bahan organik, berupa sisa tanaman dan hewan yang sudah terdekomposisi oleh organisme yang berperan sebagai dekomposer. Penggunaan pupuk organik kompos biasanya adalah sebagai campuran yang diberikan ke dalam tanah dengan tujuan memperbaiki sifat - sifat tanah yaitu fisika, biologi dan kimia.
2. Pupuk Kandang dihasilkan dari kotoran hewan yang ditanakkan seperti sapi, kambing, kerbau, ayam hingga bebek. Penggunaan pupuk kandang ini setelah didiamkan beberapa saat sehingga menjadi matang/dingin, untuk selanjutnya dijadikan media dasar sebelum dilakukan penanaman yang berfungsi memperbaiki sifat tanah.
3. Pupuk Hayati Organik merupakan pupuk yang mengandung mikroorganisme bermanfaat, dan juga mempunyai kemampuan menyediakan nutrisi untuk tanaman serta meningkatkan kesehatan tanah. Peran dan fungsi pupuk hayati terhadap tanaman adalah dengan sistematis mampu menyediakan Nitrogen dan melarutkan fosfor serta melakukan sintesis enzim - enzim yang diperlukan.
4. Pupuk Hijau merupakan pupuk organik yang dihasilkan dari sisa tanaman yang dapat langsung ditanamkan ke dalam tanah. Pupuk hijau umumnya diproduksi secara alami dari jenis tanaman kacang - kacangan atau tanaman - tanaman air yang mudah terurai dan diserahkan oleh tanaman. Pupuk ini tidak memerlukan proses pengolahan.
5. Humus merupakan hasil dekomposisi berbagai jenis bahan organik yang terjadi secara alamiah di dalam

tanah. Humus merupakan jenis tanah yang memiliki tingkat kesuburan yang tinggi dan juga kandungan nutrisi dan unsur hara yang sangat berlebih untuk tanaman. Humus memiliki ciri – ciri fisik, diantaranya memiliki warna gelap dan tekstur yang gembur.

Kelebihan yang terdapat pada pupuk organik adalah memiliki sifat yang mampu memberikan perbaikan terhadap sifat fisik dan kimia, serta biologi tanah. Sebaliknya fakta di lapangan, penggunaan pupuk organik memerlukan jumlah dalam skala yang sangat besar. Sedangkan kelebihan pupuk anorganik adalah lebih mudah terdekomposisi dan dapat diserap langsung oleh tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman akan menjadi subur. Namun pada pupuk non organik terdapat beberapa kelemahan yaitu tidak mampu mengatasi permasalahan kerusakan fisik, kimia, dan biologi pada tanah, jika pemberian pupuk dilakukan pada waktu yang tidak tepat dan dosis berlebihan dapat menyebabkan pencemaran pada lingkungan, harganya lumayan agak mahal (Purnomo, Santoso & Heddy, 2013).

Kegiatan pembuatan kompos, dimana terjadi proses penguraian biomassa yang dapat dikendalikan dengan baik merupakan kunci menghasilkan pupuk organik yang bermutu. Dengan adanya kemajuan teknologi dibidang pertanian khususnya pembuatan pupuk organik, diharapkan petani dapat menggabungkan penggunaan pupuk organik dan anorganik. Telah diketahui secara umum bahwa teknologi dalam hal menghasilkan pupuk organik sudah dikuasai oleh para periset dan petani maju di Indonesia. Selanjutnya yang menjadi tugas kita adalah menyebarkan informasi penemuan teknologi tersebut kepada para petani secara maksimal dan seluas – luasnya. Adapun tujuannya adalah agar setiap petani mampu mengupayakan kesehatan tanahnya masing – masing.

Faktanya, penggunaan bahan organik dalam hal ini pupuk organik adalah tren yang menjanjikan dalam

pertanian berkelanjutan. Pupuk organik tidak hanya membantu mengurangi dampak negatif pupuk kimia terhadap tanah dan lingkungan tetapi juga meningkatkan kesehatan tanah dan pertumbuhan tanaman. Fakta – fakta inilah yang menjadi penyebab perlunya meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya memanfaatkan potensi pupuk organik ini, dan menerapkannya dalam praktik pertanian masa depan. Dengan demikian, kita dapat mencapai pertanian yang lebih berkelanjutan dan menjaga keberlanjutan sistem pertanian modern.

Simpulan

1. Pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) berperan mengurangi eksploitasi sumber daya alam dan menjaga serta meningkatkan kesehatan, kualitas dan produktivitas tanah. Salah satu upaya yang ditawarkan adalah penggunaan mineral yang mengandung nutrisi pupuk dalam bentuk alaminya, yaitu dengan penggunaan bahan organik.
2. Penggunaan bahan organik dalam hal ini pupuk organik adalah tren yang sangat menjanjikan dalam pertanian berkelanjutan itu sendiri. Fenomena ini tidak hanya membantu mengurangi dampak negatif penggunaan pupuk kimia terhadap tanah dan lingkungan, tetapi juga mampu meningkatkan kesehatan tanah (*soil health*) dan pertumbuhan tanaman.
3. Fakta – fakta inilah yang menjadi penyebab perlunya meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya memanfaatkan potensi pupuk organik, dan menerapkannya dalam praktik pertanian masa depan. Sehingga pada akhirnya, produksi pertanian yang lebih berkelanjutan dan menjaga keberlanjutan sistem pertanian modern, tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

Bierman, P. (2007). Ohio Soil Health Card. Centers at

Piketon, Ohio State Univ. <http://www.ag.ohio-state.edu/-pre> October 5, 2010

- Bustami, Sufardi, dan Bakhtiar (2012). Serapan Hara dan Efisiensi Pemupukan Phosfat serta Pertumbuhan Padi Varietas Lokal. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan* 1 (2): 159–70.
- Desa Apps UGM (2022). Balitbangtan: Perlu Pupuk Organik untuk Kembalikan Tanah Menjadi Sehat. Retrieved December 8th, 2023, from Instagram [desaapps.ugm](#), November 11th 2022
- Desa Apps UGM (2023). Yuk Kenali 5 Perbedaan Jenis Pupuk Organik untuk Tanaman. Retrieved December 8th, 2023, from Instagram [desaapps.ugm](#), April 4th 2023
- Desa Apps UGM (2023). Tren saat ini dan perspektif masa depan pupuk mineral bio-organik untuk pertanian berkelanjutan. Retrieved December 20th, 2023, from Instagram [desaapps.ugm](#), December 8th, 2023
- Moebius-Clune, B. N., D. J. Moebius-Clune, B. K. Gugino, O. J. Idowu, R. R. Schindelbeck, A. J. Ristow, H. M. van Es, J. E. Thies, H. A. Shayler, M. B. McBride, D. W. Wolfe, and G. S. Abawi (2016). *Comprehensive Assessment of Soil Health*, Third Edition. New York: Cornell University
- Purnomo, R., M. Santoso, dan S. Heddy (2013). Pengaruh Berbagai Macam Pupuk Organik dan Anorganik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol. 1, No. 3. Hal: 93-100.

- Purwanto, B. H., Indradewa, D., Utami, S. N. H., Martono, E., Tim Dosen Faperta UGM. (2020). *Pertanian Organik Solusi Pertanian Berkelanjutan*. Yogyakarta: Lily Publisher
- Riwandi (2010). Identifikasi dan Interpretasi Indikator Kesehatan Tanah. Makalah Seminar Nasional dan Kongres Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia (MKTI) tanggal 24-25 Nopember 2010, Jambi. Retrieved December 22nd, 2023, from https://repository.unib.ac.id/144/1/Kum_b11_Riwandi.pdf
- Riwandi (2011). *Metode Cepat Penilaian Kesehatan Tanah dengan Indikator Kinerja Tanah*. In: Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian, 23-25 Mei 2011, Palembang. Retrieved December 21st, 2023, from <https://repository.unib.ac.id/145/>
- Widjaja, H. (2002). Penyimpanan Karbon Dalam Tanah Alternatif *Carbon Sink* dari Pertanian Konservasi. Makalah Pengantar Falsafah Sains Program Pascasarjana/S3 Institut Pertanian Bogor. Retrieved December 22nd, 2023, from https://www.rudyc.com/PPS702-ipb/04212/hermanu_w.htm

Biodata Singkat Penulis

Tati Maharani, S.P., M.P., lahir di Kisaran, Sumatera Utara tahun 1979. Pada bulan Januari 2002 lulus Sarjana Pertanian (S.1) di Fakultas Pertanian Universitas Riau, dan menyelesaikan Program Magister (S.2) Agronomi di Program Pascasarjana Universitas Islam Riau pada tahun 2019. Profesi sebagai Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian

Universitas Islam Riau dimulai pada tahun 2020. Di Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, mengampu mata kuliah *Dasar – Dasar Ilmu Tanah* pada Program Studi Agroteknologi dan Agribisnis, serta mata kuliah *Teknologi Kesuburan Tanah* dan *Sistem Pertanian Berkelanjutan* pada Program Studi Agroteknologi.

PENGEMBANGAN SISTEM SAWAH TERAPUNG DI DAERAH RAWAN BANJIR UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN

Oleh **T. Edy Sabli**

Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Pekanbaru

E mail: edysabli@agr.uir.ac.id

Pendahuluan

Pertanian berkelanjutan adalah upaya pengelolaan sumber daya alam yang berhasil untuk usaha-usaha pertanian dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup manusia, dan mempertahankan serta meningkatkan kualitas lingkungan dan melestarikan sumber daya alam. Konsep pertanian berkelanjutan berpijak pada tiga pilar utama yang seimbang yakni ekonomi, sosial, dan ekologi. Yang menjadi indikator utama dalam dimensi ekonomi ialah tingkat efisiensi, dan daya saing juga besaran dan pertumbuhan nilai tambah termasuk laba, serta stabilitas ekonomi. Sedangkan dari segi dimensi sosial adalah berorientasi kerakyatan, menyangkut kebutuhan dan hajat hidup orang banyak menuju kesejahteraan sosial, kehidupan yang harmonis serta preservasi keragaman budaya. Sementara dari sisi dimensi lingkungan alam, menekankan pada stabilitas ekosistem alam sekitar, mencakup keragaman hayati, sumber daya genetik, sumber daya air dan agroklimat, sumber daya tanah, kesehatan dan kenyamanan lingkungan.

Kebutuhan beras di Indonesia semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Di sisi lain, terjadi penurunan luas sawah yang signifikan sejak tahun 2017 dengan tingkat penurunan mencapai angka 5,4% atau setara 440.000 ha rerata setiap tahun akibat alih fungsi menjadi lahan non sawah. Di sisi lain produksi padi ternyata juga mengalami penurunan berdasarkan angka produktivitas yang melandai hanya 5.00-5.36 ton/ha sejak

tahun 2010-2020. Untuk memenuhi kecukupan beras, diperlukan strategi peningkatan padi (*Oryza sativa* L.) secara nasional. Salah satu wilayah yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah wilayah perairan, terutama perairan air tawar. Dari 2.830.540 ha luas perairan air tawar di Indonesia, termasuk sungai, danau, waduk, dan sejenisnya, pemanfaatannya melalui budidaya perikanan hanya 10%. Sementara itu, dari 13,28 juta ha lahan rawa lebak di Indonesia, 68,6% merupakan lebak tengahan dan lebak dalam dimana intensitas dan durasi kondisi terendam air cukup panjang dan dalam.

Gunadi (2002), mengemukakan bahwa sebagai negara kepulauan, jumlah pulau di Indonesia sekitar 17.508 pulau, mempunyai wilayah pantai yang cukup luas dengan berbagai manfaat bagi kehidupan, termasuk untuk budidaya pertanian. Mengingat luasnya lahan kawasan pantai di Indonesia, perlu ada pemikiran yang jitu dalam memanfaatkan lahan kawasan pantai bagi usaha budidaya pertanian dengan segala konsekuensi agar keterbatasannya dapat teratasi dengan input teknologi. Salah satu teknologi yang layak dikembangkan di wilayah rawan banjir adalah sistem sawah terapung.

Lahan Basah

Lahan basah merupakan salah satu wilayah terbesar di permukaan bumi. Lahan basah adalah wilayah dimana tanahnya jenuh dengan udara baik bersifat permanen maupun musiman. Sebagian atau seluruhnya tergenangi oleh lapisan air yang dangkal. Golongan lahan basah ini merupakan daerah rawan banjir. Berdasarkan Konvensi Ramsar Tahun 1971 lahan basah didefinisikan sebagai kawasan rawa, lahan gambut atau perairan, baik alami maupun buatan, yang bersifat permanen atau sementara, dengan air diam atau mengalir, tawar payau atau asin, termasuk wilayah perairan laut yang kedalamannya pada saat air surut tidak melebihi enam

meter. Lahan basah juga mencakup zona tepi sungai dan pesisir yang berdekatan dengan lahan basah, dan pulau-pilau atau badan air laut yang kedalamannya lebih dari enam meter saat air surut. Berbeda dengan perairan pada umumnya, lahan basah ditandai dengan tinggi permukaan air yang dangkal, dekat dengan permukaan tanah, dan ditumbuhi tumbuhan yang khas. Lahan basah alami meliputi rawa air tawar, hutan bakau, rawa gambut, paya, riparian (tepi sungai). Lahan basah buatan meliputi sawah, saluran irigasi, dan kolam.

Jenis lahan basah diantaranya adalah lahan gambut. Lahan gambut menjadi wilayah lahan basah yang krusial karena mampu menyerap air hujan, memasok air bersih untuk kebutuhan lingkungan di sekitarnya dan mencegah banjir. Mengaplikasikan sistem sawah terapung di lahan gambut termasuk upaya untuk memanfaatkan lahan gambut secara berkelanjutan dengan tidak merubah fungsi hidrologisnya. Kawasan rawa juga termasuk jenis lahan basah yang wilayahnya selalu tergenang air sepanjang tahun dengan ketinggian air yang tidak menentu, terkadang dangkal, kadang tinggi dan cukup dalam. Kawasan rawa terbagi menjadi dua, yaitu rawa air tawar dan rawa air asin, karena itu untuk menerapkan sistem sawah terapung di rawa air asin sebaiknya ditanam dengan varitas padi yang toleran terhadap salinitas tinggi. Saat ini banyak kawasan rawa yang telah beralih fungsi. Hutan bakau menjadi salah satu jenis lahan basah yang merupakan suatu ekosistem dengan kompleksitas yang tinggi karena menjadi rumah untuk tempat hidup beragam flora dan fauna, tempat menampung karbon, mengurangi abrasi pantai, dan menghambat banjir rob di kawasan pesisir. Selain itu, hutan bakau juga menjadi penahan dari pasang surut air laut dan pemecah ombak bahkan gelombang besar Tsunami. Lahan basah yang lain adalah lahan basah mineral yang kerap dijumpai di pinggiran sungai terutama wilayah perairan yang mengalami pembentukan delta. Lahan basah

dataran tinggi merupakan kawasan dengan kemampuan untuk menyimpan air dengan baik. Berikutnya adalah kawasan riparian menjadi peralihan antara daerah sungai dengan daratan memiliki fungsi diantaranya sebagai habitat untuk kehidupan beragam fauna, mencegah erosi di tepian sungai dan menjaga kualitas air sungai.

Ada tiga jenis sawah, yaitu sawah tadah hujan, sawah irigasi dan sawah lebak. Sawah pasang surut adalah sawah yang dipengaruhi oleh pasang surutnya air laut atau air sungai dan lokasinya berada di sekitar muara sungai dan rawa atau dekat dengan laut. Pengembangan sawah di daerah pasang surut menghadapi kendala utama agrofisik lahan dan lingkugan, seperti lapisan pirit dan dangkal, gambut tebal, mentah dan bersifat hidrofob, cekaman air dan instrusi air laut, serta serangan hama dan penyakit tanaman. Selain aspek teknis juga aspek non teknis yang menjadi penghambat pengembangan pertanian di lahan pasang surut, seperti kurangnya dukungan fasilitas transportasi jalan, kelembagaan petani, penyuluhan dan sarana produksi, dan kelembagaan keuangan (Khairullah dan Saleh, 2020).

Banjir Sebagai Pembatas Produktivitas

Peristiwa banjir adalah ketika melimpahnya air (sungai atau laut) yang meluap ke daratan yang biasanya kering. Faktor penyebab banjir yang pertama adalah faktor alam, yaitu kondisi alam yang sulit dan bahkan tidak mungkin dikendalikan oleh manusia diantaranya seperti curah hujan dengan intensitas tinggi, anomali cuaca La Nina, yaitu meningkatnya curah hujan berkepanjangan di wilayah Pasifik Ekuatorial Barat, membuat cuaca pada musim kemarau Indonesia, menjadi lebih basah. Menurut Taufik dan Rahman (2019), curah hujan yang tinggi merupakan fenomena yang sudah biasa mengingat lokasi Indonesia yang berada di daerah tropis. Banjir kiriman akibat hujan lebat di daerah atas, menyebabkan aliran sungai di daerah

bawah ikut meluap. Erosi atau pengikisan tanah di sepanjang daerah aliran sungai menyebabkan tanah mengendap di dasar sungai, sehingga daya tampung dan daya dukung sungai menurun. Banjir besar berupa Tsunami terjadi akibat gempa bumi maupun pergeseran lempeng bumi. Saat bencana Tsunami, air laut bisa meluap dengan cepat dan merusak kawasan pesisir. Topografi daerah rawan banjir berada di dataran rendah, hal ini sesuai dengan sifat air yang mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah. Selain faktor alam, faktor kedua adalah masalah sarana dan prasarana yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya, seperti saluran pembuangan air yang sempit atau tersumbat, terjadinya pendangkalan sungai, minimnya daerah resapan air, kurangnya ruang terbuka hijau atau taman hutan kota dan berkembangnya bangunan yang tidak menyerap air.

Faktor ketiga adalah akibat ulah manusia, seperti penebangan hutan, alih fungsi lahan rawa, dan perilaku membuang sampah ke saluran air, sungai atau laut. Pencemaran badan air adalah peristiwa masuk atau dimasukkannya unsur hara atau bahan organik yang berlebihan ke badan air seperti sungai, waduk, kolam dan lain sebagainya sehingga berada pada kondisi terlewat subur atau eutrofikasi, secara bertahap mengalami peningkatan kadar mineral dan nutrien, terutama nitrogen dan fosfor, akan menyebabkan terjadinya peningkatan produktivitas fitoplankton, permukaan badan air justru tertutupi oleh gulma air sehingga aliran air terhambat.

Keberadaan bangunan di tepi sungai juga bisa mengurangi kapasitas sungai dan mengurangi daerah resapan air. Karena itu, pemukiman yang sudah terlanjur berada di bantaran sungai hendaknya ditata sedemikian rupa sehingga tidak merusak badan air, misalnya dengan konsep kota berlamai air (*waterfront city*), rumah tidak boleh membelakangi tetapi justru harus menghadap sungai. Menjadikan sungai sebagai halaman depan yang mesti terus

dijaga kebersihannya dan bukan dijadikan sebagai tempat pembuangan sampah domestik.

Ada beberapa jenis banjir, diantaranya banjir luapan sungai yang terjadi ketika debit sungai melewati batas normalnya. Banjir rob atau luapan laut disebabkan naiknya permukaan laut biasanya akibat angin badai, gelombang pasang, atau akibat kerusakan ekosistem pesisir. Banjir genangan yang terjadi ketika air menggenangi daratan rendah akibat hujan lebat berkepanjangan, dan banjir bandang yang sangat deras dan mendadak, biasanya disertai longsor yang merusak segalanya di jalur alirnya. Berdasarkan Data Informasi Bencana Indonesia, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (DIBI-BNPB, 2023), setiap tahun bencana alam terjadi di berbagai tempat di wilayah Indonesia. Terdapat lebih dari 1.800 kejadian bencana pada periode Tahun 2005 hingga 2015 dan lebih dari 78% (11.648) kejadian merupakan bencana hidrometeorologi sedangkan hanya sekitar 22% (3.810) yang merupakan bencana geologi. Menurut Amri dkk. (2016), kejadian bencana hidrometeorologi merupakan kelompok kejadian bencana banjir, gelombang ekstrim, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan, dan cuaca ekstrim. Selama musim tanam periode Januari hingga Maret 2023 terdapat 113.000 ha lahan terdampak banjir. Dari total luas tersebut, 48.000 ha lahan tersebar di 136 kabupaten/kota di 20 provinsi mengalami gagal panen atau puso, jika ditotal, maka kerugian diperkirakan mencapai Rp 412 miliar dan sedikitnya ada 57.053 petani yang lahannya terdampak banjir dan gagal panen.

Sistem Sawah Terapung

Sistem sawah terapung merupakan teknik budidaya padi di suatu media yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat mengapung apabila tergenang, misalnya dengan menggunakan rakit yang terbuat dari bambu, paralon, drum, galon, sterofoam, atau sejenisnya. Sawah

terapung ini akan bergerak naik dan turun mengikuti tinggi genangan air sehingga tanaman tidak terendam. Pada dasarnya teknologi budidaya padi di sawah terapung sama seperti budidaya padi di sawah, hanya saja implementasinya budidaya ini dilakukan pada lahan tergenang dan rawan banjir seperti di lahan basah. Prinsip utama sistem sawah terapung adalah menjaga dan mempertahankan bagian atas patang padi, khususnya ujung titik tumbuh padi tetap berada di permukaan air akibat banjir. Hal ini penting untuk mempertahankan suplai oksigen ke bagian akar padi melalui aerenchym. Pembuluh yang berada di tengah batang padi menghubungkan ujung titik tumbuh dengan akar yang menyebabkan akar tetap bisa bernafas walaupun dalam kondisi terendam air. Selain itu media hendaknya cukup menyuplai kebutuhan unsur hara bagi tanaman, namun media juga hendaknya jangan terlalu berat yang dapat menyebabkan rakit tenggelam. Biasanya media menggunakan jerami atau gulma kering dicampur tanah dan pupuk organik dengan ketebalan sekitar 5 cm. Penggunaan pupuk berimbang NPK dalam bentuk cair untuk disemprotkan di daun padi akan membantu pertumbuhan dan produksi padi. Salah satu keuntungan sistem sawah terapung adalah biasanya gulma tidak banyak tumbuh. Meskipun demikian pengendalian hama dan penyakit tetap penting dilakukan sehingga kehorganisme pengganggu tanaman seperti hama keong, wereng, belalang dan burung perlu diantisipasi sejak dini.

Hamparan bambu atau gabus berukuran 2 meter x 2 meter bisa digunakan untuk 286 cup atau gelas plastik berukuran 10 inci, bagian samping gelas dilubangi agar air bisa masuk ke dalam gelas. Proses budidaya padi sawah terapung dimulai dengan penanaman bibit padi pada umur 21 hari setelah sebar dengan 2-3 bibit per lubang tanam, atau cukup 1 bibit per lubang tanam. Pupuk N, P, dan K diberikan sesuai dosis rekomendasi perangkat uji tanah sawah (PUTS) sesuai asal tanah yang digunakan pada media

rakit. Pupuk N, P, dan K diaplikasikan dalam dua tahap yakni: pada umur 7-10 hari setelah tanam dengan menggunakan 50% pupuk N + 100% pupuk P dan pada umur 49-55 hst menjelang pembungaan dengan pemberian 50% pupuk N + 100% pupuk K. Berdasarkan uji coba yang dilakukan oleh Balai Penelitian Tanaman Padi (BB Padi) penggunaan media tanam tanpa tanah lebih mudah dilakukan, yaitu dengan menggunakan media pakis cacah, pupuk kandang, dan sabut kelapa dengan perbandingan 1:1:1. serta menggunakan varietas Cakrabuana dan Inpara 10 menunjukkan produktivitas yang optimal dengan menggunakan teknologi sawah terapung, ternyata mampu mendapatkan hasil 1,52 kg/ 2 m² rakit unit atau dengan konversi hasil 7,62 ton/ha. Perkiraan hasil ini bahkan sedikit lebih tinggi berdasarkan deskripsi varietas Cakrabuana yakni 7,5 ton/ha. Hasil panen pada varietas Inpara 10 yang berdasarkan deskripsi mampu menghasilkan gabah 5.0 ton/ha, pada budidaya secara terapung dapat menghasilkan gabah 0,86 kg/ 2 m² rakit unit atau 4,2 ton/ha atau berkisar 84% dari rerata hasil pada deskripsi varietas (Anonimus, 2022).

Melalui penerapan teknologi sistem sawah terapung ini diharapkan petani masih tetap dapat tetap berproduksi dan mendapatkan penghasilan yang memadai meskipun daerahnya dilanda bencana banjir. Teknologi ini bisa menjadi upaya untuk dapat memecahkan masalah terutama mengantisipasi perubahan iklim global, khususnya untuk mengantisipasi fenomena La Nina yang sering menyebabkan curah hujan tinggi berkepanjangan sehingga terjadi banjir dan petani gagal panen karena sawahnya terendam air.

Kelebihan sistem sawah terapung adalah tidak membutuhkan penyiraman air dan saluran irigasi, tidak membutuhkan traktor untuk membajak lahan, memmanfaatkan lahan tidur atau lahan marginal, dan bebas dari ancaman kekeringan dan banjir. Sedangkan

kelemahannya adalah biaya pembuatan rakit dan media apung pada awal tanam dan petani masih menganggap bahwa teknologi sistem sawah terapung mahal dan merepotkan.

Sistem sawah terapung dapat pula diterapkan dengan metode SRI (System of Rice Intensification). Metode SRI adalah teknik atau sistem budidaya padi yang mampu meningkatkan produktivitas padi dengan cara mengubah pengelolaan tanaman, tanah, air, dan unsur hara. Unsur potensi dalam tanaman padi dikembangkan dengan cara memberikan kondisi yang sesuai dengan pertumbuhannya. Secara keseluruhan, metode SRI memberikan hasil lebih baik, dalam arti lebih produktif (tanaman lebih tinggi, anakan lebih banyak, malai lebih panjang, dan bulir lebih berat), lebih sehat (tanaman lebih tahan hama dan penyakit), lebih kuat (tanaman lebih tegar) lebih menguntungkan (biaya produksi lebih rendah). Metode ini pertama kali ditemukan secara tidak sengaja di Madagascar antara Tahun 1983 sampai 1984 oleh biarawan Yeswit asal Perancis bernama FR. Henri de laulani, S.J. Model SRI telah diuji di berbagai negara di kawasan Asia seperti India, Bangladesh, dan Srilangka, disamping di kawasan Asia tenggara seperti Filipina, dan Vietnam serta di Cina daratan dengan hasil yang positif (Anonimus, 2022). Sampai dengan Tahun 2006, metode SRI telah berkembang di 36 negara termasuk di Indonesia. Ujicoba metode SRI di Indonesia pertama dilaksanakan oleh Lembaga Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Sukamandi, Jawa Barat Tahun 1999 dengan hasil 6,2 ton/ha pada musim kemarau dan rerata 8,2 ton/ha pada musim penghujan.

Sistem SRI memiliki keunggulan untuk diterapkan dibandingkan dengan sistem konvensional. Adapun kelebihan usahatani metode SRI dibandingkan sistem konvensional diantaranya adalah kebutuhan benih hanya 5-7 kg/ha, umur dipersemaian 7-10 hari setelah tanam (HSS), jumlah bibit per lubang 1 bibit, pemupukan mengutamakan

pupuk organik rendemen hasil 60-70%, produktivitas 10 ton/ha, sementara sistem konvensional kebutuhan benih 30-40 kg/ha, umur dipersemaian 20-30 HSS, jumlah bibit per lubang rerata 5 bibit, pemupukan mengutamakan pupuk kimia, rendemen hasil 50-60% dan produktivitas hanya 5 ton/ha. Budidaya padi metode SRI mampu meningkatkan hasil dibanding budidaya konvensional. Peningkatan hasil padi berkisar antara 40%. (Balai Besar Wilayah Sungai Citarum, 2011).



Gambar 14. Sistem Sawah Terapung di Kalimantan
(Foto: <https://kalimantanpost.com> dan <https://indonesia.wetlands.org>)

Toleransi Padi Terhadap Salinitas

Kemampuan tanaman untuk tumbuh dan berproduksi dalam kondisi cekaman garam merupakan ukuran toleransi tanaman terhadap cekaman salinitas. Secara umum terdapat dua mekanisme dasar respon tanaman terhadap pengaruh salinitas, yakni mekanisme osmotik merupakan reaksi cepat tanaman dengan caramembatasi penyerapan air di daerah perakaran akibat salinitas. Sedangkan mekanisme ionik merupakan kemampuan tanaman dalam mengatasi keracunan interseluler akibat kelebihan ion tertentu (Xing *et al.*, 2013). Dukungan terhadap pengembangan padi di lahan salin telah dilakukan oleh

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian melalui pelepasan beberapa varietas padi toleran salinitas yaitu; Dendang, Lambur, Siak Raya, Inpari 34 Salin Agritan, Inpari 43 Salin Agritan dan Inpari 35 Salin Agritan, Inpari Unsoed 79 Agritan, Inpari 43 Agritan GSR, dan Inpari 44 Agritan (Balitbangtan, 2016). Berdasarkan deskripsi padi diketahui bahwa Inpari 34 Salin Agritan dan Inpari 35 Salin Agritan toleran salin mulai fase pembibitan. Selain itu, kedua varietas ini juga berbeda dengan varietas toleran salin yang telah dilepas sebelumnya, berpotensi hasil tinggi, masing-masing 9,5 dan 9,6 ton per ha, dan tahan penyakit blas serta agak tahan terhadap penyakit wereng batang coklat (Masganti dkk., 2022).

Penutup

Kebutuhan beras di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Di sisi lain, produktivitas padi ternyata mengalami penurunan oleh berbagai sebab, diantaranya alih fungsi lahan, bencana banjir, intrusi air laut, kurangnya penyuluan, dukungan sarana dan prasarana produksi serta masalah permodalan. Hal ini tentunya sangat mengkhawatirkan. Karena itu dalam rangka menuju kedaulatan pangan, perlu dikembangkan sistem pertanian berkelanjutan dengan input teknologi yang efektif, efisien, relatif murah dan mudah diimplementasikan oleh petani. Teknologi tersebut adalah sistem sawah terapung, ditujukan terutama untuk mitigasi di daerah rawan bencana banjir yang dapat menghambat produktivitas padi. Dengan mengembangkan sistem sawah terapung ini diharapkan lahan marginal atau lahan basah seperti di kawasan pesisir pantai, lahan rawa, lahan pasang surut, kawasan bantaran sungai, yang produksinya selama ini masih terbatas atau masih merupakan lahan tidur dapat diubah menjadi lahan yang produktif meskipun dalam kondisi tergenang air.

Daftar Pustaka

- Amri, M., Yuliandi, G., Yunus, R., Wiguna, S., 2016. RBI: Resiko Bencana Indonesia. BNPB. Jakarta.
- Anonimus, 2022. Menelisik Padi Apung: Peluang Meningkatkan Luas Tanam dan Produktivitas Padi. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 44(5). 2022. <http://www.bpatp.litbang.pertanian.go.id>. Diunduh 19 Desember 2023.
- Balitbangtan. 2016. Varietas Padi Toleran Terhadap Lahan Salin Terus Dikembangkan. Litbang.pertanian.go.id/info-teknologi/2626 (Diunduh 19 Desember 2023)
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2023. Informasi Kebencanaan Bulan Teraktual. Edisi Desember 2023.
- Gunadi, S., 2002. Teknologi Pemanfaatan Lahan Marginal Kawasan Pesisir. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 3 (3). September 2002: 232-236.
- International Rice Research Institute. 1996. *Standard evaluation system for rice*. Int. Ric. Test. Prog. Int. Ric. Res. Ins. Manila, Philippines. Padi di Lahan Salin. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 16 (2). Desember 2022: 83-95.
- Khairullah, I., dan M. Saleh. 2020. Teknologi budidaya Tradisional Padi Varietas Lokal di Lahan Rawa Pasang Surut (Studi Kasus di Kalimantan Selatan). *Jurnal Pertanian Agros*. 22 (2), Juli 2020: 168-179.
- Masganti, A., M. Abduh, R. Agustina, M. Alwi, M. Noor, dan Y. Rina. 2022. Pengelolaan Lahan dan Tanaman

- Prasetya, D.A., 2022. Teknologi Sawah Terapung Pilihan Budidaya di Lahan Gambut yang Rusak dan Tergenang, Wetlands International Indonesia, Bogor.
- Risnandar, C., dan Fahmi, A., 2018. Lahan Basah-Ensiklopedi Jurnal Bumi.com. <https://jurnalbumi.com>. (Diunduh 19 Desember 2023).
- Xing W, Wang J, Liu H, Zou D, Zhao H. 2013. *Influence of natural saline-alkali stress on chlorophyll content and chloroplast ultra structure of two contrasting rice (Oryza sativa L. Japonica) cultivars* J. Crop Sci.7: 289-292.

Biodata Singkat Penulis



Dr. Ir. H. T. Edy Sabli, MP, sekarang berhikmat di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau (UIR) Pekanbaru sejak Tahun 1995 sampai sekarang. Jabatan yang pernah diemban antara lain sebagai Sekretaris Lembaga Penelitian UIR Tahun 1997-2000. Ketua Program Studi Magister Agronomi Program Pascasarjana UIR Tahun 2016-2020. Sementara jabatan di luar kampus diantaranya adalah sebagai ketua Komisi Pemilihan Umum (KPU) Kabupaten Pelalawan Tahun 2003-2008, Anggota KPU Provinsi Riau Tahun 2008-2011, dan sebagai Ketua KPU Provinsi Riau Tahun 2011-2014.

TEKNOLOGI MEKANISASI UNTUK KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN

Ujang Paman

Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Pekanbaru

E-mail: pamanu@agr.uir.ac.id

Pendahuluan

Pangan merupakan produk pertanian esensial dan sangat berguna untuk memenuhi kebutuhan dasar dan sekaligus kelangsungan hidup manusia di muka bumi ini. Dewanti (2018) menyatakan bahwa pangan merupakan kebutuhan dasar utama bagi manusia yang harus dipenuhi setiap saat. Jenis pangan yang banyak dikonsumsi sebagai makanan pokok adalah beras atau nasi. Ini berarti bahwa permasalahan pangan merupakan juga persoalan kemanusiaan yang perlu mendapat perhatian dan ditangani secara lebih serius terutama pangan beras yang merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia. Susenas BPS September 2022 melaporkan bahwa 98,35% rumah tangga di Indonesia mengkonsumsi beras dengan tingkat konsumsi per kapita sebanyak 124 kg per tahun. Dibandingkan dengan 5 negara di Asia lainnya, konsumsi beras per kapita per tahun penduduk Indonesia masih cukup tinggi, seperti China 60 kg, Jepang 50 kg, Korea 40 kg, Thailand dan Malaysia 80 kg. Begitu pentingnya pangan sebagai kebutuhan dasar manusia, maka pangan harus tersedia dengan jumlah yang cukup dan dengan harga terjangkau untuk menjaga ketahanan pangan nasional atau penduduk.

Pengertian ketahanan pangan menurut Undang-undang No. 18 tahun 2012 tentang Pangan adalah *kondisi*

terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan. UU Pangan tersebut juga memperjelas dan memperkuat pencapaian ketahanan pangan dengan mewujudkan kedaulatan pangan (*food sovereignty*) dengan kemandirian pangan (*food resilience*) serta keamanan pangan (*food safety*). Selanjutnya, pangan yang diinginkan adalah yang aman, bermutu dengan kandungan gizi yang cukup dan bermanfaat bagi tubuh, serta berguna untuk pertumbuhan dan kesehatan manusia. Sementara itu, kecukupan pangan bagi penduduk merupakan hak asasi yang harus dipenuhi.

Ketahanan pangan yang tangguh sangat diperlukan untuk mendukung keberlanjutan kehidupan manusia dan generasi penerus bangsa yang berujung pada keberlangsungan negara. Jika terjadi kekurangan pangan dalam masyarakat atau negara dapat menjadi pemicu kelaparan dan kekurangan gizi (*stunting*) dan akhirnya berdampak kepada kemiskinan. Kondisi ketersediaan pangan yang lebih kecil dari yang dibutuhkan dapat menciptakan ketidak-stabilan ekonomi. Kondisi pangan yang tidak tersedia dalam jumlah yang cukup dapat pula membahayakan stabilitas ekonomi dan juga stabilitas Nasional.

Pemenuhan kebutuhan akan pangan tersebut di atas perlu mendapatkan perhatian bersama, sehingga ketahanan pangan dapat diwujudkan, kelaparan dapat dicegah dan kemiskinan dapat dihindari. Peneduduk yang

kekurangan gizi akibat dari kekurangan pangan tidak dapat tumbuh sehat dan normal. Oleh sebab itu, sebagai salah satu yang memegang peran penting dalam kelangsungan kehidupan manusia, ketahanan pangan yang bersifat berkelanjutan menjadi sangat penting dan syarat mutlak.

Produksi pertanian khususnya tanaman pangan seperti padi merupakan pemasok utama bahan pangan tersebut. Oleh karena itu, meningkatkan produksi tanaman pangan akan menciptakan ketahanan pangan penduduk. Teknologi terutama mekanisasi pertanian memegang peranan penting dalam meningkatkan produksi pangan. Menurut Prastyanto dkk. (2022), perkembangan teknologi pertanian berdampak pada kemampuan produksi komoditas pertanian yang mampu memenuhi kebutuhan manusia yang semakin meningkat. Teknologi mekanisasi pertanian mengacu kepada penggunaan teknologi moderen (mesin pertanian) untuk mengerjakan aktivitas/operasi pertanian secara mekanis (Wijaya dan Nurcahyo, 2022). Inovasi teknologi mekanisasi pertanian yang terus berlangsung akan memberikan dampak besar bagi kemajuan pertanian.

Mekanisasi pertanian dapat didefinisikan sebagai aplikasi teknologi dan manajemen penggunaan berbagai alat dan mesin pertanian mulai dari pengolahan tanah, tanam, penyediaan air (irigasi), pemupukan, perawatan tanaman, pemungutan hasil sampai produk yang siap dipasarkan atau diolah lebih lanjut (Priyanto, 1977; Gunawan, 2014;). Sedangkan menurut Goyal et al. (2014), mekanisasi pertanian merupakan input penting dalam pertanian untuk melaksanakan operasi lapangan yang tepat waktu, mengurangi biaya operasi, memaksimalkan efisiensi

penggunaan input (benih, pupuk, pestisida, dan air), memperbaiki kualitas produk, mengurangi kejerihan dalam operasi lapangan dan meningkatkan produktivitas lahan dan tenaga kerja. Adopsi teknologi bertujuan untuk meningkatkan produksi (Chi, 2008). Oleh karena itu, teknologi mekanisasi pertanian merupakan pilihan yang tepat digunakan untuk memacu peningkatan produksi pangan.

Dalam prakteknya, teknologi mekanisasi melibatkan penyediaan dan penggunaan semua bentuk sumber tenaga dan bantuan mekanis dalam pertanian mulai dari peralatan sederhana, tenaga ternak dan teknologi mekanis (mesin) untuk meningkatkan produktivitas lahan dan tenaga kerja (Sims and Kinzle, 2006). Penerapan teknologi mekanisasi pertanian di atas akan memberikan manfaat bagi ketahanan pangan dalam kaitannya untuk meningkatkan produktifitas lahan dan tenaga kerja, meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi, menurunkan biaya produksi, menekan kehilangan hasil pada saat panen dan pasca panen dan membuat daya tarik bagi generasi muda terhadap pertanian yang selama ini kurang diminati. Tulisan ini mencoba menjelaskan tentang ketahanan pangan khususnya pangan beras dan peran teknologi mekanisasi dalam ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Ketahanan Pangan: Permasalahan dan Tantangan

Ada tiga masalah utama sektor pertanian bila dikaitkan dengan ketersediaan dan ketahanan pangan yaitu produksi, distribusi, dan keterjangkauan harga. Masalah produksi terkait dengan kapasitas dan produktivitas.

Sedangkan, permasalahan yang terkait dengan distribusi yaitu panjangnya saluran pemasaran dan keberadaan pelaku-pelaku yang dominan di pasar. Disamping itu juga, ada beberapa pelaku pasar saja yang menguasai dalam pembentukan harga. Keterjangkauan harga pun permasalahan juga ditemukan. Selanjutnya, beberapa pelaku utama pasar saja yang menguasai struktur pasar produk pertanian. Permasalahan tersebut perlu ditangani dengan baik agar ketahanan pangan nasional dapat terwujud secara berkesinambungan. Masalahnya, ketika ketahanan pangan tidak berjalan dengan baik, kerentanan pangan akan mengganggu perekonomian dan juga kesejahteraan masyarakat.

Timbulnya masalah ketahanan pangan tidak bisa dipisahkan dari sifat produksi komoditas pangan itu sendiri yang bersifat musiman dan berfluktuatif karena rentan dipengaruhi oleh iklim. Variabilitas atau perubahan iklim yang berlangsung sekarang telah mengganggu proses produksi dan ketersediaan pangan serta mendorong kenaikan harga pangan yang berakhir pada peningkatan kerentanan sistem pangan masyarakat. Saat ini dampak anomali iklim semakin sulit diramal sehingga produksipun sulit diprediksi dengan tepat. Hal punya potensi untuk menimbulkan ketidakpastian produksi, seperti adanya gagal panen atau puso. Selain itu, kelangkaan dan kompetisi pemanfaatan sumber daya alam (lahan dan air) pun terus berlanjut yang mengakibatkan produksi pangan semakin sulit dipertahankan. Penurunan produksi padi yang disebabkan penurunan luas lahan dan perubahan iklim mempengaruhi keamanan pangan beras tidak saja di level rumah tangga tetapi juga nasional (Paman et al., 2023).

Perilaku produksi yang sangat rentan terhadap pengaruh iklim tersebut mempunyai efek yang signifikan terhadap ketersediaan pangan baik nasional maupun dalam masyarakat. Ketika perilaku produksi yang rentan terhadap perubahan iklim tersebut tanpa dilengkapi dengan kebijakan pangan yang tangguh maka akan sangat merugikan, baik bagi petani maupun konsumen, khususnya petani berskala produksi kecil dan konsumen berpendapatan rendah. Karakteristik komoditas pangan yang mudah rusak, lahan pertanian yang semakin sempit, masih kurang memadainya sarana dan prasarana pendukung pertanian dan penanganan panen dan pasca panen yang masih lemah mendorong Pemerintah melakukan intervensi dengan mewujudkan kebijakan ketahanan pangan nasional.

Berkaitan dengan permasalahan yaitu kecenderungan penurunan produksi pangan tersebut, maka diperlukan upaya yang komprehensif dan terintegrasi yang mampu menciptakan dan mendesain sistem pangan yang tangguh (*resilient*). Tujuannya adalah untuk meningkatkan produksi dan produktivitas pangan dalam rangka mencukupi kebutuhan pangan masyarakat dan menyediakan akses pangan yang lebih mudah. Hal ini memerlukan strategi bagi peningkatan produktivitas yang tepat untuk menjaga produksi dan stok pangan dalam kondisi aman untuk menjamin konsumsi rumah tangga terpenuhi secara baik. Ketersediaan pangan yang cukup merupakan salah satu aspek penting dalam mewujudkan ketahanan pangan yang dimulai dengan memaksimalkan produksi dan produktivitas, menjaga stabilitas pangan, meningkatkan efisiensi, diversifikasi dan ketahanan pangan

lokal, dan penguatan pengetahuan dan keterampilan petani.

Di pihak lain, penambahan penduduk dan tingginya pertumbuhan ekonomi di Indonesia, secara tidak langsung menyebabkan semakin meningkatnya permintaan terhadap kebutuhan bahan pangan. Kenaikan harga bahan bakar, khususnya energi (bahan bakar), akan berdampak terhadap harga pupuk dan pakan sehingga mendorong meroketnya kenaikan harga pangan. Pasalnya, alih fungsi lahan beririgasi teknis terus meningkat yang diperkirakan mencapai luas 40 ribu ha per tahun. Isu lain terkait pengelolaan SDA di Indonesia adalah banyak sumber air seperti sungai, danau, telaga, waduk dan rawa yang semakin menyempit, bahkan hilang sama sekali karena terdesak keperluan pembangunan pemukiman, infrastruktur jalan dan kawasan industri.

Teknologi Mekanisasi dan Ketahanan Pangan

Teknologi mekanisasi pertanian yang semakin berkembang di Indonesia sudah pasti sangat diperlukan karena teknologi tersebut memberi dampak positif yang signifikan terhadap kinerja sektor pertanian. Karena perannya yang sangat besar tersebut, teknologi mekanisasi telah membantu banyak negara terutama negara-negara sedang berkembang termasuk Indonesia untuk memecahkan berbagai masalah pertanian dan sekaligus persoalan pangan. Sebagai contoh, permasalahan umum yang banyak dijumpai dalam usahatani sekarang adalah semakin langkanya ketersediaan dan meningkatnya upah tenaga kerja manusia, dan rendahnya tingkat produktivitas lahan atau produksi usahatani. Kedua permasalahan

tersebut dapat dengan mudah diatasi dengan mengaplikasi mesin pertanian untuk mengambil alih tenaga kerja manusia dan mengganti peralatan manual yang sudah tidak efektif dan efisien pada masa sekarang.

Aplikasi mesin pertanian telah merubah sistem pertanian tradisional menjadi pertanian moderen. Pertanian mderen adalah sistem pertanian yang menggunakan teknologi atau inovasi mesin pertanian yang lebih maju (canggih). Jadi, alat-alat yang digunakan secara manual (*human power technology*) dan penggunaan tenaga ternak (*animal power technology*) telah digantikan dengan tenaga mesin/mekanis (*mechanical power technology*). Perkembangan selanjutnya adalah mesin pertanian sederhana seperti traktor tangan (*hand tractor*) dan mesin perontok (*power thresher*) digantikan pula dengan mesin yang lebih moderen dengan tipe dan mekanisnya lebih kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa proses mekanisasi pertanian sangat dinamis dan berkembang ke arah yang lebih baik.

Berikut beberapa implikasi teknologi mekanisasi pertanian yang berkaitan dengan ketahanan pangan yang keberkelanjutan:

1. *Teknologi mekanisasi pertanian dapat meningkatkan produksi dan produktivitas*

Teknologi mekanisasi pertanian memainkan peran kunci dalam meningkatkan produksi dan produktivitas usahatani. Produksi dan produktivitas usahatani merupakan output yang ingin dicapai dari kegiatan usahatani dan menjadi tujuan utama dalam proses produksi. Produktivitas merupakan rasio dari output terhadap input sehingga tingkat produktivitas sangat

dipengaruhi oleh besarnya input dan output pertanian. Input penting dari pertanian terdiri dari tenaga kerja, lahan, teknologi, dan modal. Teknologi dapat diukur dari penggunaan bibit, pupuk, pestisida serta alat dan mesin pertanian (Alsintan) yang digunakan dan diperoleh dari penggunaan dan pengalokasian modal. Penggunaan teknologi mekanisasi pertanian ini harus mempertimbangkan sumber daya manusia (SDM) yang tersedia karena SDM merupakan pelaku penting dalam peningkatan produksi pertanian. Mereka yang berperan dalam mengadopsi teknologi pertanian untuk membantu operasi usahatani. Jika adopsi inovasi teknologi usahatani tidak berkembang mengakibatkan produktifitas menjadi stagnan (Nainggolan dkk. 2021).

Suharjo (2022) mengungkapkan bahwa perbedaan hasil penggunaan alat dan mesin pertanian (Alsintan) dengan yang tidak berbeda secara signifikan dengan rata-rata skor produktivitas padi sawah petani yang mengaplikasikan alsintan sebesar 44,0 dan skor produktivitas padi tiak mengaplikasikan alsintan sebesar 39,4. Kemudian kita lihat pula dalam kasus usahatani jagung misalnya, ada potensi sekitar 28% meningkatnya produksi jagung dengan mengadopsi teknologi mekanisasi (Ajao et al., 2005). Hasil penelitian Suyatno dkk (2018) menunjukkan bahwa penggunaan traktor untuk pengolahan tanah dapat meningkatkan produktivitas padi sebesar 667 kg/ha. Sementara itu, penggunaan transplanter secara khusus akan menghasilkan produksi gabah kering panen (GKP) lebih tinggi yaitu 6,80 ton/ha dibandingkan dengan 6,41 ton/ha yang tidak menggunakan mesin tanam tersebut (Sahara dkk., 2013).

Dari hasil beberapa penelitian empiris di atas maka dapat dikatakan bahwa penggunaan teknologi mekanisasi pertanian yang terlibat dalam proses produksi akan memberikan dampak yang positif bagi peningkatan produksi dan produktivitas usahatani. Produktivitas tanaman pangan khususnya padi merupakan hal yang penting untuk keberlanjutan ketahanan pangan, karena itu produktivitasnya harus dapat di pertahankan dan ditingkatkan dari tahun ke tahun.

2. Teknologi mekanisasi pertanian dapat meningkatkan Indeks Pertanaman (IP).

Usaha peningkatan produksi dalam mendukung ketahanan pangan dapat ditempuh dengan cara peningkatan Indeks Pertanaman (IP). Sedangkan peningkatan produksi pangan dengan ekstensifikasi hanya dapat praktekkan pada wilayah yang mempunyai potensi lahan yang cukup memadai untuk dapat dikembangkan sebagai lahan pertanian baru. Sebaliknya, untuk daerah yang tidak mungkin lagi dikembangkan, upaya mempertinggi tingkat produktivitas tanaman maupun luas tanam dapat dilakukan dengan peningkatan IP pada lahan pertanian dan cara ini merupakan pilihan yang dapat ditempuh guna menunjang peningkatan produksi pangan yang berkelanjutan.

Peranan teknologi mekanisasi dalam meningkatkan IP sangat besar. Menurut Anil (2019), penggunaan mesin pertanian yang benar dapat meningkatkan indeks pertanaman 5 – 20%. Dalam kasus tanaman padi, memang ada permasalahan yang dihadapi dalam rangka peningkatan IP terutama pada lahan sawah tadah hujan (*rain-fed paddy field*) dan lahan kering (*dry land*) seperti

keterbatasan air yang disebabkan oleh sumber pengairannya tergantung sepenuhnya dari curah hujan yang bersifat musiman. Oleh sebab itu, untuk menyokong usaha peningkatan Indeks Pertanian (IP) pada jenis lahan tersebut, maka perlu adanya pasokan air tambahan untuk kebutuhan air tanaman dengan menggunakan teknologi mekanisasi seperti pompa air. Kekurangan tenaga kerja juga merupakan faktor penghambat lainnya dalam upaya peningkatan IP dan pemecahannya juga dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi mekanisasi berupa mesin mesin pertanian yang sesuai dengan tahapan kerja yang ada.

3. Teknologi mekanisasi pertanian dapat mengurangi kehilangan hasil

Peran teknologi mekanisasi dalam proses produksi pertanian sangat penting karena dapat mengurangi kehilangan hasil selama panen dan pascapanen. Kehilangan hasil pada tahap panen dan pascapanen sangat merugikan petani karena dapat mengurangi jumlah produksi total. Kehilangan hasil tersebut merupakan salah satu masalah penting dalam hampir semua produksi usahatani termasuk padi. Penggunaan teknologi mekanisasi moderen akan dapat membantu mengurangi kehilangan hasil selama tahap panen dan pascapanen tersebut.

Hasil penelitian Pondan et al. (2016) menunjukkan bahwa pemanenan secara tradisional dengan menggunakan alat manual berupa ani-ani atau sabit terdapat kehilangan hasil rata-rata sebesar 12,7%, sedangkan dengan menggunakan teknologi modern seperti Combine Harvester kehilangan hasil dapat ditekan menjadi rata-rata sebesar 4,61%. Selanjutnya, Sikome dkk. (2023) juga telah

melaporkan bahwa total kehilangan hasil dengan menggunakan combine harvester Kubota DC 70 plus sebesar $(4.9 \pm 1.31)\%$. Kehilangan hasil tersebut bersumber dari kehilangan hasil karena tercecer pada saat panen sebesar $(4.7 \pm 1.26)\%$, kehilangan karena tidak terpanen sebesar $(0.018 \pm 0.006)\%$, kehilangan karena tertinggal pada mesin sebesar $(0.18 \pm 0.040)\%$, dan kehilangan yang terjadi pada saat perontokan sebesar $(0.010 \pm 0.0004)\%$. Menurunkan tingkat kehilangan hasil yang signifikan tersebut akan berdampak pada ketersediaan produksi pangan akan meningkat sehingga keberlanjutan ketahanan pangan dapat dipertahankan.

4. Teknologi mekanisasi pertanian dapat meningkatkan pendapatan

Dari uraian sebelumnya, teknologi mekanisasi pertanian memberikan kontribusi yang signifikan terhadap meningkatnya produksi dan produktivitas, meningkatnya indeks pertanaman dan menurunnya kehilangan hasil, sehingga pada akhirnya akan meningkatkan pendapatan usahatani atau petani. Menurut Jena and Tanti (2023), peningkatan pendapatan petani berkaitan erat dengan mekanisasi pertanian dan adopsi mesin pertanian moderen dapat meningkatkan pendapatan bersih pertanian sebesar 31% dan pendapatan rumah tangga petani sebesar 19%.

Hasil penelitian yang dilaporkan oleh Suyatno dkk., (2018) menunjukkan bahwa aplikasi traktor pada pengolahan tanah misalnya telah meningkatkan pendapatan petani sebesar Rp. 2.663.900/ha, walaupun ada kenaikan biaya sebagai akibat dari substitusi tenaga kerja manusia oleh traktor. Selanjutnya, teknologi mekanisasi dalam produksi padi akan lebih efisien penggunaan

sumberdaya dan lebih menguntungkan (Suleiman and Ibrahim, 2014). Hal ini terbukti bahwa penggunaan mesin pertanian dapat menghemat 20-30% waktu, 15 - 20% benih dan pupuk dan 20 - 30% tenaga kerja (Anil, 2019).

Dari hasil penelitian di atas memperlihatkan bahwa teknologi mekanisasi pertanian memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan usahatani atau petani. Dengan meningkatkan pendapatan usahatani, diharapkan keuntungan juga makin meningkat sehingga menjadi bisnis yang menarik. Usahatani yang menguntungkan diharapkan akan meningkatkan motivasi petani untuk berusaha secara terus menerus. Ini berarti produksi pangan akan dapat dipertahankan dan ketahanan pangan dapat dijaga secara berkelanjutan.

5. Teknologi mekanisasi pertanian menarik minat generasi muda

Masa depan sektor pertanian sedang mendapat tantangan besar yaitu semakin berkurangnya minat generasi muda menggeluti bidang pertanian, khususnya pertanian tanaman pangan. Pada hal pembangunan pertanian sangat tergantung pada tenaga kerja produktif yang tentunya didominasi oleh generasi muda. Konsekuensinya, ketika tak ada lagi generasi muda yang mau menjadi petani atau berusaha, maka ke depannya ketersediaan produksi pangan pasti akan terancam. Akibatnya jumlah petani atau rumah tangga petani akan terus menurun dari tahun ke tahun. Data menunjukkan bahwa jumlah rumah tangga petani pada tahun 2003 sekitar 202 ribu dan kemudian pada tahun 2013 berkurang

menjadi 180 ribu rumah tangga petani atau turun sekitar 11,01% (Anonim, 2023).

Penurunan rumah tangga petani tersebut juga didorong oleh banyaknya kegiatan usaha/bisnis lain yang lebih menjanjikan keuntungan yang lebih besar dibandingkan dengan usaha bidang pertanian. Disamping itu, sifat petanian yang kumuh, sukar dan dibarengi dengan pendapatan yang rendah dibanding dengan industri lainnya menjadi pemicu pula kurangnya minat generasi muda untuk bertani. Namun demikian, sekarang sudah mulai berbalik arah dimana sektor pertanian mulai menarik generasi muda untuk berperan dalam aktivitas pertanian. Hal ini didorong oleh modernisasi sektor pertanian melalui aplikasi teknologi mekanisasi terutama alat dan mesin pertanian yang semakin maju dan berkembang.

Penggunaan inovasi teknologi mekanisasi bisa mendorong pembangunan model bisnis baru yang dapat membantu meningkatkan hasil pertanian, efisiensi, pendapatan, dan profitabilitas. Sistem pertanian moderen akan menarik minat golongan muda untuk terjun ke dunia pertanian, karena mereka akan dapat mengelola usahatani secara tepat, cepat, akurat dan murah. Contohnya, melalui peningkatan akses internet, *artificial intelligence*, *machine learning*, *cloud computing*, dan *Internet of Things* (TOT). Teknologi Revolusi Industri 4.0 tersebut akan melahirkan konsep baru pertanian moderen yang melahirkan agripreneur muda yang sukses dan professional.

Modernisasi pertanian melalui aplikasi teknologi mekanisasi merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi kekurangan pangan dengan menggantikan pola usahatani

manual dengan alat dan teknologi (mesin) pertanian moderen. Ketika inovasi teknologi mekannisasi pertanian terus berkembang lebih maju dan semakin banyaknya generasi mudah yang terjun di sektor pertanian khususnya pangan maka produksi pangan akan terus meningkat dan ketahanan pangan masyarakat terus berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajao, A. O., Ajetomobi, J. O., & Olarinde, L. O. (2005). Comparative efficiency of mechanized and non-mechanized farms in Oyo State of Nigeria: a stochastic frontier approach. *Journal of Hum. Ecol.*, 18 (1): 27-30.
- Anil, K., Yarazari, S. P., Devegowda, S. R., & Pavan, M. K. (2019). Custom hiring services of farm machinery in India. *Agrobios Newsletter*, 18(4): 123 – 124.
- Chi, T, T, N. (2008). Factors affecting technology adoption among rice farmers in the Mekong Delta through the lens of the local authorial managers: an analysis of qualitative data. *Omonrice*, 16: 107-112.
- Dewanti, D. (2018). Peranan world food programme (WFP) melalui program food for assets (FFA) dalam upaya mengurangi potensi rawan pangan di Indonesia (Studi kasus: Nusa Tenggara Barat. *Global Political Studies Journal*, 2(2): 101 – 132.
- Goyal, S. K., Prabha, Singh, S. R., Rai, J. P., & Singh, S. N. (2014). Agricultural mechanization for sustainable agricultural and rural development in Eastern Up - a review. *Agriculture for Sustainable Development*, 2(1): 75 – 81.
- Gunawan, B. (2014). *Mekanisasi Pertanian*. Surabaya: Jaudar Press.

- Jena, P. R., & Tanti, P. C. (2023). Effect of farm machinery adoption on household income and food security: evidence from a nationwide household survey in India. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 1 – 24.
- Nainggolan, S., Fitri, Y., & Malik, A. (2021). Model Fungsi Produktivitas dan Risiko Produksi Usaha Tani Padi Sawah Di Kabupaten Kerinci. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 5(2): 243 – 253.
- Paman, U., Bahri, S., & Pramono, A. (2023). Rice food security on small farmer households under current mechanization level in Kampar Region, Indonesia. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. 13(5): 1805 – 1812.
- Pondan, V. T., Lengkey, L. C. C. E., & Ludong, D. P. M. (2016). Kajian kehilangan hasil pada pemanenan padi sawah menggunakan mesin mini combine harvester MAXXI-M (Studi kasus di Desa Toraut Kecamatan Tompasso Baru Kabupaten Minahasa Selatan). *Cocos*, 7(6): 1-6.
- Prastyanto, D., Mutiara, F., & Kholil, A. Y. (2022). Penerapan teknologi usahatani cabai merah di Desa Bocek Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. *Jurnal OPTIMA*, 6(1): 23 – 29.
- Priyanto, A. (1997). Penerapan mekanisasi pertanian. *Buletin Keteknikan Pertanian*. 11(1): 54 – 58.
- Sahara, D., Kushartanti, E., & Suhendrata, T. (2013). Kinerja usahatani padi dengan mesin transplanter dalam rangka efisiensi tenaga kerja. *SEPA*, 10(1): 55 – 62.
- Sikome, A. S., Ludong, D. P., & Lengkey, L. C. Ch. E. (2023). Analisis kehilangan hasil panen padi menggunakan combine harvester kubota DC 70 plus di Desa Tuyat Kecamatan Lolak Kabupaten Bolaang. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(1): 72 – 79.

- Sims, B. G., & Kienzle, J. (2006). *Farm power and mechanization for small farms in sub-Saharan Africa*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 20 P.
- Suharjo. (2022). Penerapan mekanisasi dalam meningkatkan produktivitas petani di Kelurahan Unaasi Kecamatan Anggaberri Kabupaten Konawe. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2): 17377-16382.
- Suleiman, H.R., & Ibrahim, H. (2014). Relative economic efficiency of mechanized and non-mechanize rice farmers in Nasarawa State, Nigeria. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 5(2): 01-08.
- Suyatno, A., Imelda & Komariyati. (2018). Pengaruh penggunaan traktor terhadap pendapatan dan penggunaan tenaga kerja pada usahatani padi di Kabupaten Sambas. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 4(2): 92 – 100.
- Undang-undang Republik Indonesia. Nomor 18 tahun 2012. Tentang pangan. Jakarta.
- Wijaya, A., & Nurcahyo, R. (2022, March 7-10). *Agricultural Mechanization in Indonesia and Comparison to Southeast Asia Countries*. In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul, Turkey.
- Anonim. (2023). *Sistem mekanisasi atasi kekurangan buruh tani*. Retrieved from: <https://www.kaltimprov.go.id/berita/-sistem-mekanisasi-atasi-kekurangan-buruh-tani>. Diakses tanggal 30 Desember 2023.

SAGU KOMODITAS STRATEGIS UNTUK KETAHANAN PANGAN, DAN INDUSTRI

Septina Elida

Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas
Islam Riau

Email:*septinaelida@agr.uir.ac.id*.

Pendahuluan

Pangan merupakan kebutuhan manusia yang paling esensial, dan menjadi kebutuhan dasar bagi setiap makhluk hidup di dunia. Oleh karena itu ketersediaannya harus terpenuhi dan tidak dapat ditunda. Isu ketahanan pangan dan dampaknya secara spesifik menjadi pembahasan prioritas, terutama di negara-negara berkembang (Ibrahim et al., 2023). Indonesia merupakan negara yang selalu berupaya dalam mendorong ketahanan pangan. Ketahanan pangan menurut Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO, 2002) adalah keadaan memiliki akses terhadap pangan yang selalu tersedia untuk setiap individu dengan kuantitas dan kualitas pangan yang mereka perlukan untuk menjalani kehidupan yang sehat, aktif, dan produktif. Undang-Undang Pangan Nomor 7 Tahun 1996 mengamanatkan masyarakat dan pemerintah untuk bekerja sama dalam mewujudkan ketahanan pangan bagi setiap masyarakat Indonesia. Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang berhak dipenuhi oleh setiap orang Indonesia. Sumber daya tersebut harus selalu dapat diakses dalam jumlah yang cukup, aman, berkualitas baik, merata, bervariasi, dan harga terjangkau. Oleh karena itu, memperkuat kemandirian dan ketahanan pangan lokal sebagai bagian dari sistem pangan nasional sangatlah penting (Tirta et al., 2013).

Di Indonesia sektor pertanian merupakan tumpuan utama penyediaan pangan bagi lebih dari 250 juta jiwa. Sebagian besar masyarakat menjadikan beras sebagai

makanan pokok. Risiko serius terhadap ketahanan pangan dapat disebabkan oleh variasi iklim global yang ekstrim, seperti kekeringan, banjir, serangan hama, dan penyakit. (Horn et al., 2022). Tantangan-tantangan ini mendorong berbagai pihak untuk mengembangkan sumber pangan lain, salah satunya adalah tanaman sagu (Toselong *et al.*, 2018). Sagu layak dipilih karena memiliki kandungan karbohidrat lebih tinggi dibandingkan dengan beras, jagung, ubi kayu, kentang (Dewayani *et al.*, 2022), *glycemic index* (GI) yang rendah (Mokhtari et al., 2023). Sagu juga mampu tumbuh pada kondisi iklim ekstrim, cukup ditanam sekali, dapat dipanen terus menerus setelah berumur 12 tahun, tanpa membuka lahan penanaman baru, dan tahan terhadap hama. Sagu juga dikatakan sebagai komoditas yang mempunyai kekuatan untuk mengubah ancaman menjadi kesempatan (Bantacut, 2011).

Dalam Keputusan Menteri Pertanian Nomor 104/KPTS/HK.140/M/2/2020 tentang komoditas binaan Kementerian, disebutkan bahwa sagu termasuk dalam daftar komoditi binaan Kementerian pertanian. Tanaman sagu merupakan komoditi pertanian yang strategis bagi Indonesia, karena memiliki dimensi penggunaan yang luas, meliputi pangan dan non pangan. Selain itu, sagu mempunyai banyak potensi untuk memenuhi kebutuhan keanekaragaman pangan. Industri agro dipilih dan didorong menjadi industri masa depan, karena dianggap dapat mewujudkan ketahanan pangan. Dalam Instruksi Presiden Nomor 20 Tahun 1997 tentang diversifikasi pangan, dinyatakan perlu bahan pangan lain yang dapat memenuhi kebutuhan karbohidrat nasional selain beras. Sagu merupakan salah satu produk yang dapat mengakomodasi inpres tersebut.

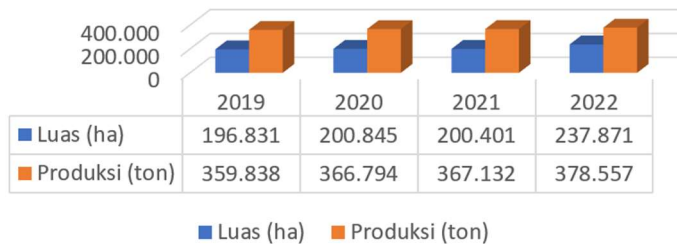
Potensi lahan sagu yang dimiliki Indonesia mencapai 5,5 juta hektar, dan pemanfaatannya baru mencapai 4%, dan lebih dari 50% sagu di dunia berada di Indonesia (Jong FS dan Widjono A, 2007), baik tumbuh secara alami maupun

dibudidayakan (Ahmad M, 2014; Ehara, 2018). Di Indonesia tanaman sagu banyak ditemukan di daerah rawa yang bergambut, sepanjang aliran sungai, dan tumbuh dengan baik di sekitar sumber air dan hutan-hutan rawa yang kadar garamnya tidak terlalu tinggi (Rusli et al., 2022), dapat beradaptasi pada tanah marjinal (Bintoro et al., 2018). Selanjutnya dikatakan bahwa tanaman sagu juga tidak perlu diberi pupuk dan pestisida seperti lazimnya pertanian modern. Oleh karena itu kebijakan ketahanan pangan yang sangat tepat adalah memaksimalkan penggunaan pangan lokal seperti sagu, karena cukup tersedia, mudah dikembangkan dan sesuai dengan agroklimat setempat. Pemanfaatan sagu sebagai bahan pangan sudah dikenal sejak lama disentra produksi sagu, dan beberapa daerah menjadikan sagu sebagai makanan pokok. Tulisan ini menggambarkan bagaimana potensi sagu dalam mendukung ketahanan pangan dan industri.

Produksi Sagu Nasional

Sagu tersebar di beberapa wilayah di Indonesia, dalam bentuk hutan sagu maupun perkebunan sagu. Perkebunan sagu yang sudah dikelola dengan baik dapat ditemukan di Provinsi Riau yaitu di Kabupaten Kepulauan Meranti. Data Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022, menunjukkan luas tanaman sagu dan produksi sagu Indonesia mengalami peningkatan. Luas lahan dan produksi sagu Indonesia pada periode tahun 2019-2022 ditampilkan pada Gambar 15.

Luas Lahan dan Produksi Sagu Indonesia, Tahun 2019-2022

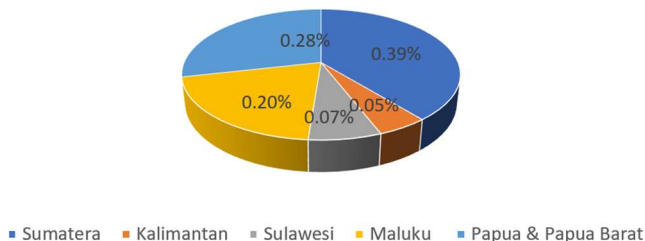


Gambar 15. Luas Lahan, Produksi Sagu Indonesia, Tahun 2019-2022 *Sumber: Statistik Perkebunan Unggulan Nasional, 2020-2022*

Pada Gambar 15. luas areal tanaman sagu pada periode tahun 2019-2022 mengalami peningkatan, dari 196.831 hektar tahun 2019 menjadi 237.871 hektar tahun 2022, bertambah seluas 42.040 hektar (20,85%). Produksi juga mengalami peningkatan, dari 359.838 ton pada tahun 2019 menjadi 378.557 ton pada tahun 2022, atau bertambah sebanyak 18.719 ton (5,20%). Peningkatan ini karena adanya kebijakan pemerintah untuk mengembangkan sagu di seluruh wilayah Indonesia. Sebagian besar luas areal sagu Indonesia merupakan usaha sagu rakyat (99,66%), hanya 0,34% merupakan areal perusahaan swasta. Tanaman sagu ini tersebar di beberapa wilayah. Distribusi luas areal tanaman sagu di Indonesia ditampilkan pada gambar 2.

Pada gambar 16 nampak pada tahun 2020, areal tanaman sagu terluas terdapat di Sumatera (0,39%), kemudian Papua dan Papua Barat (0,28%), Maluku (0,20%). Areal sagu terluas di Sumatera terdapat di Riau dengan luas areal 64.580 hektar (32,27%) dari luas areal sagu nasional dengan produksi sebesar 262.549 ton (18,52%).

Areal Tanaman Sagu (%) Tahun 2020



Gambar 16. Sebaran Tanaman Sagu, Tahun 2020 *Sumber: Statistik Perkebunan Unggulan Nasional, 2020-2022*

Areal tanaman sagu terluas kedua terdapat pada Propinsi Papua dengan luas areal 57.165 hektar (28,56%) dan produksi sebesar 67.931 ton (18,52%), selanjutnya Maluku dengan luas areal 34.502 hektar (17,24%) dan produksi 10.598 ton (2,89%). Produktifitas sagu tertinggi terdapat pada sagu Propinsi Riau yaitu 4.065,49 kg/ha, diikuti Provinsi Sulawesi Utara dengan produktifitas sebesar 1.542,42 kg/ha dan Papua sebesar 1.188,33 kg/ha.

Perkebunan sagu di Riau, tersebar di beberapa wilayah yaitu, Kabupaten Kepulauan Meranti, Bengkalis, Indragiri Hilir, Pelalawan, , dan Siak, namun perkebunan sagu yang terluas terdapat di Meranti. Perkebunan sagu Kabupaten Kepulauan Meranti sebagian besar (77,65%) merupakan perkebunan rakyat, dan melibatkan sekitar 8.365 KK, dan sekitar lebih 20% dari masyarakat Kabupaten Kepulauan Meranti terlibat dalam usaha sagu, diantaranya sebagai petani, dalam pengolahan sagu (agroindustri), dan pemasarannya. Berikut ditampilkan areal dan produksi sagu rakyat di Provinsi Riau pada Tabel 15.

Berdasarkan Tabel 1 nampak bahwa perkebunan sagu rakyat yang terluas di Provinsi Riau terdapat di Kabupaten Kepulauan Meranti, yaitu sebesar 39.951 hektar atau 61,86% dari luas perkebunan sagu Provinsi Riau, dengan produksi sebesar 247.014 ton (94,08%), selanjutnya

diikuti Kabupaten Indragiri Hilir dengan luas areal 17.964 hektar (27,825%) dan produksi sebesar 13.564 ton (5,17%).

Tabel 8. Luas Lahan dan Produksi Sagu di Provinsi Riau, Tahun 2020

Kabupaten	Luas (ha)	Produksi (ton)
Kepulauan Meranti	39.951	247.014
Indragiri Hilir	17.964	13.564
Pelalawan	3.271	1.131
Bengkalis	3.130	3.256
Siak	264	790
Total	64.580	262.549

Sumber : BPS Provinsi Riau Tahun 2021

Produktifitas sagu yang dihasilkan Kabupaten Kepulauan Meranti sebesar 6.182,92 kg/ha, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan produktifitas Provinsi Riau sebesar 4.065 kg/ha, Papua sebesar 1.188, 33 kg/ha dan produktifitas sagu nasional sebesar 1.832,53 kg/ha. Saat ini telah dirilis varietas unggul nasional dengan nama varietas sagu Selatpanjang Meranti. Berdasarkan data diatas maka sagu dapat dijadikan sebagai tanaman yang strategis untuk dikembangkan dalam mendukung ketahanan pangan. Selain memiliki potensi produksi, beberapa laporan juga menyebutkan bahwa sagu sebagai tanaman ramah lingkungan yang dapat berkontribusi terhadap kualitas lingkungan dalam jangka panjang. Hal ini bertindak sebagai penyerap efektif untuk penyerapan karbon dan sebagai zona penyangga untuk intrusi air dan banjir, melestarikan tanah dan air, dan memiliki karakteristik regenerasi diri (Abbas et al., 2017; Metaragakusuma et al., 2017); Kaviitha et al., 2022).

Sagu Sebagai Pangan Pokok

Dalam sejarah pangan Indonesia, sagu menempati posisi yang sangat strategis terutama bagi penduduk daerah pantai atau dataran rendah berawa. Tanaman sagu yang tumbuh disekitar tempat tinggal mereka telah dimanfaatkan sejak lama sebagai pangan maupun untuk keperluan lainnya, namun potensi tanaman sagu belum dimanfaatkan secara maksimal (Timisela, 2006). Tanaman sagu juga disebut sebagai tanaman budaya dan merupakan kearifan lokal.

Sagu merupakan tanaman penghasil pati tertinggi di dunia, kandungan pati sagu 4 kali lebih tinggi dibandingkan beras, 5 kali lebih tinggi dibandingkan jagung dan gandum, dan hampir 17 kali dibandingkan tapioka (Bujang, 2010). Pati yang dihasilkan tiap pohon sagu mencapai 200-400 kg, bahkan ada yang mencapai sampai 800 kg. Selain itu sagu mengandung sedikit lemak dan protein, dan banyak pati yang tidak tercerna (Zi-Ni, dkk, 2015). Kalori yang terdapat pada sagu per 100 gram sebanyak 353 kalori, tidak jauh berbeda dari beras dengan kandungan 360 kalori. Berdasarkan hal ini sagu memiliki potensi untuk pengganti nasi.

Selanjutnya, keunggulan sagu dibandingkan sumber karbohidrat lainnya adalah tanaman sagu dapat dipanen kapan diinginkan (Suyastri, 2018). Pada daerah sentra produksi seperti Papua, Maluku, sagu dijadikan makanan pokok yang dikonsumsi masyarakat selain nasi. Putri et al. 2020 menyatakan, bahwa sagu berperan sebagai makanan pokok dalam menunjang ketahanan pangan rumah tangga. Saat ini, 30% masyarakat masih mengonsumsi sagu sebagai makanan utama setiap harinya (Ayomi dkk, 2021). Masyarakat diimbau untuk tidak hanya mengandalkan pangan beras karena pangan beras semakin sulit diperoleh, jumlah penduduk semakin bertambah, lahan sawah beralih fungsi menjadi non-pertanian, dan produktivitas sawah semakin jenuh dan menurun, dan dibeberapa daerah terjadi

pergeseran/perubahan dari pola makan dari non-beras ke beras (Indrayana dkk. 2018).

Sagu memiliki banyak potensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku dalam industri pangan. Keberadaan inovasi teknologi saat ini, pati sagu dapat diolah menjadi beras sagu (beras analog) dan digunakan sebagai makanan pokok pendamping beras terutama untuk tujuan agar berat badan terkontrol (Hariyanto dkk. 2020). Namun masih banyak yang harus dilakukan untuk mengedukasi masyarakat tentang pengolahan sagu sebagai pangan lokal, seperti pada aspek kesehatan, keamanan pangan. Oleh sebab itu Upaya pengembangan produk perlu dilakukan pelatihan teknis dan pendampingan dari pemerintah, sehingga pengolahan sagu yang dilakukan oleh masyarakat memberikan nilai tambah. Bahan baku yang tersedia serta harga yang wajar dan dengan sentuhan teknologi yang sederhana, adanya faktor budaya dapat mendorong masyarakat untuk mengkonsumsi sagu sebagai pangan pokok.

Pengembangan Industri Berbasis Sagu

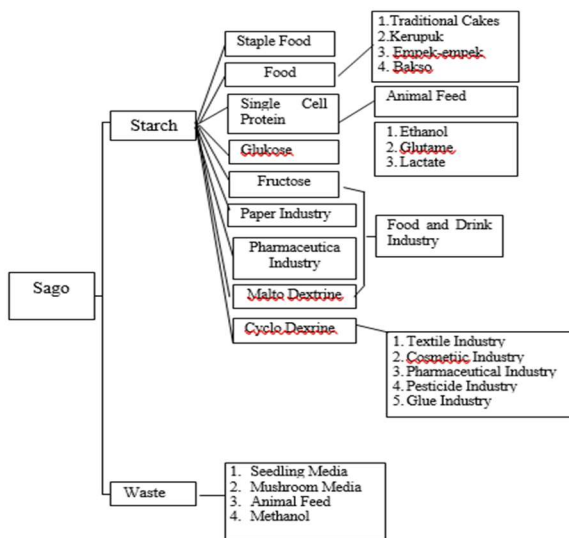
Sagu mempunyai potensi yang sangat baik untuk dikembangkan dan menjadi salah satu produk pertanian andalan masa depan (Elida et al. 2023). Berbagai strategi yang digunakan oleh pemerintah dalam upaya untuk membangun sagu nasional, antara lainnya dengan memprioritaskan pengembangan industri sagu berbasis perkebunan. Pendekatan agribisnis menjadi salah satu solusi yang lebih tepat untuk dilakukan. Namun dalam upaya pengembangan sagu ada sesuatu yang kontradiktif, potensi besar yang dimiliki sagu untuk memenuhi berbagai kebutuhan industri dan pangan, pengembangannya belum didukung secara maksimal (Santoso, 2017), pemanfaatan sagu juga masih kecil dibandingkan dengan potensinya (Yaakub et al., 2023). Produk sagu yang di perdagangkan saat ini lebih banyak dalam bentuk tepung sagu

(*intermediet product*). Pada hal tingginya potensi sagu dapat menjadi pendorong pengembangan agroindustri sagu untuk menghasilkan lebih banyak produk turunannya (Tjokrokusumo, 2018; Yusuf et al., 2019). Walaupun pengelolaan agroindustri sagu rakyat masih menggunakan peralatan sederhana, daya saingnya masih lemah, namun agroindustri ini memiliki potensi menjadi pesaing global, dan masyarakat memiliki motivasi yang tinggi dalam menjalankan usaha, karena sagu telah menjadi bagian dari kehidupan sosial budaya masyarakat di sentra produksi sagu, seperti di daerah Meranti, Papua, Maluku.

Saat ini penggunaan sagu lebih luas yaitu untuk industri makanan dan manufacture (Fariz et al., 2020). Pasar untuk komoditi sagu saat ini nampaknya masih terbuka luas, dengan banyaknya manufacture yang menggunakan sagu sebagai bahan baku, maupun bahan penunjang. Hal ini membuat permintaan sagu baik pasar lokal maupun internasional cenderung meningkat. Agroindustri sagu harus terus menerus melakukan adaptasi eksternal dan integrasi internal, agar usahanya berdaya saing. Faktor-faktor geografis yang mendukung berdirinya industri antara lain ketersediaan : a) bahan mentah, b) sumber daya energi seperti tenaga air (*hydro power*), listrik, yang dapat menggerakkan mesin pabrik, c) suplai tenaga kerja, d) suplai air, e) pasaran, f) fasilitas transportasi.

Agroindustri merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan posisi tawar produk pertanian (*bargaining position*) (Elizabeth & Anugrah, 2020). Produk pertanian tidak lagi dipasarkan dalam bentuk bahan mentah (*primary product*), tapi telah merupakan produk hasil olahan (agroindustri), sehingga nilainya akan lebih tinggi (Latifah Z, & Novianti T. 2022). Pengolahan empulur sagu yang banyak dilakukan pada kilang sagu di sentra produksi sagu, umumnya menggunakan teknologi yang masih sederhana, beberapa daerah telah menggunakan pengolahan semi mekanis,

seperti yang dilakukan di Kepulauan Meranti Riau. Pengolahan ini menghasilkan *intermediet product*, yang menghendaki pengolahan lanjutan. Pemanfaatan sago lebih rinci ditampilkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Potensi Pemanfaatan Sagu Sumber: Bintaro, 2011

Pada Gambar 17. nampak sago dapat diolah untuk pangan dan non pangan. Dalam proses pengolahan sago akan menghasilkan pati sago dan ampas sago, keduanya dapat dimanfaatkan dan memiliki nilai ekonomis. Secara umum, produk pertanian diperlakukan atau diproses secara fisika, kimia, atau dengan bantuan agen biologis untuk mendapatkan nilai tambah (Ansanay et al., 2022). Teknologi yang digunakan untuk berbagai perlakuan dalam pengolahan produk akan menentukan seberapa banyak nilai tambah yang akan diperoleh dari produk agro-industri tersebut (Girsang, 2017).

Pada daerah sentra produksi, sago diolah menjadi bermacam-macam makanan lokal seperti papeda (Papua, Maluku, Sulawesi), sempolet (Meranti), mie sago, kerupuk, sago lempeng, dan makananan tradisional lainnya. Sedangkan potensi produksi pengolahan sago pada industri yang telah maju, menghasilkan etanol, industri obat-obatan, kosmetik, *single cell protein*, industri farmasi, industri makanan dan minuman.

Kesimpulan

Tanaman Sagu menawarkan banyak potensi untuk digunakan dalam industri dan sebagai pemenuhan makanan. Kelimpahan bahan baku (tual sago) dan biaya yang wajar. serta keunggulan-keunggulan lain yang dimilikinya, maka sago dapat menunjang ketahanan pangan. Oleh sebab itu pengelolaan tanaman sago maupun pengolahannya harus mendapatkan perhatian serius baik dari pemerintah daerah maupun pemerintah pusat dan semua elemen yang terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas B, Dailami M, Santoso B, Munarti. (2017). Genetic Variation of Sago Palm (*Metroxylonsagu Rottb.*) Progenies with Natural Pollination by Using RAPD Markers. *Natural Science*, 9(4): 104-109. DOI: [10.4236/ns.2017.94010](https://doi.org/10.4236/ns.2017.94010)
- Ahmad M. (2014). Farmer Empowerment to Increase Productivity of Sago (*Metroxylon sago* spp) Farming, *IJASEIT*, 4(3): 5-9. DOI:[10.18517/ijaseit.4.3.384](https://doi.org/10.18517/ijaseit.4.3.384)
- Ansanay OY, Runtuboi PYD, Wiradyo TE. (2022). Potency of Utilizing Sago Starch as Natural Resource from Papua in the Production of Biodegradable Plastic. *IJASEIT* 12(1):353-358. DOI:

10.18517/ijaseit.12.1.14267

- Ayomi R., Yulia A M Ayomi, Roy Marthen Rahandra. (2021). Pemanfaatkan Potensi Tanaman Sagu (*Metroxylon* Sp.) Sebagai Bahan Makanan Di Kampung Ansus, Yapen Barat. *Unes Journal Of Scientech Research*. 6(2): 150-161.
- Bintaro HM. (2011, 29-30 October). *Progress of Sago Research in Indonesia. The 10th International Sago Symposium, Sago for Food Security, Bio-energy, and Industry from Research to Market*. Bogor Agricultural University, Bogor. <https://ir.unimas.my/id/eprint/1010/1/10th%20International.pdf>
- Bujang K. (2010, 28-29 Juli). Production And Processing Of Sago: A Food And Fuel Alternative. Paper Presented at the International Seminar on Sago & Spices for Food Security Ambon. Indonesia. <http://ir.unimas.my/id/eprint/1039>
- Dewayani, W., Arum, R.H. and Septianti, E., (2022, 26-30 Mey) Potential of sago products supporting local food security in South Sulawesi. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 974, No. 1, p. 012114). IOP Publishing.
- Elida, S., Amin, A.M. and Sutrisno, J., Darsono. 2023. Increasing the Competitiveness of Agroindustry Sago Products through Resource Optimization. *International Journal on Advanced Science, Engineering & Information Technology*, 13(4): 1372-1377. DOI:10.18517/ijaseit.13.4.19101

- Elizabeth R dan Anugrah IS. 2020. Pertanian Bioindustri Meningkatkan Daya Saing Produk Agroindustri dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 6(2): 871-889. <http://dx.doi.org/10.25157/ma.v6i2.3603.g3185>
- Fariz M.W.A.W, Rosnah S, Zuhir M.N.M , Azman H., Shahrir M.A., Faewati K.A., Redzuan A.S, Shukri M.J , S. Azmirredzuan M.S, Hafiz M.T.A,M, Zaimi M.A.Z, Aliq M.J. and Sha'fie A. (2020). The Assessment of Grated Sago Size Produced by Different Type of Grating Machine. *ASM Science Journal*, 13(3):59-66. <https://www.akademisains.gov.my/asmsj/article/the-assessment-of-grated-sago-size/>
- Hariyanto, B., Aji K. G., Pranamuda H. & Pangestu A. (2020). Efek Konsumsi Beras Sagu Terhadap Perubahan Antropometri Pada Responden Sehat. *Jurnal Pangan*, 29(2), 141-148. DOI: <https://doi.org/10.33964/jp.v29i2.487>
- Girsang W. (2017). Sago Food Product Development for Food Security In Small Islands, Maluku, Indonesia. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 8(5):704-712. <http://www.ijser.org>
- Horn, B., Ferreira, C. and Kalantari, Z. (2022). Links between food trade, climate change and food security in developed countries: A case study of Sweden. *Ambio*, pp.1-12.
- Ibrahim, R.L., Al-Mulali, U., Ajide, K.B., Mohammed, A. and Al-Faryan, M.A.S., 2023. The Implications of Food Security on Sustainability: Do Trade Facilitation, Population Growth, and Institutional Quality Make

or Mar the Target for SSA?. *Sustainability*, 15(3), p.2089.

Indrayana K., Sirappa P.M.dan Ricky M. (2018). Diversifikasi Pengolahan Ubi Kayu Dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan Di Sulawesi Barat. *J. Agrotan* 4(1) : 37 - 45,
<https://ejournals.umma.ac.id>

Jong FS dan Widjono A. (2007). Sagu: Potensi Besar Pertanian Indonesia. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*, 2(1): 54-65.

Kavitha R, Latifah O, Ahmed H.O, Primus C.W and Susilawati K. (2022). Rejected Sago Starch as a Coating Material to Mitigate Urea-Nitrogen Emission. *Agronomy*, Pp.1-17.
<https://doi.org/10.3390/agronomy12040941>

Konuma H. 2018. *Status and Outlook of Global Food Security and the Role of Underutilized Food Resources*. In Hiroshi Ehara, Yukio Toyoda & Dennis V. Johnson (Eds.). *Sago Palm. Sago Palm "Multiple Contributions to Food Security and Sustainable Livelihoods"*. Singapore: Springer Nature.
<https://doi.org/10.1007/978-981-10-5269-9>.

Latifah Z, and Novianti T. 2022. The Advantages Between Exporting Processed Agricultural Products and Raw Commodities for Indonesian Economy: Input-Output Approach. *Journal of the Austrian Society of Agricultural Economics (JSAE)*, 18(04): 953-964.

Metaragakusuma AP, Osozawa K, dan Hu B. 2017. The Current Status of Sago Production in South

Sulawesi: Its Market and Challenge as a New Food-Industry Source. *International Journal Sustainable Future for Human Security*, 5 (1): 32-46. DOI:10.24910/jsustain/5.1/3246

_Mokhtari, Z., Jafari, S.M., Ziaifar, A.M. and Cacciotti, I., 2023. Extraction, purification and characterization of amylose from sago and corn: Morphological, structural and molecular comparison. *International Journal of Biological Macromolecules*, p.128237.

Putri1 D.A, Nadja D.A, and Salman D. (2020). The role of sago (*Metroxylon* sp.) as staple food in supporting food security of household and community in Baloli Village, Masamba District, North Luwu Regency. Anjoro: *International Journal of Agriculture and Business*. DOI: 10.31605/anjoro.v1i2.885

Rusli Z, Rafi M dan Handoko T. 2022. The Capability of the Meranti Islands Regency Government in the Development of Sago Based on Local Wisdom. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17(1): 267-275.

DOI: <https://doi.org/10.18280/ijstdp.170127>

Santoso DA. 2017. Potensi Dan Kendala Pengembangan Sagu Sebagai Bahan Pakan, Pangan, Energi Dan Kelestarian Lingkungan Di Indonesia. *JRL*.10(2): 51-57.

DOI: <https://doi.org/10.29122/jrl.v10i2.2852>

Suyastri, Cipebrima. (2018). Hedging Local Products: Optimizing the Processed Products of Sago Commodity to Become More Competitive Globally

Study Case Riau Province. *Journal of Diplomacy and International Studies*, 1(1): 1-10.

[https://doi.org/10.25299/jdis.2018.vol1\(1\).2632](https://doi.org/10.25299/jdis.2018.vol1(1).2632)

Timisela N. 2006. Analisis Usaha Sagu Rumah Tangga dan Pemasarannya. *Jurnal Agroforestri*, 1 (3): 57-64.

Tjokrokusumo D, (2018). Potency of Sago (*metroxylon spp*) Crops for Food Diversity. *Biodiversity International Journal* 2(3): 239–240.

Yaakub, A. N., Ishak, S. Z. A., & Naim, H. M. (2023). Challenges in Enhancing Sustainable Sago Palm Cultivation in the Mukah Division of Sarawak, Malaysia. *Journal of Namibian Studies: History Politics Culture*, 34, 119-134.

DOI: <https://doi.org/10.59670/jns.v34i.1696>

Yusuf AM, Romli M, Suprihatin, and Wiloso I.E. 2019. Carbon Foot print of Semi-Mechanical Sago Starch Production. *Journal of Ecological Engineering*, 20(11):159-166.

<https://doi.org/10.12911/22998993/110813>

Zi-Ni, T., A. Rosma, A.A. Karim, and M.T. Liong. 2015. "Functional Properties of Resistant Starch Type-III from Metroxylon sagu as Affected by Processing Conditions." *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science* no. 38 (3).

<http://www.pertanika.upm.edu.my/>

Biodata Singkat Penulis

Dr. Ir. Septina Elida, M.Si dilahirkan di Sungai Penuh, 3 September 1962. Penulis merupakan staf pengajar pada Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Unuversitas Islam Riau. Riset yang dilakukan penulis sebagian besar terkonsentrasi pada komoditi sagu, yang ditinjau dari aspek sosial dan ekonominya, dan disertasi penulis juga berhubungan dengan agroindustri sagu.

STRATEGI AGRIBISNIS PUPUK ORGANIK BAGI PELAKU UMKM DALAM PEMBANGUNAN PERTANIAN BERKELANJUTAN

Fahrial

Dosen Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian
Universitas Islam Riau
fahrial2018@agr.uir.ac.id.

Pendahuluan

Pembangunan Pertanian dalam menunjang keberhasilan pertanian diperlukan Upaya membangun pertanian seperti ketahanan pangan, kedaulatan pangan Pertanian dan pertanian berkelestarian. Maka untuk mewujudkan Pembangunan pertanian berkelanjutan diperlukan strategi agribisnis. Sasaran agribisnis salah satu alternatif adalah meningkatkan kesejahteraan petani dan UMKM (Usaha Mikro, Kecil dan Menengah) serta keluarganya, kemudian mewujudkan pertanian yang professional, Tangguh dan modern. Hal ini dapat diterapkan sepanjang seluruh sub sistem dalam agribisnis berintegrasi, berkontribusi secara positif. Secara umum pembangunan didefinisikan sebagai bentuk perubahan yang dilakukan oleh institusi atau pelaku usaha dengan secara sadar, terencana untuk mencapai hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Jadi kegiatan pembangunan pertanian dibutuhkan dalam keberlanjutan pertanian dan meningkatkan taraf hidup pelaku UMKM dan petani.

Strategi Agribisnis berkaitan dengan Sektor-sektor dalam Pertanian arti luas dan sempit. Pertanian dalam arti

luas adalah pertanian mencakup seluruh pemanfaatan makhluk hidup baik pada tanaman maupun hewan meliputi sektor tanaman pangan, sektor hortikultura, sektor perkebunan, sektor kehutanan, sektor perikanan, dan sektor peternakan, sedangkan pengertian pertanian dalam arti sempit adalah pertanian masyarakat atau pertanian rakyat pada budidaya tanaman saja

Agribisnis meliputi semua kegiatan berhubungan pada sektor pertanian dalam arti luas dan industri pertanian. Kegiatan itu mencakup kegiatan memproduksi peternakan, perikanan, kehutanan, tanaman dan lainnya yang bersifat non produksi pertanian misalnya pelayanan, keuangan/permodalan dan pengadaan barang. Agribisnis mempunyai sistem yang berguna dalam menjalankan kegiatan pertanian. Sub system agribisnis adalah suatu system yang menunjukkan bagaimana beraneka-ragam sub sektor dalam bidanga agribisnis yang saling berhubungan satu dengan lainnya.

Agribisnis merupakan kegiatan bisnis bidang pertanian yang meliputi beberapa sub sistem yaitu dimulai dari sub sistem hulu sampai sub sistem hilir serta ditambah dengan sistem penunjang kegiatan agribisnis agar dapat mendorong kegiatan agribisnis, contohnya sistem produksi, penjualan dan sistem penunjang kegiatan lainnya. Pada bagian subsistem hulu berhubungan dengan bahan baku dan sarana produksi seperti pupuk, benih/bibit, obat-obatan, pestisida dan alat pertanian. Pada bagian sub sistem agribisnis bidang usahatani terdapat juga proses produksi, sementara itu disub sistem agribisnis hilir ada aktivitas agroindustry atau pengolahan, pengangkutan, yang memakan waktu tertentu seperti pengawetan atau penyimpanan, perdagangan atau penjualan, dan sub sistem lain contohnya modalan dari perbankan, dan lain-lain (Hastuti,

2017).

Pupuk menjadi kebutuhan bagi UMKM dan Masyarakat untuk meningkatkan produksi hasil pertanian. Kegiatan sehari-hari UMKM dan Masyarakat petani menggunakan pupuk, ada menggunakan pupuk organik dan anorganik (kimia). Pupuk menjadi pilihan para pelaku sektor pertanian untuk mengembalikan produktivitas tanah, kesuburan tanah dan meningkatkan hasil produksi pertaniannya lebih baik.

Kondisi lapangan yang terjadi ditengah-tengah masyarakat saat ini adalah kurangnya pemahaman tentang organik dan an-organik yang biasa disebut Kimia. Perlu diketahui bahwa tantangan berat kita selaku anak bangsa Indonesia saat ini, sulitnya menyadari dan mengubah cara berfikir masyarakat kita tentang pentingnya bahan organik dan juga mengurangi penggunaan an-organik (kimia). Terutama yang menyangkut tentang bahan konsumsi, mencapai swasembada pangan yang sehat, berkualitas dan bebas dari unsur unsur kimia.

Pertanian organik kondisi saat ini masih jauh ketinggalan penggunaan oleh UMKM atau masyarakat kita, hal ini disebabkan karena pemahaman masyarakat tentang pentingnya pertanian organik. Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari kehidupan organisme yang ada didalam tanah seperti cacing, bakteri dan yang lain-lainnya, sehingga kebutuhan tanah akan terpenuhi, maka secara otomatis tanaman bisa menyerap unsur hara yang dihasilkan oleh organisme yang ada di dalam tanah. Pupuk organik menjadi salah satu pilihan para UMKM dan masyarakat untuk meningkatkan

produktivitas tanah akibat pupuk kimia dan juga meningkatkan hasil produksi pertanian. UMKM dan Masyarakat atau Petani dalam menjalankan usaha tujuannya adalah untuk memperoleh pendapatan. Pelaku usaha pertanian diminta untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang perlu dipertimbangkan ketika mengharapkan pendapatan hasil usahatani lebih tinggi. Terutama pada Pelaku Kelompok Tani dan petani yang bergerak dibidang pertanian, harus mengetahui tentang sistem agribisnis dan agroteknologi dalam pengembangan usahatani. Peningkatan pengetahuan tentang system agribisnis ini dapat dilakukan dengan melakukan kegiatan tentang Strategi Agribisnis Pupuk Organik Bagi Pelaku UMKM Dalam Pembangunan Pertanian Berkelanjutan.

Strategi Agribisnis Pertanian berkelanjutan di Provinsi Riau dimana pendapatan masyarakat diperoleh dari kegiatan pertanian yaitu melakukan budidaya tanaman perkebunan dan pekarangan, diladang atau pun perkebunan kelapa sawit. Permasalahan yang dihadapi oleh mitra yaitu a) Bagaimana mewujudkan Pembangunan pertanian berkelanjutan? b) Apa strategi kebijakan pemerintah mewujudkan pertanian organik bagi UMKM berlanjut ? c) Apakah masyarakat masih kurang memahami tentang cara pemupukan pada tanaman yang tepat?

Manfaat penulisan adalah untuk menambah pengetahuan bagi UMKM dan masyarakat dan sekitarnya tentang sistem Agribisnis pada pengembangan pelaku UMKM. Dan Menambah pengetahuan masyarakat cara pemupukan tanaman yang tepat.

Metode kegiatan pengabdian pada masyarakat yang digunakan adalah metode ceramah dan demonstrasi. Metode ceramah dikombinasikan dengan memakai laptop dan LCD proyektor digunakan untuk menyampaikan materi tentang: Pupuk Organik dan strategi kebijakan penggunaan pupuk organik bagi pelaku UMKM. Metode demonstrasi digunakan untuk menunjukkan suatu proses kerja cara pemupukan pada tanaman yang benar. Harapannya dengan dilakukannya demonstrasi dapat memberikan kemudahan bagi UMKM dalam memahami materi. Demontasi dilakukan untuk mempraktekan langsung teknik penanaman berbagai tanaman.

Pembahasan

Pada bagian pembahasan ini meliputi :

- a) Mewujudkan Pembangunan Sektor Pertanian berlanjut.
Kegiatan yang dapat dilakukan atau dapat diwujudkan adalah menggunakan beberapa Langkah yaitu :
 - 1) Pembangunan pertanian konvensional yang berdampak negative menjadi positif seperti pertanian bekelestarian.
 - 2) Peningkatan system pertanian tidak hanya berbasis domestik tapi udah berbasis nasional dan global serta hindari ketergantungan impor dan pinjaman luar negeri.
 - 3) Peningkatan produksi pertanian dari sub sistem agribisnis hulu merupakan penghasil sarana produksi terbaik dan berkualitas serta ketahanan pangan dan berdaulat pangan,
 - 4) Peningkatan jumlah komoditi tanaman dari sub sistem pertanian primer seperti komoditi pangan, hortikultura, tanaman obat-obatan dan pertanian sekunder yang nilainya lebih tinggi.

- 5) Peningkatan nilai tambah dari menggerakkan sub sistem agribisnis hilir berupa agroindustry yang punya nilai lebih seperti produk makanan, minuman, pakan ternak, farmasi, bio-energi dan lain-lain.

Selain dari itu untuk mewujudkan Pembangunan pertanian berkelanjutan adalah dengan pertanian organik, dimana saat ini masih belum maksimal, karena masih banyak masyarakat kita yang menggunakan pupuk kimia sementara program go organik sudah dicanangkan pemerintah sejak 2010. Sementara manfaatnya pupuk organik positif yaitu dapat memberikan untuk hidup sehat dari hulu dan hilir, sesuai Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) Nomor 10 Tahun 2022 membantu petani dan pengusaha menggunakan pupuk organik bersubsidi.

Pembangunan pertanian mengandung unsur Agribisnis, yaitu adalah segala kreatifitas dan kegiatan yang berhubungan dengan sektor pertanian dan agroindustry, mencakup aktivitas menghasilkan tanaman, ternak, serta ikan dan kegiatan lainnya yang bersifat non produksi pertanian contoh pengadaan barang, keuangan, dan pelayanan. Model agribisnis adalah model untuk suatu cara yang menunjukkan bagaimana berbagai macam sektor pertanian dalam agribisnis berhubungan satu dengan lainnya. Arifin, Bustanul. 2005, Kegiatan pembangunan pertanian adalah kegiatan yang meliputi 3 (tiga) bidang adalah pertumbuhan sektor pertanian berkelanjutan, pengentasan kemiskinan, dan lingkungan hidup sehat.

Masalahnya hilangnya kesadaran masyarakat akan pentingnya hidup sehat menggunakan Organik, Ini merupakan tanggung jawab kita semua selaku anak bangsa terutama para ilmuan dan pengambil kebijakan untuk mampu mengembalikan rasa percaya diri masyarakat dan juga para importir .Maka Oleh sebab itu mari bersama membangun bangsa

untuk kembali hidup sehat bersama Pupuk organik.

b) Strategi kebijakan pemerintah mewujudkan pertanian organik bagi UMKM berlanjut.

Strategi agribisnis pupuk organik bagi pelaku UMKM dalam pembangunan pertanian berkelanjutan yang dapat dilakukan Pemerintah melalui Kementerian Pertanian Republik Indonesia adalah membuat strategi kebijakan pertanian supaya program pembangunan pertanian organik bagi UMKM berkelanjutan dapat diterapkan dengan baik. Beberapa strategi kebijakan yang perlu dibuat pemerintah yaitu :

- 1) Prasyarat utama dalam pembangunan adalah tingkat Pendidikan dan dapat dijangkau oleh kelompok masyarakat menuju hidup sehat
- 2) Prioritas memproduksi komoditi berupa pembangunan Pertanian serta menghasilkan nilai tambah (*value added*).
- 3) Prioritas memberi peran dan campur tangan pemerintah untuk yang diperlukan sepenuhnya pada "*market mechanism*" (*invisible hand*)
- 4) Campur tangan pemerintah dan keseimbangan penggunaan pupuk organik.
- 5) Mendorong masyarakat khususnya para petani atau perusahaan untuk menggunakan pupuk organik dan memproduksi pupuk organik untuk pelaku UMKM bidang pertanian.
- 6) Menghidupkan motto go organik dan membiasakan menggunakan pupuk organik.
- 7) Keputusan Presiden RI tanggal 27 April 2023, supaya petani dan pengusaha menggunakan pupuk organik.

c) Pemahaman tentang cara pemupukan pada tanaman yang tepat.

Pemahaman cara pemupukan pada tanaman yang

tepat adalah sesuai kebutuhan tanaman dan aturan pakai, diperlukan dua (2) cara yaitu pupuk yang dimasukkan ke dalam tanah dan pupuk cair (POC) disemprotkan ke daun tanaman.

Teknis pemupukan pertama yaitu pemupukan yang diberikan kedalam tanah. Pupuk yang digunakan adalah pupuk kompos atau pupuk kandang. Bahan baku membuat pupuk kompos dari limbah sampah lokal, dengan biaya produksi yang murah. Selain itu bahan bakunya berasal dari sisa-sisa jerami hasil fermentasi atau dikomposkan dengan campuran kotoran hewan. Contoh untuk tanaman sawit jumlah pupuk kompos yang dibutuhkan adalah 5-10 ton/ Ha. Pupuk dasarnya adalah pupuk kompos. Pada saat pengolahan lahan sebelum penanaman bibit, pupuk dasar digunakan mampu memberikan kesuburan pada tanah, memperbaiki aerasi tanah, serta membantu kehidupan biota tanah.

Pupuk berbahan baku organik merupakan satu-satunya input yang bisa diberikan ke dalam tanah. Kandungan pupuk organik ada nutrisi hara pada pupuk organik lebih rendah dibandingkan pupuk kimia sintetis. Umumnya kandungan setiap unsur makro yang terdapat pada pupuk kompos atau pupuk kandang/ternak, rata-rata 2-5 %. Kandungan pupuk organik lebih sedikit dibandingkan kandungan konsentrasi yang menggunakan pupuk kimia sintetis, yaitu sekitar 30-50 %. Kondisi ini membuat kebutuhan pupuk organik jauh lebih banyak untuk tahap awal, setelah itu penggunaan pupuk organik akan menurun, karena pupuk organik sifatnya menyuburkan tanah. Maka oleh sebab itu mari bersama membangun bangsa untuk kembali hidup sehat bersama Pupuk Organik. Hal tersebut membuat pasokan pupuk organik jauh lebih banyak pada saat awal penggunaan bertanam, setelah itu akan

berkurang penggunaan pupuk organik tersebut.

Keberadaan Pupuk Organik seperti ATS Andalan, kita akan berangsur angsur memperbaiki ekologi tanah dan ekosistem. Dengan menggunakan Pupuk Organik ATS Andalan, bisa mengurangi rasidu yang diakibatkan oleh penggunaan Pupuk Kimia yang dipakai oleh petani selama ini, penggunaan pupuk local yaitu pupuk kompos, sehingga dapat menekan biaya usahatani, Pupuk tersebut sebagai pupuk dasar untuk pengolahan lahan dan sebelum penanaman bibit di bertanam solusinya sebagai dasar yang mengandung material yang mampu memberikan kesuburan pada tanah, memperbaiki aerasi tanah, dan mendukung kehidupan meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman lebih baik.

Kelebihan dan penggunaan pupuk Organik ATS Andalan adalah :

- 1) Pada prinsipnya Aplikasi Pupuk Organik sama halnya dengan Menggunakan Pupuk Kimia dan Pupuk lainnya yaitu dengan cara ditebarkan disepertaran batang tanaman yang akan dipupuk.
- 2) Lalu kenapa harus Pakai Pupuk organik karena : a) sudah teruji melalui Uji Lab Scofindo No.01042/CLAIK.Tgl 11-07-2017 dengan Menggunakan setandar SNI.19/7003/2004. b) Memiliki Hak Paten . No. HKI:DID 2017 054635. c) Pupuk Organik ATS Andalan adalah Pupuk Organik Padat Murni (bukan kompos). Pupuk organik ATS Andalan adalah Pupuk Majemuk dan ada kandungan unsur hara makro dan unsur hara mikro yang sangat dibutuhkan baik untuk tanah maupun tanaman, berdasarkan hasil Repot of Analisis Scofindo. d) Pupuk organik ATS Andalan telah memenuhi syarat standar SNI. 19.7030.2004 e) Pupuk Orgnaik ATS Andalan Mampu memperbaiki kerusakan tanah yang

diakibat Pupuk Unorganik (Kimia). f) Pupuk Organik ATS Andalan merupakan Pupuk yang dihasilkan dari fermentasi bahan baku organik murni tanpa ada campuran bahan kimia sedikitpun. g) Pupuk Organik ATS Andalan bisa sebagai pengganti Pupuk NPK & KCL dan juga Pupuk Dasar. h) Meningkatkan Masa Produktif tanaman. i) Hasil Panen Meningkat, berkualitas dan berkuantitas. j) Tanaman tahan stres dan tahan terhadap serangan penyakit. k) Meningkatkan PH Tanah. l) Pupuk Organik ATS Andalan merupakan hasil karya anak bangsa dan satu satunya di Indonesia.

Cara penggunaan pupuk ke-2 (dua) yaitu memupuk melalui daun. Pupuk untuk daun yaitu pemupukan lewat daun sebagai asupan nutrisi dan yang sangat dibutuhkan tanaman. Hal ini bagian penting untuk tanaman dalam system pertanian organik. Sesuai penelitian bahwa jika tidak melalui pemupukan daun, pertumbuhan tanaman sulit untuk dikembangkan secara optimal. Pupuk organik yang dibutuhkan untuk daun pada umumnya berupa larutan/cairan. Pupuk organik yang cari disebut juga dengan Pupuk Organik Cair (POC). Pupuk organik cair adalah pupuk yang terbuat dari bahan organik dengan hasil akhir berbentuk cair

Pupuk cair : pupuk kandang cair, biogas, pupuk cair limbah organik, pupuk cair limbah manusia. Mengandung zat tertentu seperti mikroorganisme yang jarang dimiliki oleh pupuk organik padat. Jika dicampur pupuk organik padat, maka dapat mengaktifkan unsur hara yang ada dalam pupuk organik padat. Pemberian pupuk organik cair dilakukan 2 (dua) kali dalam 1 (satu) minggu, dimana kandungan pupuk daun sekitar 1%-2% dari jumlah

air yang digunakan. Unsur POC meliputi kandungan unsur N diberikan pada fase vegetative tanaman, selain itu POC juga memiliki kandungan K dan P diberikan pada saat muncul malai. POC dapat dibuat secara alami melalui proses fermentasi sampai menghasilkan larutan hasil pembusukan dari sisa tanaman, maupun kotoran ternak atau hewan.

Manfaat pupuk cair bisa menggantikan pupuk berbahan kimia yang dapat memberikan dampak buruk terhadap kesehatan manusia dan tanaman. Pupuk organik cair (POC) mengandung mikroorganisme serta berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pembuatan POC banyak sekali cara yang sudah dilakukan oleh banyak peneliti dan orang. Kelompok pembuatan POC sesuai prosesnya sebagai berikut: 1) pemanasan atau ekstraksi dan 2) fermentasi. Cara fermentasinya adalah cara yang umum dan banyak yang menggunakan. Contoh fermentasi urin dari ternak seperti sapi, fermentasi ekstrak pada tanaman, dan sebagainya.

Ada beberapa bahan yang digunakan untuk memperkaya Pupuk Organik Cair yaitu ZPT, Asam Humat, Pestisida nabati, mikroba biofertilizer, (penambat N non simbiotik pelarut P dan perangsang tumbuh tanaman) sedangkan variasi dan pengembangan POC terdiri dari POC plus Hormon Tanaman, POC plus pestisida nabati, POC plus biofertilizer dan POC khusus digunakan untuk komoditas tertentu seperti POC Sawit, POC Sayuran, POC buah-buahan, dll. (Isroi, 2012).

Pemupukan yang perlu diperhatikan berupa tanah, tanaman, dan pemilihan pupuk sebagai Kunci pentingnya.

Struktur tanah gembur adalah struktur tanah yang dikehendaki tanaman karena di dalam tanah terdapat ruang pori-pori yang dapat diisi oleh air dan udara yang sangat berguna untuk pertumbuhan akar tanaman dan proses pelapukan bahan organik di dalam tanah. Gejala-gejala tanaman sebagai acuan dalam proses pemupukan yang dimunculkan oleh tanaman dengan tujuan untuk mengetahui jenis unsur hara diburuhkan oleh tanaman menjadi acuan petani untuk mengetahui jenis unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Mulyani, 1995).

Pemupukan pada tanaman harus memperhatikan 4T menurut IPNI (Internasional Plant Nutrition Institute). Dimana 4T yang harus diperhatikan yaitu a) tepat jenis adalah pemelihan jenis pupuk yang akan digunakan harus sesuai dengan kebutuhan tanaman, b) tepat dosis adalah pengaplikasian jumlah atau ukuran banyaknya pupuk sesuai dengan kebutuhan tanaman tanaman dan standar, c) tepat waktu adalah menentukan waktu yang tepat untuk pengaplikasian pupuk pada tanaman berguna untuk mengurangi tahaman stress dan kehilangan unsur hara dari tanah, d) tepat sasaran adalah pemberian pupuk harus tepat pada sasaran yang ingin dipupuk seperti halnya merupakan tanaman, maka pemberian pupuk berada dalam radius daerah perakaran tanaman dan apabila ditujukan untuk tanah, maka pengaplikasian disaat pengolahan tanah.

Kajian ini menargetkan masyarakat yaitu dapat menambah pengetahuan bagi masyarakat tentang pupuk organik dan penggunaan pupuk organik bagi UMKM supaya pertanian berkelanjutan dan hidup masyarakat sehat hulu hilir.

Pemakaian pupuk anorganik (kimia) yang terus-menerus dapat merusak tanah bila tidak diimbangi dengan pupuk kandang atau kompos. Jika pupuk anorganik ini salah dalam pemakaian atau pemberiannya terlalu banyak, tanaman bisa mati dibuatnya. Oleh karena itu, dianjurkan agar aturan pakaiannya selalu dipatuhi (Lingga & Marsono,

2013) berbeda dengan pupuk organik makin banya penggunaannya tanaman makin subur dan mari hidup sehat. Sayangilah hidupmu dan lingkungan dengan memperbanyak konsumsi makanan dan minuman organik/herba.

Simpul

- a) Mewujudkan Pembangunan pertanian berkelanjutan dapat diwujudkan dengan pertanian organik, dimana saat ini masih belum maksimal, sementara program go organik sudah dicanangkan pemerintah sejak 2010 dan manfaatnya pupuk organik positif yaitu dapat memberikan untuk hidup sehat sejahtera dari hulu dan hilir.
- b) Strategi kebijakan pemerintah mewujudkan pertanian organik bagi UMKM berlanjut dapat diambil melalui strategi kebijakan internal dan eksternal. Strategi agribisnis cukup memahami bertani dan perlu adanya inovasi pengembangan pertanian ala organik. Hal ini didukung dengan adanya partisipasi aktif dari Pelaku UMKM dan Masyarakat.
- c) Masyarakat masih kurang memahami tentang cara pemupukan pada tanaman yang tepat, maka perlu sosialisasi cara pemupukan yang tepat supaya dapat dipahami oleh UMKM dan Masyarakat. Hal ini didukung dengan adanya partisipasi aktif dari dari Pelaku UMKM, Petani Kelapa Sawit, Organisasi Agama Direktur dan Karyawan perusahaan serta Ibu PKK sebagai peserta pelatihan dalam sesi praktek pemupukan tanaman perkarangan. Wawasan pelaku UMKM dan masyarakat untuk meningkatkan produksi hasil

pertanian organik, menambah pendapatan keluarga dan menuju hidup sehat sejahtera. Perlunya persiapan yang lebih detail lagi untuk sarana dan prasarana selama kegiatan semakin mudah terlaksana dan mencapai tujuan supaya dapat ditingkatkan kemampuan skill dan pelatihan.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, Bustanul. 2005. Ekonomi Kelembagaan Pangan. Buku. Penerbit LP3ES, Jakarta

Hastuti, D, R, D. 2017. Ekonomika Agribisnis (Teori dan Kasus). Cetakan I. Perpustakaan Nasional, Katalog dalam terbitan (KDT). Makassar.

Isroi, 2012. Panduan Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dengan Biang POC. <http://isroi.com/jualanku/biang-poc-pupuk-organik-cair/>. Diakses pada 24 Mei 2021.

Lingga, P dan Marsono. 2013. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. 57 hal. Jakarta.

Mulyani, S. 1995. Pupuk dan Pemupukan. Rineka Cipta. Jakarta

Peraturan Menteri Pertanian RI. Nomor 01 Tahun 2019 tentang Pendaftaran Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah.

Fahrial. (2023). *Strategi agribisnis pupuk organik bagi pelaku umkm dalam pembangunan pertanian berkelanjutan.*

Biodata Singkat Penulis



Dr. Fahrial, SP., SE., ME adalah dosen tetap pada Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau Sekarang pengelola Jurnal Dinamika Pertanian Fakultas Pertanian UIR sejak Tahun 2018. Jabatan di luar kampus yang pernah diemban diantaranya Ketua Apindo (Asosiasi Pengusaha Indonesia) Kota Pekanbaru Tahun 2012-2017 dan sebagai Wakil Ketua DPP Apindo Riau tahun 2021 sampai sekarang. Wakil Ketua Kadin (Kamar Dagang dan Industri) Kota Pekanbaru periode dari Tahun 2017-2022, dan sejak 2023- 2028 sebagai Anggota Dewan Pertimbangan Kadin Pekanbaru. Pernah menjadi Komisariss dan Direksi pada beberapa BPR di Pekanbaru serta jadi Konsultan Pupuk Organik ATS Andalan di Pekanbaru Riau sejak 2018, selain itu Wakil Ketua Forum Koordinasi Jejaring Pemagangan (FKJP) Disnaker Riau dan Anggota Tripartid (Hubungan Industrial) Disnaker Riau serta anggota Tim Koordinasi Daerah Vokasi (TKDV) Provinsi Riau sampai sekarang.

KELAPA DALAM: SIKAP PETANI DAN PERTANIAN BERKELANJUTAN

Sisca Vaulina dan Elinur
Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian UIR
siscavaulina@agr.uir.ac.id

Pendahuluan

Kelapa sangat penting bagi perekonomian dan sebagai mata pencaharian masyarakat di seluruh negara (Barr and Phama, 2019). Kelapa merupakan tanaman yang paling cocok untuk pertanian berkelanjutan, terutama mendukung tiga pilar yaitu masyarakat, ekonomi dan lingkungan (Nair, 2020). Begitu pula dengan produk turunannya, salah satunya gula kelapa, Badriah et al (2022), gula kelapa merupakan kearifan lokal dan perlu dijaga kelestariannya.



Gambar 18. Perkebunan Kelapa Dalam

Permintaan akan produk berbahan dasar kelapa di seluruh dunia semakin tinggi (Henrietta et al, 2022). Meningkatkan kesadaran petani mengenai nilai ekonomi dari produk berbahan dasar kelapa menjadi langkah penting untuk memenuhi permintaan tersebut. Indonesia merupakan produsen kelapa terbesar kelima setelah Brazil; Filipina; India; Sri Lanka, dengan produksi kelapa Indonesia sekitar 18 juta ton per tahun. BPS Indonesia (2022), pada

tahun 2021 luas lahan kelapa sebesar 3374,6 ribu hektar dan produksi kelapa bulat sebesar 2853,3 ribu ton yang didominasi oleh perkebunan rakyat (98,08%). Informasi tersebut mencerminkan pentingnya sektor kelapa sebagai penyedia lapangan kerja, terutama melalui perkebunan rakyat.

Keberadaan perkebunan rakyat menunjukkan dampak positif, yaitu meningkatkan taraf hidup masyarakat lokal. Pemberdayaan masyarakat lokal melalui partisipasi dalam kegiatan pertanian merupakan sikap yang dapat meningkatkan rasa memiliki dan keberlanjutan usahatani.

Pembahasan

Penggunaan kelapa dalam peradaban manusia sebagai sumber pangan, minyak, santan, atap dari daunnya, dan tali dari seratnya diperkirakan telah terjadi sejak puluhan ribu bahkan ratusan ribu tahun yang lalu (Foale, 2003). Kelapa dan turunannya, seperti kopra dan arang, merupakan komoditas unggulan Indonesia yang berkontribusi terhadap konsumsi lokal dan ekspor (Puspaningrum et al, 2023).

Pengertian Sikap

Sikap petani merupakan respons atau penilaian subjektif yang dimiliki oleh petani terhadap berbagai aspek mengenai usahatani kelapa. Sikap mencakup perasaan, keyakinan, dan perilaku yang tercermin dalam cara petani berinteraksi dengan lingkungan kerja, alat pertanian, teknologi baru, serta kebijakan pemerintah terkait pertanian. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sikap petani meliputi:

- 1) Ekonomi: sikap petani terhadap usahatani sering kali dipengaruhi oleh faktor ekonomi, seperti harga komoditas, biaya produksi, dan potensi keuntungan.
- 2) Sosial dan Budaya: norma-norma sosial dan nilai-nilai budaya dalam komunitas pertanian dapat membentuk

sikap petani terhadap praktik-praktik tertentu, seperti keberlanjutan atau penggunaan teknologi baru.

- 3) Lingkungan: pengaruh lingkungan, seperti perubahan iklim, dapat mempengaruhi sikap petani terhadap keberlanjutan, karena mereka mungkin harus menyesuaikan praktik pertanian mereka dengan kondisi lingkungan yang berubah.
- 4) Pengetahuan dan Pendidikan: tingkat pengetahuan petani tentang teknologi pertanian terkini, praktik-praktik berkelanjutan, dan manajemen risiko dapat membentuk sikap mereka terhadap inovasi-inovasi.
- 5) Kebijakan Pemerintah: sikap petani juga dapat dipengaruhi oleh kebijakan pertanian yang diterapkan oleh pemerintah, termasuk insentif keberlanjutan atau regulasi lingkungan.
- 6) Pengalaman Pribadi: pengalaman pribadi petani dalam mengadopsi praktik-praktik tertentu dapat memengaruhi sikap mereka. Pengalaman positif atau negatif dapat membentuk persepsi dan preferensi.
- 7) Persepsi Risiko dan Manfaat: sikap petani terhadap keberlanjutan juga dipengaruhi oleh cara mereka menilai risiko dan manfaat dari praktik-praktik tertentu. Jika mereka melihat manfaatnya lebih besar daripada risikonya, mereka mungkin lebih cenderung mengadopsi praktik tersebut.

Sikap petani dapat memiliki dampak signifikan pada keberlanjutan usahatani. Upaya untuk mendorong perubahan positif dalam sikap petani terhadap berkelanjutan seringkali memperhitungkan faktor-faktor ekonomi, sosial, dan lingkungan.

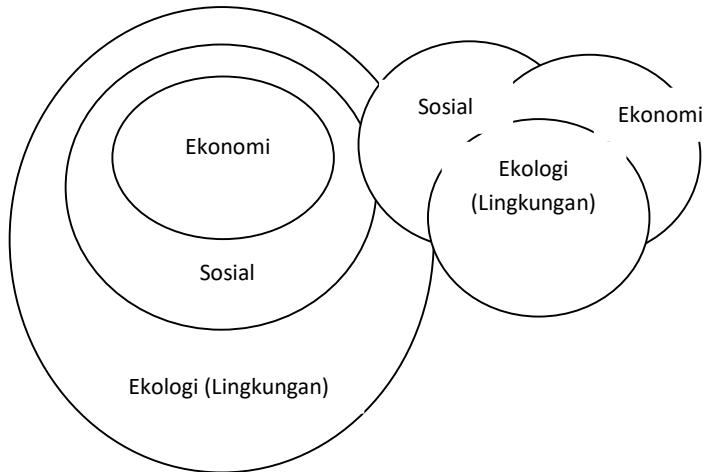


Gambar 19. Sikap Petani untuk Keberlanjutan Usahatani Kelapa

Keberlanjutan

Keberlanjutan atau *sustainability* merupakan kata yang digunakan hampir disegala aktivitas pembangunan, sejak *Millenium Development Goals* (MDGs) sampai yang terkini yaitu *Sustainable Development Goals* (SDGs) (Fauzi, 2019). Gibson et al (2005), keberlanjutan merupakan salah satu konsep yang disebut “the most slippery”. Meskipun demikian, (Fauzi, 2019), esensi dasar keberlanjutan pada hakikatnya yaitu secara terus menerus menjalankan strategi-strategi hubungan harmonis antara manusia dan alam.

Secara konsep, tipologi atau pilar keberlanjutan terdiri atas: (1) Tipologi keberlanjutan Perace dan Turner (1990), (2) Tipologi Keberlanjutan Pezzoli (1997), (3) Tipologi Tiga Pilar (*Interconnected Pillars*) (Elkington, 1994), dan (4) Tipologi Berbasis Lima Pilar (Ekonomi, Sosial, Ekologi, Politik/Kelembagaan, Kultural). Gibson et al (2005), basis tiga pilar lebih sering digunakan dan lebih mudah secara operasional karena data lebih terukur. Untuk keberlanjutan berbasis tiga pilar tersaji pada Gambar 3.



Gambar 20. Tipologi Tiga Pilar

Berdasarkan pada tipologi pilar keberlanjutan, hasil penelitian Vulina dkk (2023), status keberlanjutan usahatani kelapa dalam di Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau didasarkan pada 5 dimensi; pada lahan gambut dengan status kurang berkelanjutan (44,30) dan pada lahan pesisir dengan status cukup berkelanjutan (53,58). Lahan gambut sering kali memiliki tantangan lingkungan, seperti risiko kebakaran dan penurunan tingkat air. Sementara, lahan pesisir lebih beragam dan memiliki kemungkinan lebih besar untuk mendukung keanekaragaman hayati serta menawarkan peluang keberlanjutan yang lebih baik. Dengan menerapkan usahatani kelapa yang berkelanjutan, kita dapat menjaga keseimbangan antara kebutuhan manusia, keberlanjutan lingkungan, dan kesejahteraan masyarakat lokal dalam jangka panjang.

Kelapa dan Pertanian Berkelanjutan

Kelapa merupakan salah satu tanaman yang penting dan berjasa bagi perjalanan bangsa Indonesia. Darah dan daging

bangsa Indonesia sangat bergantung pada jasa kelapa (Winarno, 2014). Salah satunya adalah kopra sebagai produk tradisional dari buah kelapa yang menjadi komoditas yang paling banyak diperdagangkan secara global.

Tanaman kelapa merupakan tanaman yang dapat mendukung Pembangunan berkelanjutan. Hal ini mengingat penggunaan dan kedekatannya dalam kehidupan sehari-hari Masyarakat, manfaat produk kelapa terhadap Kesehatan, potensi ekonomis tanaman kelapa, serta sifat tanaman kelapa dan produk turunannya (Simpala dan Kusuma, 2017). Magat (1999), terdapat 26 jenis tanaman yang cocok disandingkan dengan kelapa, antara lain: pisang, nanas, kopi, dan *abaca*.

Menurut Simpala dan Kusuma (2017) yang dikutip dalam laporan “Our Common Future” yang ditulis oleh Dr.G.H.Brundland, pengertian pembangunan berkelanjutan sebagai Pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan pemenuhan kebutuhan generasi mendatang. Pelaksanaan Pembangunan berkelanjutan dijabarkan melalui tiga prinsip, yaitu: (1) menguntungkan secara ekonomis (*economically feasible*); (2) layak secara sosial sehingga tidak merusak budaya yang ada (*socio-culturally acceptable*); (3) serta ramah terhadap alam dan lingkungan (*environmentally sustainable*).

Tanaman kelapa dapat memainkan peran penting dalam konteks pembangunan berkelanjutan karena menyediakan berbagai manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan. Berikut adalah beberapa aspek hubungan antara kelapa dan pembangunan berkelanjutan:

- 1) Keberlanjutan Ekonomi. Terdiri dari (a) penghidupan petani: tanaman kelapa memberikan penghidupan kepada jutaan petani di berbagai negara. Pembangunan berkelanjutan harus memastikan bahwa petani kelapa mendapatkan manfaat ekonomi yang adil dari usaha pertanian mereka. (b) diversifikasi pendapatan: produk

kelapa seperti minyak kelapa, santan, serat, dan gula kelapa dapat menjadi sumber pendapatan yang beragam bagi petani, membantu mengurangi risiko ekonomi.

- 2) Sosial dan Keberlanjutan Masyarakat. Terdiri dari (a) pekerjaan dan kesempatan kerja: pertanian kelapa menciptakan pekerjaan dan kesempatan kerja, terutama di daerah pedesaan. Ini dapat mendukung keberlanjutan ekonomi dan sosial masyarakat lokal. (b) pemberdayaan perempuan: pembangunan berkelanjutan mencakup pemberdayaan perempuan. Perempuan terlibat dalam pengolahan produk kelapa (produk turunan kelapa), sehingga memberikan mereka peluang ekonomi dan sosial yang lebih besar.
- 3) Lingkungan dan Keberlanjutan Lingkungan. Terdiri dari (a) konservasi tanah dan air: pertanian kelapa dapat berperan dalam konservasi tanah dan air. Akar kelapa membantu mengikat tanah, mengurangi risiko erosi, dan dapat membantu mengatasi permasalahan tanah longsor. (b) penggunaan air yang efisien: kelapa dapat tumbuh di daerah yang memiliki pasokan air yang terbatas. Dalam konteks keberlanjutan, penting untuk memastikan pengelolaan air yang efisien dalam pertanian kelapa. (c) praktik pertanian berkelanjutan: penerapan praktik-praktik pertanian berkelanjutan dalam pertanian kelapa, seperti penggunaan pupuk organik, pengelolaan limbah yang baik, dan pengurangan penggunaan pestisida, dapat mendukung keberlanjutan lingkungan.
- 4) Keberlanjutan Pangan dan Gizi. Terdiri dari (a) produk makanan dan gizi: produk kelapa dapat menjadi sumber makanan dan gizi yang penting, seperti minyak kelapa yang sehat dan kaya nutrisi. Dalam kerangka pembangunan berkelanjutan, penting untuk memastikan akses yang adil dan berkelanjutan terhadap produk pangan berkualitas. (b) keanekaragaman pangan: tanaman kelapa dapat memperkaya

keanekaragaman pangan lokal dan memberikan kontribusi pada ketahanan pangan.

- 5) Inovasi dan Teknologi. Terdiri dari (a) penggunaan teknologi hijau: inovasi dan penggunaan teknologi hijau dalam pertanian kelapa dapat membantu meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi dampak lingkungan negatif. (b) pengembangan varietas unggul: riset dan pengembangan untuk menciptakan varietas kelapa yang lebih tahan terhadap penyakit dan lebih produktif dapat mendukung keberlanjutan produksi kelapa.

Simpulan

Pertanian kelapa, jika dikelola dengan bijak, dapat berkontribusi pada pertanian dan pembangunan berkelanjutan, dengan menyediakan sumber daya ekonomi, sosial, dan lingkungan yang berkelanjutan. Penting untuk mempertimbangkan berbagai aspek ini dalam pengelolaan kelapa untuk mendukung pertanian berkelanjutan di tingkat lokal, nasional, dan global.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022). Statistik Indonesia. Indonesia, Jakarta.
- Badriah, L. S., Dijan Rahajuni., Arintoko. (2022). *Sustainability of Coconut Sugar Production Based on The Condition of Coconut Sugar Craftsmen in Banyumas Regency*. International Conference on Sustainable Competitive Advantage, pp. 10-17.
- Barr, D and Pacific Horticultural and Agricultural Market Access Plus (PHAMA Plus) Program. (2019). *Coconut Sector Review*. Australian Aid: New Zealand Ministry of Foreign Affairs and Trade.
- Elkington, J. (1994). *Towards the Sustainable Corporation: Win-Win-Win Business Strategies for Sustainable Development*. Calif. Manage. Rev. Vol 36, 90-100.

- Fauzi, A. (2019). *Teknik Analisis Keberlanjutan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Foale, M. (2003). *The Coconut Odyssey: The Bounteous Possibilities of The Tree of Life*. Australian Centre for International Agricultural Research: Melbourne.
- Gibson, R. B., Selma Hassan., S. Holtz., James Tansey., Graham S. Whitelaw. (2005). *Sustainability Assesment: Criteria, Process and Application*. London: Earthscan.
- Henrietta, H. M., K. Kalaiyarasi., A. Stanley Raj. (2022). *Coconut Tree (Cocos nucifera) Products: A Riview of Global Cultivation and Its Benefits*. *Journal of Sustainability and Environmental Management (JOSEM)*, 1(2):257-264.
- Magat, S. S. (1999). *Production Management of Coconut (Cocos nucifera L)*. Agricultural Research and Development Branch. Philippines Cocont Authority: Philippines.
- Nair, D. (2020). *Global Scenario on Sustainable Coconut Development*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 418 (2020) 012006. doi:10.1088/1755-1315/418/1/012006.
- Pezzoli, K. (1997). *Sustainable Development: A Transdisciplinary Overview of The Literature*. *Journal of Environmental Planning and Management*, 40, 549-574.
- Puspaningrum, T., N.S. Indrasti., C. Indrawanto., M. Yan. (2023). *Life Cycle Assessment of Coconut Plantation, Copra, and Charcoal Production*. *Global J. Environ. Sci. Manage.* 9(4): 653-672, Autumn 2023, Serial #36. DOI: 10.22035/gjesm.2023.04.01
- Simpala, M. M., Aditya Kusuma. (2017). *Kelapa*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Turner, R. K., Pearce D. W. (1990). *Economics of National Resources and Environment*. Baltimor, USA: John Hopkins University Press.

Vaulina, S., Ilma Satriana Dewi., Elinur., Zahrah, S. (2023). Indonesian Coconut: Based on Land Typology, and Its Sustainable Development. 11th ASAE International Conference. Tokyo, Jepang.

Winarno, F. G. (2014). *Kelapa Pohon Kehidupan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.



Biodata Singkat Penulis

Sisca Vaulina, SP., MP. Dosen Tetap Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau Bidang Keahlian: Ekonomi Pertanian



Dr. Elinur, SP., M.Si Dosen Tetap Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau Bidang Keahlian: Ekonomi Pertanian

PENGEMBANGAN USAHATANI CABAI MERAH PADA DAERAH NON SENTRA PRODUKSI GUNA Mendukung PERTANIAN BERKELANJUTAN

Ilma Satriana Dewi
Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian
Universitas Islam Riau
E-mail: ilmasatrianadewi@agr.uir.ac.id

Pendahuluan

Cabai menjadi salah satu komoditas yang diminati atau disukai masyarakat Indonesia. Cabai tidak hanya disukai tetapi telah menjadi bagian dari budaya Indonesia. Cabai dijadikan sebagai bumbu dapur yang wajib ada untuk melengkapi menu makanan. Hal ini menyebabkan, ketika harga cabai meningkat masyarakat akan tetap mengkonsumsi cabai. Pada kondisi harga yang meningkat konsumen mensiasati kenaikan harga dengan cara membeli pada kuantitas yang lebih sedikit. Meningkatnya harga cabai dapat mencapai pada kisaran harga Rp100.000 per kg seperti yang telah terjadi tahun 2011 dan 2022 lalu . Meskipun demikian, bila jumlah produksi melimpah (*excess supply*) harga cabai dapat mengalami penurunan, namun penurunan harga tidak mencapai Rp1.000 per kg. Kondisi tersebut mendeskripsikan bahwa usahatani cabai merah dari sisi harga jual dan permintaan masyarakat terhadap cabai merah relatif stabil (Alex, 2012).

Kenaikan harga cabai umumnya terjadi pada musim hujan, karena dengan kondisi curah hujan yang tinggi dapat berdampak negatif pada tanaman cabai. Tanaman cabai akan lebih rentan terserang hama dan penyakit yang menyebabkan kualitas maupun kuantitas produksi yang menurun. Fluktuasi harga pada komoditas cabai juga akan mempengaruhi perilaku petani yang membudidayakan cabai. Jika harga cabai terjadi peningkatan yang cukup

signifikan, petani menjadi termotivasi untuk meningkatkan jumlah produksi dengan tujuan agar memperoleh keuntungan yang lebih tinggi. Petani yang tidak membudidayakan cabai juga akan tertarik untuk beralih ke budidaya cabai dengan adanya kondisi kenaikan harga. Namun, semakin banyaknya petani yang menanam cabai justru harga cabai cenderung menurun karena pada saat panen raya, jumlah cabai melimpah. Hal inilah yang menjadi satu dari banyaknya faktor penyebab ketidakstabilan distribusi dan harga yang berfluktuasi. Petani yang sudah cukup ahli dan berpengalaman pada usahatani cabai, akan mencari solusi permasalahan dengan cara melakukan penanaman pada waktu yang tepat, pemeliharaan secara intensif, dan membaca peluang pasar dengan lebih baik (Salim, 2013).

Cabai merah (*Capsicum annum*, L) tergolong pada jenis sayuran dengan jumlah permintaan yang tinggi. Tidak hanya pada pasar domestic, tetapi cabai merah juga telah diekspor ke berbagai negara, seperti Malaysia dan Singapura (Sembiring, 2009). Terdapat beberapa jenis cabai seperti cabai merah, cabai hijau dan cabai rawit. Ada dua jenis cabai merah yang dikenal dan banyak di konsumsi, seperti cabai merah besar dan cabai merah keriting. Mayoritas masyarakat yang tinggal di Indonesia memanfaatkan cabai dalam kondisi yang segar, ada juga cabai kering ataupun olahan. Sehingga, dengan konsumsi cabai yang tinggi menjadikan komoditas ini sebagai unggulan nasional (Duriat 1995; Kusandriani dan Muharam 2005). Kondisi agroklimat di Indonesia sangat cocok untuk usahatani cabai baik di kawasan dataran tinggi maupun dataran rendah, sehingga jumlah petani yang mengusahakan tanaman cabai juga banyak (Kusandriani 1996; Ameriana et al. 1998). Meskipun demikian, tidak semua petani di suatu daerah tertarik menanam cabai merah. Sehingga terdapat daerah yang bukan sentra produksi untuk tanaman cabai.

Banyak faktor yang menyebabkan adanya suatu wilayah tidak menjadi sentra produksi cabai merah. Faktor seperti kemampuan sumber daya manusia masih rendah, alih fungsi lahan, kebijakan pemerintah yang kurang berpihak untuk pengembangan cabai merah, infrastruktur kurang memadai, modal terbatas dan juga permasalahan potensi kecocokan sumber daya alam menjadi beberapa sumber penyebabnya (Surya, 2013). Jika permasalahan ini dapat diatasi dengan berbagai upaya, cabai merah dapat dikembangkan serta dapat menjadi komoditas unggulan di suatu daerah.

Kelemahan pada produk cabai merah adalah mudah rusak setelah dipanen. Cabai merah akan segera berkurang kadar air nya atau terjadi pembusukan, padahal konsumen lebih suka mengonsumsi jika kondisinya masih segar (Pantastico 1986). Besaran kehilangan kesegaran sayuran termasuk cabai dapat mencapai hingga 40% berupa penurunan kualitas (Asgar, 2009). Kehilangan atau penyusutan yang terjadi pada pascapanen akan lebih tinggi karena dilakukan dengan penanganan secara tradisional. Ini menjadi salah satu permasalahan yang juga sering dihadapi petani, dan akhirnya memilih untuk tidak membudidayakan cabai merah.

Oleh karena itu, pada tulisan ini akan dibahas strategi atau cara untuk mengembangkan usaha budidaya cabai merah pada daerah yang bukan sentra produksi dengan tujuan dapat meningkatnya jumlah petani yang memproduksi cabai merah. Hal ini juga menjadi suatu upaya, agar pada daerah yang bukan menjadi sentra produksi tidak hanya bergantung pada pasokan cabai merah dari luar daerah, tetapi mampu secara mandiri menghasilkan cabai merah untuk daerah sendiri atau bahkan dapat menjangkau pemasaran di luar daerah. Apabila, petani telah mampu menjadikan daerahnya sebagai sentra produksi cabai merah maka hal ini dapat mendukung upaya pertanian berkelanjutan di daerahnya.

Pembahasan

Teknologi Budidaya Cabai Merah

Teknologi budidaya cabai merah dilakukan dengan beberapa tahapan, dimulai dari persiapan pembenihan, persiapan dan pengolahan lahan, penanaman, pemeliharaan dan panen. Tahapan teknologi budidaya cabai merah akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut (Siswanto, et al, 1995).

1. Pemilihan Varietas dan Pembenihan

Penggunaan varietas dapat juga menyesuaikan dengan selera masyarakat di daerah tersebut khususnya pada daerah yang belum menjadi sentra produksi. Varietas yang banyak beredar di pasaran dan mudah ditemukan di antaranya ada varietas hibrida seperti Papyrus, CTH 01, Kunthi 01, Sigma, Flash 03, Princess 06 dan Helix 036, TM 999, Panah Merah Lado, Rimbun dan lain-lain. Berbeda dengan cabai merah yang berukuran besar dan banyak diusahakan di Jawa barat adalah Varietas Tanjung1 dan Tanjung 2 (Darwis, 2011).

Agar tercapai tujuan untuk pengembangan sentra produksi di suatu wilayah dan tercapai tujuan pertanian berkelanjutan perlu penggunaan benih unggul bersertifikat atau bermutu. Ciri-ciri buah cabai yang baik untuk dijadikan benih yaitu buah cabai berbentuk sempurna, tidak terdapat kerusakan atau goresan pada buah serta aman dari hama dan penyakit. Selanjutnya, cabai yang telah dipilih diletakkan pada sebuah tempat untuk di keringkan, di ambil bijinya, dan biji yang telah diambil disimpan juga di tempat yang kering. Dalam jumlah 50 kg cabai matang setidaknya dapat diperoleh lebih kurang 1 kg biji, berat 1 gram biji dapat menghasilkan 90 tanaman yang baik. Tingkat kematangan buah juga akan berdampak kualitas biji.

Memilih benih yang berkualitas dapat dilakukan dengan cara merendam benih di dalam air sebelum dilakukan penyemaian. Benih yang baik untuk disemai adalah biji yang tenggelam dalam air, sedangkan biji yang terapung di

atas tidak baik disemai. Biji yang sudah dipilih direndam pada larutan kalium hipoklorit 10 % dalam waktu 10 menit. Perendaman juga bisa dilakukan selama satu malam dengan menggunakan air bersuhu 50° C. Berikutnya penyemaian benih dapat dilakukan. Tempat penyemaian benih harus tertutup di bagian atasnya bisa dengan menggunakan atap plastic (untuk dataran tinggi) atau atap daun palem, daun kelapa, atau alang-alang. Sisi dinding juga harus tertutup tetapi masih bisa dimasuki udara.

Persiapan media persamaian dapat dilakukan dengan mencampur tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1 serta diberi furadan 1 kg/10 m². Campuran tanah dengan pupuk diisikan ke dalam polybag. Benih cabai dimasukkan ke setiap polybag. Agar perkecambahan dapat dihasilkan dengan baik maka keadaan suhu yang baik adalah berkisar 24° - 28° C. Suhu optimum untuk menumbuhkan bibit sehingga bisa di pindahkan ke lahan adalah 22°-25° C. Bibit dapat ditanam ke lahan pada saat telah berumur 5-9 minggu.

2. Persiapan Lahan dan Penanaman

Pertumbuhan yang optimum untuk cabai adalah pada tanah yang gembur, dengan tekstur remah, bersih dari gulma, dan memiliki kandungan air tanah serta unsur hara yang cukup. Standar pH tanah yang cocok untuk cabai adalah antara 5,5 - 6,8. Jika pH tanah masih di bawah 5,5, pH tanah dapat ditingkatkan dengan pemberian kapur dolomite atau kapur sebanyak 1-1,5 ton/ha.

Tindakan pengolahan lahan dilakukan mulai dari pembajakan menggunakan traktor atau pencangkulan tanah sebanyak 2-3 kali, selanjutnya tanah yang telah dicangkul diratakan dan sisa-sisa gulma dibuang. Selanjutnya, dapat dilakukan pembuatan bedengan dengan kondisi setinggi 30-40 cm, dan dipasang mulsa plastic untuk mempertahankan kelembaban tanah dan menghambat pertumbuhan gulma. Tidak lupa juga perlu dilakukan pembuatan lubang tanam dengan jarak antar tanaman

adalah 60-70 cm x 30-50 cm jika menggunakan sistem barisan tunggal. Jarak tanam juga bisa antara 50-40 cm jika menggunakan sistem barisan tanaman ganda atau lebih.

3. Pupuk dan Pemupukan

Sebelum pemasangan mulsa, pupuk harus diberikan terlebih dahulu pada tanah yang telah diolah. Pupuk yang digunakan dapat berupa pupuk kandang dengan dosis sebanyak 10 – 20 ton/ha. Setelah bibit cabai ditanam, untuk memacu pertumbuhannya, dapat dilakukan pemberian pupuk NPK mulai umur 7 sampai 60 hst. Pemupukan selanjutnya bisa diberikan pada tanaman yang berumur 30 hst, dengan memberikan pupuk NPK sebanyak 150 kg/Ha dan ditambah dengan pupuk Urea sebanyak 40 Kg/Ha. Pupuk diberikan pada jarak 15 cm dari tanaman. Penyemprotan pupuk daun pada tanaman juga dilakukan dengan dosis penggunaan sebanyak 2 – 5 gram/liter air. Ini bisa dilakukan saat tanaman berumur 7 sampai 30 hst dengan jarak pemberian antara 7 sampai 15 hari. Tanaman yang sudah berumur 40 hst dapat dilakukan pupuk susulan kedua menggunakan pupuk NPK sebanyak 300 kg/Ha. Tanaman yang berumur 50 HST dipupuk kembali dengan pupuk NPK sebanyak 350 kg/Ha. Begitupun pada umur 60 hst juga dipupuk dengan pupuk NPK sebanyak 200 Kg/Ha.

4. Pemasangan Ajir/Tongkat Tanaman Cabai

Ajir atau tongkat tanaman merupakan penopang tanaman agar tanaman tetap dalam kondisi tegak. Pada saat tanaman mulai menghasilkan buah, tanaman memiliki beban yang memerlukan penopang untuk menahan tanaman agar tidak roboh. Membuat ajir bisa dari bambu atau kayu yang dibelah dengan lebar 3 – 4 cm. Panjang ajir dibuat dengan ukuran 1 m atau juga bisa menyesuaikan dengan tinggi tanaman. Ujung ajir dibuat agak runcing agar mudah dimasukkan ke dalam tanah. Ajir yang sudah tertancap di tanah diikatkan pada tanaman dengan menggunakan tali raffia. Sebaiknya ajir dipasang setelah tanaman berumur satu bulan.

5. Pengairan dan Drainase

Tanaman cabai tidak tahan jika kekurangan air, namun juga akan mati jika terlalu banyak diberikan air. Berdasarkan hasil penelitian oleh Yeni dan Sumarna (1993), cabai akan mengalami pertumbuhan tanaman dan produksi yang optimal pada kelembapan tanah yang antara 60-80 % kapasitas lapang. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan jumlah pemberian air pada tanaman adalah menerapkan sistem irigasi tetes pada lahan yang kering.

6. Pemeliharaan

Aktivitas pemeliharaan cabai merah dilakukan untuk mengatasi adanya organisme pengganggu tanaman seperti gulma, hama dan penyakit. Tumbuhnya gulma di sekitar tanaman cabai dapat mengakibatkan adanya kompetisi dalam memanfaatkan lahan, air, sumber cahaya, dan unsur hara yang tersedia. Gulma juga menjadi sarang bagi hama dan penyakit yang akan menurunkan kuantitas maupun kualitas cabai. Pengendalian gulma dapat dilakukan dengan penyemprotan herbisida. Adanya penggunaan plastik mulsa juga menjadi upaya untuk mencegah pertumbuhan gulma yang telah banyak dilakukan petani.

Hama dan penyakit yang menyerang tanaman cabai dapat dikendalikan dengan menggunakan konsep pengendalian hama terpadu (PHT). Konsep PHT merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengurangi penggunaan pestisida sekaligus untuk menjaga kelestarian lingkungan. Konsep PHT bisa dilakukan dengan cara penggunaan tanaman resisten, melakukan penanaman serentak, membuat pergiliran tanaman, menjaga kebersihan lingkungan, penggunaan pupuk organik, pengairan yang baik dan penggunaan pestisida dengan dosis yang lebih rendah.

7. Panen

Panen cabai dilakukan pada saat tanaman berumur 3 bulan. Cabai bisa dipanen dalam kurun waktu 3 hingga 4

hari sekali atau juga bisa 1 kali dalam seminggu. Hingga tanaman berumur 6 – 7 bulan, cabai bisa dipanen sebanyak 12 sampai 20 kali. Ciri-ciri cabai yang sudah siap panen di antaranya buah sudah berwarna merah, atau berwarna hijau kemerahan dan juga hitam kemerahan. Pemanenan dilakukan dengan cara memetik buah beserta tangkainya.

Pengembangan Usahatani Cabai Merah di Daerah Non Sentra Produksi

Pada daerah non sentra produksi dengan jumlah petani yang lebih sedikit maupun produksi yang lebih rendah dibandingkan daerah sentra akan menjadi tantangan tersendiri bagi petani dalam menjalankan usaha tanaman cabai nya. Petani akan lebih sulit mendapat atau bertukar informasi dengan petani lain terkait usahatani cabai nya. Selain itu, produk cabai merah yang dihasilkan petani juga akan bersaing dengan cabai merah yang berasal dari luar daerah dengan kondisi yang lebih baik kualitasnya.

Strategi pengembangan usahatani cabai merah di daerah non sentra produksi dapat dirumuskan dengan menggunakan analisis SWOT. Cara ini terlebih dahulu dilakukan dengan menyusun faktor internal dan faktor eksternal pada usahatani cabai merah. Adapun faktor internal usahatani cabai merah pada daerah non sentra produksi khususnya di Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Matriks IFE (*Internal Factor Evaluation*) Usahatani Cabai Merah di Daerah Non Sentra Produksi di Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar Provinsi Riau

No	Faktor Internal	Bobot	Rating	Nilai Tertimbang
	Kekuatan			
1.	Penggunaan benih unggul dan bersertifikat	0,12	4	0,48
2.	Lahan milik sendiri	0,08	3	0,24

3.	Input tersedia dan mudah didapat	0,11	4	0,44
4.	Lahan cocok ditanami cabai	0,12	3	0,36
5.	Cabai yang dihasilkan berkualitas baik	0,09	3	0,27
	Jumlah	0,52		1,79
	Kelemahan			
1.	Modal terbatas	0,10	3	0,30
2.	Pendidikan petani masih rendah	0,09	3	0,27
3.	Teknologi budidaya masih tradisional	0,09	3	0,27
4.	Luas lahan terbatas/sempit	0,10	3	0,30
5.	Tingkat kegagalan usahatani cabai merah masih tinggi	0,10	4	0,40
	Jumlah	0,48		1,54
	Jumlah kekuatan + kelemahan	1,00		3,33

Tabel 9 yang berisikan faktor internal berupa kekuatan dan kelemahan usahatani cabai merah pada daerah non sentra produksi. Faktor kekuatan dengan bobot tertinggi adalah penggunaan benih unggul dan bersertifikat serta kondisi lahan yang dimiliki petani cocok untuk ditanami cabai. Sementara itu, untuk faktor kelemahan dengan bobot tertinggi yakni modal yang terbatas, lahan yang diusahakan masih sempit, dan tingkat kegagalan usaha masih tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena kurangnya kemampuan dan pengetahuan petani serta iklim usaha yang kurang mendukung karena jumlah petani yang masih sedikit. Selanjutnya, faktor eksternal pada usahatani cabai merah dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

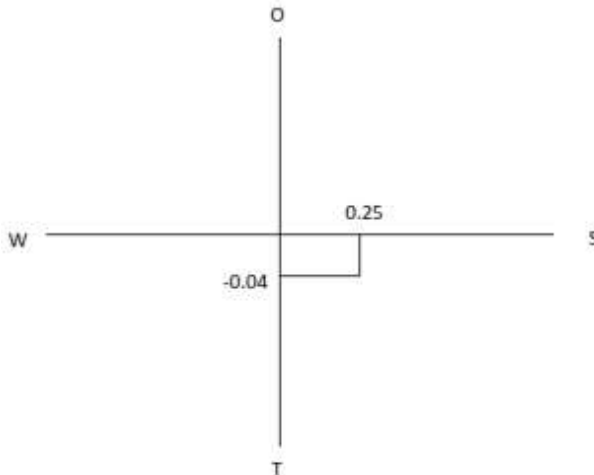
Tabel 10. Matriks EFE (*External Factor Evaluation*) Usahatani Cabai Merah di Daerah Non Sentra Produksi di Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar Provinsi Riau

No	Faktor Internal Peluang	Bobot	Rating	Nilai Tertimbang
1.	Kebutuhan cabai terus meningkat	0,13	4	0,52
2.	Lahan kosong masih tersedia	0,09	3	0,27
3.	Kesesuaian iklim untuk tanaman cabai	0,07	2	0,14
4.	Program pemerintah untuk peningkatan produksi cabai	0,11	4	0,44
5.	Harga jual cabai tinggi	0,10	3	0,30
	Jumlah	0,50		1,67
	Ancaman			
1.	Serangan hama dan penyakit	0,10	3	0,30
2.	Perubahan cuaca	0,10	3	0,30
3.	Alih fungsi lahan	0,09	3	0,27
4.	Produksi cabai dari luar daerah lebih berkualitas	0,11	4	0,44
5.	Harga cabai turun/tidak stabil	0,10	4	0,40
	Jumlah	0,50		1,71
	Jumlah peluang + ancaman	1,00		3,38

Melalui Tabel 2, dapat kita lihat bahwa daerah non sentra produksi dapat mengembangkan usahatani cabai

merah karena adanya peluang yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan cabai merah yang terus meningkat. Namun, terdapat juga ancaman bagi petani-petani yang mengusahakan cabai merah di daerah non sentra produksi yaitu produksi cabai merah yang berasal dari daerah sentra produksi memiliki kualitas lebih baik. Hal ini disebabkan cabai merah yang dihasilkan dari daerah sentra produksi karena petani yang mengusahakannya telah memiliki pengalaman cukup tinggi dan didukung dengan sarana dan prasarana yang memadai. Agar hasil produksi cabai merah dari daerah non sentra produksi dapat bersaing perlu dirumuskan strategi berdasarkan faktor internal dan eksternal yang telah disusun sebelumnya.

Setelah faktor internal dan eksternal dianalisis dengan menggunakan matrik IFE dan EFE, selanjutnya untuk mengetahui posisi usaha cabai merah maka digunakan kuadran SWOT. Hasil analisis kuadran SWOT dapat dilihat pada Gambar 21 berikut ini.



Gambar 21. Kuadran SWOT Usahatani Cabai Merah

Berdasarkan Gambar 21 tersebut dapat ditunjukkan bahwa usahatani cabai merah berada pada Kuadran II

dengan strategi utama yang digunakan yaitu strategi ST. Adapun rumusan strategi untuk pengembangan usahatani cabai merah di daerah non sentra produksi untuk masing-masing kuadran dapat dirumuskan menggunakan analisis matrik SWOT, yang dapat dilihat pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Matrik SWOT Usahatani Cabai Merah di Daerah Non Sentra Produksi di Kecamatan Bangkinang Kabupaten Kampar Provinsi Riau

<p>Faktor Internal</p> <p>Faktor Eksternal</p>	<p>Kekuatan (S)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penggunaan benih unggul dan bersertifikat 2. Lahan milik sendiri 3. Input tersedia dan mudah didapat 4. Lahan cocok ditanami cabai 5. Cabai yang dihasilkan berkualitas baik 	<p>Kelemahan (W)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modal terbatas 2. Pendidikan petani masih rendah 3. Teknologi budidaya masih tradisional 4. Luas lahan terbatas/sempit 5. Tingkat kegagalan usahatani cabai merah masih tinggi
<p>Peluang (O)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kebutuhan cabai terus meningkat 2. Lahan kosong masih tersedia 3. Kesesuaian iklim untuk tanaman cabai 	<p>Strategi SO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan jumlah produksi cabai merah (S1,2,3,4,5, O1, 2,3,4,5) 2. Menambah jumlah luasan lahan (S2, O2) 3. Mengikuti program pemerintah 	<p>Strategi WO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mencari informasi akses modal (W1, O1) 2. Mengikuti kegiatan penyuluhan atau pelatihan budidaya cabai merah (W2, O4) 3. Meningkatkan penggunaan

<p>4. Program pemerintah untuk peningkatan produksi cabai</p> <p>5. Harga jual cabai tinggi</p>	<p>untuk peningkatan produksi (S1,2, 04)</p>	<p>teknologi yang lebih modern pada usahatani cabai merah (W3,5, 03,4)</p>
<p>Ancaman (T)</p> <p>1. Serangan hama dan penyakit</p> <p>2. Perubahan cuaca</p> <p>3. Alih fungsi lahan</p> <p>4. Produksi cabai dari luar daerah lebih berkualitas</p> <p>5. Harga cabai turun/tidak stabil</p>	<p>Strategi ST</p> <p>1. Meningkatkan penggunaan benih dan input lainnya dengan kualitas yang lebih baik (S1, 3, 4,5, 01,2,4)</p> <p>2. Mengoptimalkan penggunaan lahan sendiri (S2, 03)</p>	<p>Strategi WT</p> <p>1. Meningkatkan penggunaan teknologi pada budidaya cabai merah (W3,4,5, 01,2,3,4)</p> <p>2. Mengolah cabai merah menjadi cabai kering agar lebih tahan lama (W5,05)</p>

Simpulan

Strategi untuk pengembangan usahatani cabai merah di daerah non sentra produksi berdasarkan analisis SWOT adalah 1. Meningkatkan jumlah produksi cabai merah dan Menambah jumlah luasan lahan; 2. Mencari informasi akses modal; 3. Mengikuti kegiatan penyuluhan atau pelatihan budidaya cabai merah; 4. Meningkatkan penggunaan benih dan input lainnya dengan kualitas yang lebih baik; 5. Mengoptimalkan penggunaan lahan sendiri; 6. Mengolah cabai merah menjadi cabai kering agar lebih tahan lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Alex, S. 2012. Sukses Mengolah Sampah Organik Menjadi Pupuk Organik. Pustaka Baru Press.Yogyakarta
- Ameriana, M., W. Adiyoga, dan L. Setiawati. 1998. Pola konsumsi dan selera konsumsi cabai dan kentang tingkat lembaga. Buletin Penelitian Hortikultura. Vol 8(3): 1233–1241.
- Asgar, A. 2009. Penanganan pascapanen beberapa jenis sayuran. Makalah Linkages ACIAR-SADI. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang.
- Darwis, A.P. 2011. Jenis-jenis Jamur Penyebab Penyakit Pada Tanaman cabai Kopay (*Capsicum annum*, L. Kultivar kopay) di Kelurahan Koto Panjang Lampasi, Kecamatan Payakumbuh Utara, Sumatera Barat. [skripsi]. Padang : Fakultas MIPA.
- Duriat, A.S. 1996. Cabai Merah: Komoditas Prospek dan Andalan. Dalam: A.S. Duriat., A. Widjaja., W. Hadisoeganda., T.A. Soetiarso., dan L. Prabaningrum. Teknologi Produksi Cabai Merah. Lembang, Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Kusandriani, Y., dan A. Muharam. 2005. Produksi Benih Cabai. Balitsa. Lembang-Bandung.
- Pantastico, E. 1986. Fisiologi Pascapanen Penanganan dan Pemanfaatan Buah- buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Salim, E. (2013). Meraup Untung Bertanam Cabe Hibrida Unggul di Lahan dan Polybag. Lily Publisher, Yogyakarta

- Sembiring, N. N. 2009. Pengaruh jenis bahan pengemas terhadap kualitas produk cabai merah (*Capsicum annum*, L.) segar kemasan selama penyimpanan dingin [tesis]. Medan: Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara.
- Siswanto,A.B, K. Sudarman dan S.Kusuno. 1995. Kesesuaian lahan untuk pengembangan tanaman cabai dalam Agribisnis Cabai. Penebar Swadaya, Jakarta
- Surya, A., 2013. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembangunan Sektor Pertanian dan Implikasinya terhadap Kesejahteraan Petani di Provinsi Lampung. *Jurnal Ekonomi*, Vol 15(1): 87-140.

Biodata Singkat Penulis



Ilma Satriana Dewi, SP., M.Si, berhidmat sebagai dosen tetap di Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau (UIR) sejak Tahun 2016 sampai sekarang. Jabatan yang pernah diemban yaitu sebagai Sekretaris Program Studi Agribisnis UIR pada Tahun 2023.

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PERTANIAN *“Strategi Mengurangkan Kemiskinan Pedesaan”*

Saipul Bahri

Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau
bahri-sp@agr.uir.ac.id

Pendahuluan

Pembangunan yang hakiki pada prinsipnya adalah pembangunan manusia seutuhnya yang tercermin dari tingkat kesejahteraan anggota masyarakat dimanapun mereka hidup. Masyarakat yang sejahtera adalah masyarakat yang dapat menikmati kemakmuran secara utuh, tidak miskin, tidak kelaparan dan mendapatkan pelayanan hidup yang setara dan merata. Mengurangi dan menghapuskan kemiskinan adalah diantara tujuan Pembangunan banyak negara yang dipopulerkan dalam kerangka Pembangunan Milenium atau *Millenium Development Goal (MDG's)*.

Kemiskinan

Isu yang paling sering dibicarakan di berbagai tingkatan negara adalah masalah kemiskinan. Namun, tingkat kemiskinan sangat bervariasi di berbagai negara dan sangat tergantung pada kebijakan serta metode yang digunakan dalam mengidentifikasi kelompok masyarakat yang terpinggirkan. Sejak era 1970-an, munculnya masalah-masalah kemiskinan seiring dengan transisi negara-negara Barat menuju masyarakat pasca-industri, terutama di wilayah pedesaan yang cenderung memiliki kualitas lingkungan yang buruk, lokasi geografis yang kurang menguntungkan, serta layanan dan fasilitas publik yang terbatas.

Mendefinisikan kemiskinan secara konseptual jauh lebih mudah daripada penerapannya secara operasional. Kemiskinan memiliki dimensi yang kompleks dan tidak hanya berkaitan dengan kondisi ekonomi semata. Istilah

kemiskinan merujuk pada dampak sosial dan psikologis yang merugikan, seperti kekerasan dalam rumah tangga, tingkat kriminalitas yang tinggi, kurangnya investasi sosial, permasalahan dalam pengembangan sumber daya manusia, ketidakadilan dalam layanan, dan rendahnya partisipasi politik. Definisi kemiskinan pada akhirnya bersifat spesifik untuk setiap negara.

Menurut Bank Dunia (2004), yang dikutip oleh *Davis* dan *Sanchez-Martinez* (2014), kemiskinan diartikan sebagai kekurangan dalam kesejahteraan yang melibatkan banyak dimensi, seperti pendapatan rendah, ketidakmampuan memperoleh barang dan jasa dasar untuk hidup layak, rendahnya tingkat kesehatan dan pendidikan, akses terbatas terhadap air bersih dan sanitasi, serta kurangnya kesempatan untuk meningkatkan taraf hidup.

Badan Pusat Statistik, seperti yang dilaporkan oleh Bappenas (2016), mendefinisikan kemiskinan melalui dua pendekatan: ukuran pendapatan dan ukuran non-pendapatan. Pendekatan pendapatan berkaitan dengan tingkat pendapatan atau pengeluaran individu untuk memenuhi kebutuhan pokok minimum. Sementara itu, pendekatan non-pendapatan mencakup tingkat konsumsi atau akses terhadap pelayanan dasar seperti perumahan, pendidikan, layanan kesehatan, sanitasi, air bersih, serta keterbatasan akses ke pendanaan dan kapasitas usaha.

Kemiskinan merujuk pada situasi di mana sumber daya yang dimiliki oleh individu atau kelompok tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan minimum, baik itu kebutuhan makanan maupun non-makanan. Kebutuhan minimum ini biasanya diukur dalam nilai mata uang tertentu yang menandai batas antara kondisi miskin dan tidak miskin, sering kali disebut sebagai garis kemiskinan. Dengan demikian, rumah tangga dengan pendapatan di bawah garis kemiskinan dianggap hidup dalam kondisi kemiskinan.

Kemiskinan Pedesaan

Kemiskinan di pedesaan merupakan masalah kompleks yang ditandai dengan kurangnya kebutuhan dasar dan terbatasnya akses ke sumber daya. Di banyak daerah pedesaan, tingkat pengangguran yang tinggi, tingkat pendapatan yang rendah, serta fasilitas kesehatan dan pendidikan yang tidak memadai berkontribusi terhadap kemiskinan yang terus berlanjut.

Salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap kemiskinan di pedesaan adalah ketergantungan pada pertanian. Banyak masyarakat pedesaan yang sangat bergantung pada pertanian sebagai mata pencaharian mereka. Namun, ketergantungan ini membuat mereka rentan terhadap fluktuasi harga panen dan pola cuaca yang tidak dapat diprediksi. Ketika harga panen jatuh atau terjadi bencana alam, masyarakat pedesaan mengalami ketidakstabilan ekonomi dan terdorong lebih jauh ke dalam kemiskinan.

Faktor demografis dan geografis juga memainkan peran penting dalam kemiskinan di pedesaan. Fenomena migrasi ke kota memiliki dampak yang signifikan terhadap masyarakat pedesaan. Ketika individu-individu pindah ke kota untuk mencari peluang yang lebih baik, daerah pedesaan ditinggalkan dengan populasi yang menua dan komunitas yang semakin berkurang. Fenomena ini menyebabkan penurunan aktivitas ekonomi dan memperburuk tingkat kemiskinan di daerah pedesaan.

Pertanian dan Kemiskinan Pedesaan

Seperti yang telah kita ketahui selama ini bahwa pertanian sering menjadi tulang punggung ekonomi pedesaan di berbagai negara. Artinya pertanian merupakan sumber nafkah utama bagi sebahagian besar masyarakat pedesaan, baik secara sosial maupun ekonomi. Sejarah telah membuktikan bahwa pertanian telah memberikan andil yang sangat besar dalam perkembangan ekonomi Masyarakat dan negara, terutama sebelum era

industrialisasi. Bahkan sektor pertanian merupakan batu loncatan untuk transformasi ekonomi ke sektor industri. Kendatipun demikian, mayoritas penduduk pedesaan terlibat dalam pertanian, kemiskinan masih menjadi masalah serius di banyak komunitas agraris.

Beberapa variabel yang berkaitan dengan pertanian dan kemiskinan di pedesaan antara lain adalah:

1. Pertanian Tradisional Masih Mendominasi

Karakteristik yang melekat pada pertanian tradisional, adalah masih minimnya penggunaan teknologi, baik teknologi biologi, kimiawi maupun teknologi mekanisasi. Keterbatasan teknologi tersebut menjadi kendala dalam meningkatkan produktivitas dan pendapatan rumah tangga petani, sehingga kemiskinan tetap wujud.

Proses produksi di sektor pertanian umumnya mengikuti irama alam. Artinya kegiatan pertanian akan selalu mengikuti kondisi iklim yang selalu berubah, seperti pola hujan yang tidak menentu dan kekeringan berfluktuatif, dapat menjadi penghambat dalam proses produksi pertanian yang akhirnya dapat merugikan petani.

2. Lemahnya Akses Terhadap Pemasaran

Kesulitan mencapai pasar yang menguntungkan untuk menjual hasil pertanian bisa mengurangi pendapatan petani. Hal ini disebabkan terbatasnya kemampuan petani untuk mendapatkan akses pemasaran, sehingga mereka harus tunduk kepada perantara (tengkulak) yang banyak mengambil manfaat (keuntungan) dari proses distribusi produk sampai ke konsumen.

3. Akses Terhadap Berbagai Sumber Daya Pertanian yang Masih Terbatas

Produksi pertanian memerlukan lahan dan air. Ketersediaan lahan subur dan air bersih di permukaan tanah semakin hari semakin terbatas akibat adanya

pembangunan di berbagai sektor, khususnya sub sektor perkebunan yang monokultur. Pembukaan areal perkebunan oleh perusahaan besar di beberapa wilayah di Indonesia telah mempersempit ketersediaan lahan subur yang dapat dikuasai petani di pedesaan. Hal ini jelas memperburuk dan menghimpit pertanian rakyat di pedesaan, sehingga mengurangi produktivitas pertanian pedesaan.

Lingkaran setan kemiskinan disektor pertanian pedesaan dimulai dari penggunaan input produksi yang terbatas akibat terbatas akses permodalan (kredit) yang berdampak kepada rendahnya hasil dan seterusnya mempengaruhi perolehan pendapatan. Rendahnya pendapatan menyebabkan petani tidak bisa menabung untuk keperluan produksi berikutnya, sehingga kembali menggunakan input dari hasil panen sebelumnya (tradisional). Biaya yang tinggi untuk pembelian input menjadi beban berat dalam pembiayaan usahatani.

4. Akses Terhadap Layanan dan Infrastruktur

Berbagai keterbatasan akses pelayanan dan infrastruktur yang dihadapi petani sampai saat ini adalah: (i) Layanan Keuangan; (ii) jalan yang memadai; (iii) penyimpanan dan distribusi.

Kurangnya akses terhadap layanan keuangan seperti kredit dengan berbagai skim yang berpihak kepada petani atau asuransi pertanian dapat membuat petani rentan terhadap resiko, baik resiko berproduksi maupun pemasaran. Buruknya infrastruktur jalan pedesaan dan kurangnya jalan-jalan produksi di kawasan usahatani menyebabkan sulitnya petani berhubungan dengan pasar dan memperbesar biaya transportasi. Di pihak lain terhambatnya distribusi hasil pertanian berisiko terhadap kerusakan produk dan dapat mempengaruhi harga. Demikian juga kurangnya akses terhadap penyimpanan

dan distribusi menyebabkan terhambatnya pertumbuhan ekonomi pedesaan.

5. Kurangnya Diversifikasi Ekonomi Pertanian

Potret sebahagian terbanyak petani di pedesaan membudidayakan satu jenis tanaman, artinya petani baik secara ekonomi maupun sosial bergantung kepada pertanian Tunggal (monokultur). Ketergantungan pada satu jenis tanaman atau komoditas tertentu dapat meningkatkan resiko produksi, terutama apabila terjadi kegagalan panen maupun resiko menurunnya harga produksi.

Produktivitas Pertanian

Produktivitas pertanian mengacu pada kemampuan sektor pertanian untuk menghasilkan hasil pertanian yang optimal dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia. Ini adalah faktor kunci dalam memastikan ketersediaan pangan yang cukup bagi populasi penduduk yang terus bertambah. Produktivitas pertanian pedesaan masih tergolong rendah terutama untuk pertanian rakyat, hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya adalah: (i) Teknologi Pertanian; (ii) Manajemen Sumber Daya; (iii) Faktor Alam dan Lingkungan; (iv) Pendidikan dan Pengetahuan Petani; dan (v) Infrastruktur dan Akses Pasar.

Perbedaan peningkatan produktivitas dengan peningkatan produksi adalah terletak pada penekanan penggunaan sumberdaya yang efektif dan efisien. Artinya dengan menggunakan input yang sama akan dapat menghasilkan lebih banyak output. Disinilah pentingnya manajemen produksi.

Pembahasan

Petani di pedesaan selalu berada pada pihak yang lemah terutama dalam memasarkan produksi usahatani, artinya petani tidak dapat berbuat banyak bila berhadapan dengan perantara. Harga produk pertanian selalu

mendekati pasar persaingan sempurna, karena jumlah produsen dan konsumen banyak. Beberapa produk Perkebunan struktur pasarnya adalah olygopsoni

Melihat hal tersebut petani mustahil dapat mempengaruhi atau membuat harga (*price taker*), apalagi secara persendirian. Lalu apa yang bisa dilakukan petani untuk meningkatkan pendapatan dan menjauhkannya dari perangkap kemiskinan. Salah satu hal penting yang dapat dilakukan oleh petani secara internal adalah meningkatkan produktivitas usahatani.

Untuk mengurangi kemiskinan di pedesaan, perhatian terhadap produktivitas di sektor pertanian memiliki peran yang sangat krusial. Perbaikan tingkat produktivitas akan dapat membantu dalam meningkatkan penerimaan petani, memperkecil ketidakpastian ekonomi, serta menjamin ketahanan pangan bagi masyarakat pedesaan. Beberapa hubungan antara produktivitas pertanian dan kemiskinan:

- Meningkatnya produktivitas pertanian sering berkaitan langsung dengan pendapatan petani. Usahatani yang lebih baik akan membuat pendapatan lebih stabil dan memperkuat ekonomi rumah tangga petani, akhirnya meningkatkan kesejahteraan petani. Dampak berikutnya adalah dapat mengurangi kemiskinan pedesaan.
- Apabila terjadi peningkatan produktivitas pertanian di pedesaan akan berdampak terhadap peningkatan produksi. Produksi yang banyak akan membantu penyediaan pangan yang cukup di pedesaan, sehingga memperkuat ketahanan pangan rumah tangga.
- Ketika produktivitas pertanian pedesaan meningkat akan dapat pula menghela atau mendorong tumbuhnya sektor lain, seperti aktivitas distribusi (pemasaran), pengolahan (agroindustry), dan kegiatan bisnis lainnya.
- Diantara sumberdaya yang penggunaannya perlu dilakukan dengan efektif dan efisien adalah teknologi, baik teknologi biologi, kimia maupun mekanisasi.

Misalnya penggunaan pupuk organik yang ramah lingkungan akan dapat mengurangi kerusakan lingkungan yang berdampak terhadap produktivitas. Dengan pertanian modern akan dapat meningkatkan produktivitas, dan akhirnya akan mengurangi kemiskinan pedesaan.

Petani mesti bertindak sebagai manajer pada usahatannya dan menjalankan prinsip-prinsip manajemen di sana, terutama dalam mentransformasi sumberdaya (input) menjadi output (barang dan jasa). Petani dianggap produktif sekiranya ia mampu mencapai tujuannya melalui penukaran input kepada output dengan Biaya yang rendah.

Semakin efisien petani dalam merubah input menjadi output maka petani bertindak produktif. Dengan perkataan lain semakin produktif kegiatan yang dilakukan maka dapat dikatakan produktivitasnya tinggi, atau peningkatan produktivitas berarti juga meningkatkan efisiensi.

Produktivitas (*productivity*) merupakan rasio Hasil (brng & jasa) dengan masukan (sumberdaya, seperti tenaga kerja, modal, dan lain-lain).

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Unit Hasil}}{\text{Masukan}}$$

Pekerjaan petani sebagai manajer adalah bagaimana ia mampu meningkatkan, (memperbaiki) rasio dari hasil atas masukan tersebut. Produktivitas sebuah usahatani dapat ditingkatkan melalui 4 cara:

1. Menetapkan jumlah output dan mengurangi masukan usahatani
2. Menetapkan jumlah masukan dan meningkatkan output (hasil)
3. Meningkatkan masukan, akan tetapi tingkat peningkatan hasil adalah lebih tinggi dibandingkan peningkatan masukan (produksi marginal)
4. Hasil dikurangkan, akan tetapi tingkat pengurangan masukan adalah lebih tinggi

Masukan dapat dinilai secara tunggal disebut produktivitas faktor tunggal, dan dapat pula menilai masukan secara simultan yang dikenal sebagai produktivitas multifaktor. Pengukuran produktivitas adalah cara yang paling baik untuk menilai kemampuan sebuah negara untuk memberikan peningkatan taraf hidup rakyatnya.

Contoh sederhana mengukur produktivitas (Analisis Produktivitas Usahatani Sawi, 2022):

Hasil Penjualan	Rp	<u>1.481.429</u>
Masukan:		
- Tenaga Kerja	Rp	633.721
- Benih	Rp	66.905
- Pupuk Kandang	Rp	32.239
- Pupuk Urea	Rp	31.781
- NPK	Rp	45.403
- Pestisida	Rp	<u>653.664</u>
Total masukan	Rp	1.463.713

$$\text{Produktivitas Faktor Tunggal} = \frac{\text{Total Hasil Penjualan}}{\text{Masukan}}$$

- Tenaga Kerja	=	2,338
- Benih	=	22,142
- Pupuk Kandang	=	45,951
- Pupuk Urea	=	46,614
- NPK	=	32,889
- Pestisida	=	2,266

$$\blacksquare \text{ Produktivitas Multifaktor} = \frac{\text{Total Hasil Penjualan}}{\text{Total Masukan}}$$

$$= \frac{1.481.429}{1.463.713} = 1,012$$

Secara parsial setiap penggunaan input pupuk urea senilai Rp1,- akan menghasilkan produksi senilai Rp46,614,-. Untuk produktivitas multifaktor menjelaskan

bahwa penggunaan input total (simultan) senilai Rp1,- akan menghasilkan output total senilai Rp1,012.

Peningkatan produktivitas usahatani jelas akan mampu meningkatkan kesejahteraan mereka dan pada akhirnya dapat mengurangi kemiskinan. Sekiranya petani mampu mengefisienkan penggunaan input sehingga nilai masukan (input) turun sebesar 2%, maka petani akan dapat meningkatkan produktivitas total sebesar 4,05%. Peningkatan produktivitas ini akan meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani.

Kesimpulan

Petani pedesaan selalu berada pada pihak yang lemah jika berhadapan dengan pelaku pemasaran. Petani tidak bisa menentukan atau membuat harga, akan tetapi pasrah menerima harga. Oleh karena itu petani harus mampu memproduksi secara efektif dan efisien agar produktivitas usahatani meningkat dan pendapatan juga akan meningkat. Ini juga bermakna meningkatnya kesejahteraan yang dapat menghindari petani dan keluarganya dari kemiskinannya. Upaya untuk meningkatkan produktivitas pertanian, baik melalui teknologi modern, pendidikan, pelatihan, akses terhadap pasar yang lebih luas, atau dukungan kebijakan dari pemerintah, merupakan langkah penting dalam mengurangi tingkat kemiskinan di pedesaan yang terkait erat dengan sektor pertanian.

Daftar Pustaka

Alex Addae-Korankye, 2019. Theories of Poverty: A Critical Review. Central Business School, Central University, P.O.Box Ds 2310, Accra, GHANA. Journal of Poverty, Investment and Development. ISSN 2422-846X An International Peer-reviewed Journal. Vol.48, 2019.

- Coelli T., Rao P D.S., Battese E.G. 1997. An Introduction To Efficiency And Productivity Analysis. Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London.
- Griffith B, And Nallari L. 2011. Understanding Growth And Poverty. The World Bank, Washinton, D.C.
- R D Yofa, M Maulana, A M Ar-rozi, I S Anugerah, V Darwis, P Simatupang. 2021. Poverty dynamics in farm and rural households: PATANAS data analysis 2007-2018, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing.
- Simon Campbell, Thai Nguyen, Alexander Sibelle and Franklin Soriano., 2019. Measuring productivity dispersion in selected Australian industries. Australian Government. Australian Bureou of Statistics.
- Shimizu, M., Wainai K., Cruz A,E. 1997. Value Added Productivity, Measurement And Its Practical Applications. With Linkage Between Productivity And Profitability. Japan Productivity Center For Socio-Economic Development.



Saipul Bahri (DR.Ir. Saipul Bahri, M.Ec) lahir di Pasir Pengarayan Rokan Hulu 03 Oktober 1961. Memperoleh gelar sarjana pertanian dari Universitas Islam Riau pada tahun 1991. Magister Ekonomi Pertanian dan Sumber dari Universiti Kebangsaan Malaysia pada tahun 2002. Doktor bidang Ekonomi Pertanian (kemiskinan)

diperoleh dari Universiti Malaya pada tahun 2013. Sejak tahun 1992 sampai sekarang berkiprah sebagai dosen tetap dan peneliti pada Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau.

PRODUKSI ANTIBIOTIK RAMAH LINGKUNGAN

Jarod Setiaji
Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian
Universitas Islam Riau
jr.setiaji@agr.uir.ac.id

Pendahuluan

Mikroorganisme patogen adalah kelompok organisme yang dapat menyebabkan penyakit misalnya dari golongan bakteri. Bakteri diketahui banyak menginfeksi organisme lainnya diantara adalah ikan. Pada budidaya ikan penyakit bakterial dapat mengakibatkan kematian dalam jumlah yang banyak, dan menyebabkan kerugian yang sangat besar (Cai et al 2018). Jenis-jenis bakteri yang selalu menyebabkan penyakit pada ikan-ikan budidaya misalnya spesies *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila* dan *Vibrio alginolyticus*.

Bakteri *Aeromonas hydrophila* dapat menyebabkan septicemia pada ikan air tawar dan merupakan agen etiologi penyakit ikan (Xia et al. 2017). Infeksi *Aeromonas hydrophila* dapat menyebabkan kerusakan sel dan jaringan, serta terjadinya pembengkakan terutama pada organ internal ikan seperti insang dan usus ikan (Hamed et al 2017). Bakteri *Aeromonas hydrophila* menyebabkan keparahan dari eksotoksin yang dihasilkan, sifat menempelnya pada sel, menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis fosfolipid dan pecahnya membran eritrosit (Stratev & Odeyemi, 2016).

Bakteri *Aeromonas hydrophila* dapat dengan cepat berkembang biak dalam sistem peredaran darah ikan dan sehingga dalam waktu 8 hingga 24 jam ikan akan mengalami kematian. *Aeromonas hydrophila* dilaporkan menginfeksi ikan kakap dan ikan gabus (Samayanpaulraj et al 2020). Selain itu juga menginfeksi jenis ikan mas, ikan lele dan jenis-jenis ikan patin (Rasmussen-Ivey et al 2016).

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* sering menginfeksi dengan memanfaatkan penurunan sistem kekebalan tubuh inangnya dan bakteri ini tergolong pada Gram negatif. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dapat merusak organ hati pada ikan-ikan budidaya (Souza et al 2019). Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dapat hidup dalam berbagai lingkungan yang tidak mendukung, hal ini yang menjadikannya mudah menginfeksi ikan.

Pseudomonas aeruginosa dapat menghasilkan berbagai racun dengan aktivitas hidrolitik (Weiler et al 2022). Proses infeksi, *Pseudomonas aeruginosa* tergantung pada faktor virulensi, yang memungkinkan untuk bergerak, menempel pada sel inang, menghindari respon imun, dan bermigrasi di dalam organisme (Hilliam et al 2020).

Vibrio alginolyticus dikenal sebagai patogen oportunistik gram negatif, yang menyebabkan vibriosis pada spesies ikan, sehingga membahayakan perkembangan industri akuakultur secara global (Zhao et al 2018). Infeksi *Vibrio alginolyticus* dapat menyebabkan perdarahan pada mukosa lambung, bisul, septikemia, dan kerusakan kornea ikan (Rameshkumar et al 2017).

Pengobatan penyakit bakterial yang menyerang ikan, pada umumnya dilakukan dengan cara pemberian antibiotik sintetis. Namun pemberian antibiotik sintetis tersebut yang dilakukan secara terus menerus, memberikan efek samping yang dapat merugikan ikan dan lingkungan (Rodriguez-Mozaz et al., 2020) serta menyebabkan terjadinya resistensi terhadap bakteri (Chen et al 2020).

Hasil kajian pemberian antibiotik kloramfenikol, ampicilin dan tetrasiklin menyebabkan patogen *Escherichia coli* di usus ikan lele menjadi resisten (Damayanti et al 2019). Penggunaan tetrasiklin selain menyebabkan resistansi pada bakteri *Escherichia coli*, juga meningkatkan resistensi pada bakteri *Streptococcus*.

Untuk mengurangi penggunaan antibiotik sintetis tersebut, perlu dicari senyawa antibakteri alami dari berbagai sumber, seperti memanfaatkan metabolit sekunder dari bakteri. Mikroorganisme dapat menghasilkan senyawa yang memiliki aktivitas biologis (Gozari et al 2021). *Bacillus pumilus* menghasilkan senyawa phosphoamicoumacin B, amicoumacin B, amicoumacin A, dan phosphoamicoumacin A (Zidour et al 2017). *Bacillus subtilis* MTCC 10403 menghasilkan 4 jenis senyawa sebagai antibakteri terhadap patogen *V. parahaemolyticus*, *A. hydrophila*, *V. vulnificus*, (Chakraborty et al 2017). Xiu et al (2017) melaporkan senyawa pumilacidin dapat dihasilkan oleh bakteri *Bacillus* sp. Bakteri *Pseudoalteromonas* dapat memproduksi pigmen karotenoid, yang digunakan sebagai bahan antimikroba pada bakteri *Staphylococcus aureus* (Wiguna et al 2016). Bakteri *Pseudoaltromonas* sp. menghasilkan Asam Hexadecatetraenoic ($C_{16}H_{24}O_2$), yang memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Vibrio alginolyticus* (Supardy et al 2019).

Pembahasan

Uji Fitokimia

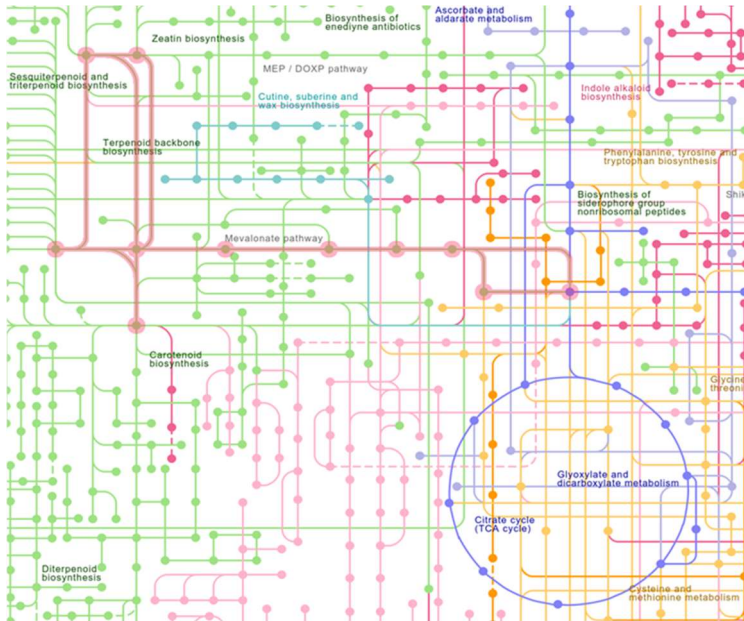
Untuk menghasilkan senyawa antibiotik disini menggunakan bakteri *Bacillus* sp. bakteri di dikultur pada media nutrient broth sebanyak 12 L di dalam erlemeyer selama 6 hari, selanjutnya kultur bakteri dilakukan ekstrasi menggunakan etil asetat. Perbandingan campuran etil asetat dengan kultur bakteri sebesar 1:1. Campuran kultur bakteri dan etil asetat kemudian diguncang sampai homogen dan selanjutnya disaring hingga didapat filtrat bening. Selanjutnya filtrat yang diperoleh diuapkan dengan rotary evaporator, sampai diperoleh ekstrak yang kental.

Untuk mengetahui jenis-jenis dari senyawa aktif yang memiliki aktivitas antimikroba, ekstrak tersebut diuji fitokimia, yaitu uji senyawa steroid, alkaloid, fenolik, terpenoid, saponin dan flavonoid. Hasil uji fitokimia ekstrak

metabolit sekunder dari bakteri *Bacillus* sp. yang diberi pereaksi Lieberma-Burchard menghasilkan warna merah (positif) terpenoid. Uji untuk golongan senyawa alkaloid, flavonoid, fenolik, saponin dan steroid memberikan hasil negatif. Hasil uji fitokimia ini sesuai dengan jalur biosintesis bakteri *Bacillus* pada sistem KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) (Gambar 1). Sebagian besar dari senyawa terpenoid yang dihasilkan oleh bakteri, berkaitan dalam sistem pertahanan selnya terhadap kondisi lingkungan yang kurang mendukung untuk kehidupannya.

Terpenoid merupakan jenis senyawa yang tersusun dari unit-unit 5 atom C atau yang lebih dikenal dengan unit-unit isopren. Kelompok senyawa terpenoid dihasilkan oleh organisme melalui jalur biogenetik asam mevalonat. Biosintesis terpenoid menggunakan prazat "*precursor*" asetil koenzim-A. Selanjutnya melalui asam mevalonat membentuk isopren sebagai senyawa antara, untuk menghasilkan molekul terpen dan selanjutnya menghasilkan terpenoid. Dalam jalur biosintesis terpenoid, terbentuk reaksi-reaksi dekarboksilasi fosforilasi, dan eliminasi asam fosfat, yang membentuk dimetil alil pirofosfat dan iso pentil pirofosfat oleh enzim isomerase.

Hal ini menjadi bangunan dasar terpenoid yang dihasilkan oleh jalur mevalonat. Iso pentil pirofosfat sebagai unit isopren aktif bergabung melalui ikatan kepala ke ekor dengan dimetil alil pirofosfat dan penggabungan ini merupakan langkah pertama dari polimerisasi isoprena untuk menghasilkan terpenoid. Moser & Pichler (2019), mikroba memulai biosintesis dari metabolisme endogen yang menghasilkan prekursor iso pentil pirofosfat dan dimetil alil pirofosfat untuk membentuk terpenoid.



Gambar 22. Jalur Biosintesis Bakteri *Bacillus* sp. (Warna Salem Jalur Mevalonat) yang Menghasilkan Senyawa Terpenoid

Senyawa terpenoid mewakili kelompok besar *phytochemical* yang mempunyai aktivitas antimikroba. Beberapa terpena dan turunannya terbukti menjadi agen antimikroba yang kuat, terhadap patogen yang telah resistan terhadap obat terutama dari golongan bakteri (Mahizan et al 2019). Xiu et al (2017) melaporkan zat antibakteri senyawa lipofilik yang terdapat pada terpenoid yang diduga menyebabkan terjadinya kerusakan membran sel.

Terpenoid dapat bereaksi dengan porin (protein transmembran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat dan merusak porin,

mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri sehingga sel bakteri kekurangan nutrisi dan pertumbuhan bakteri terhambat atau mati.

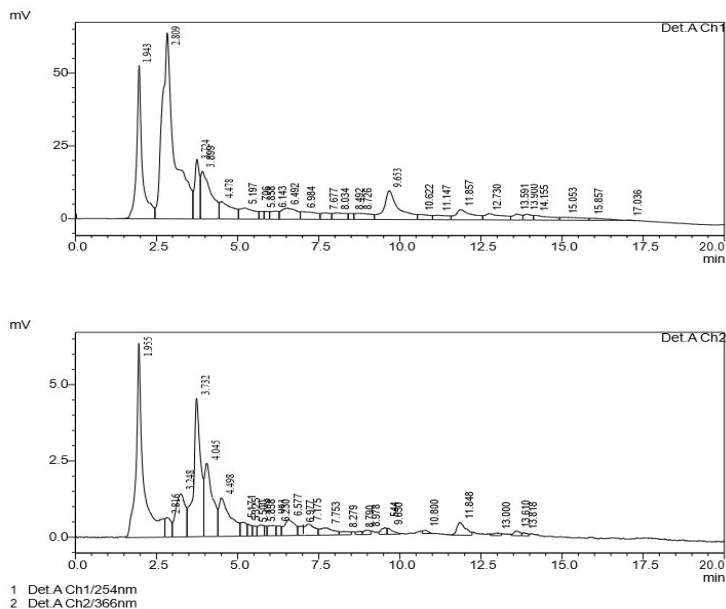
Terpenoid mempunyai mekanisme antibakteri dengan cara merusak membran sel bakteri. Kerusakan membran sel dapat terjadi ketika senyawa aktif antibakteri bereaksi dengan sisi aktif dari membran atau dengan melarutkan konstituen lipid dan meningkatkan permeabilitasnya. Membran sel bakteri terdiri dari fosfolipid dan molekul protein. Adanya peningkatan permeabilitas, menyebabkan senyawa antibakteri dapat masuk ke dalam sel dan dapat melisis membran sel atau mengkoagulasi sitoplasma dari sel bakteri.

Profil dan Gugus Fungsi Ekstrak Bakteri

Ekstrak metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. yang telah diperoleh diukur absorbansinya dengan spektroskopi ultra violet. Panjang gelombang dengan nilai absorbansi maksimum yang digunakan untuk analisis HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Senyawa yang telah diperoleh hasil kromatografi dilarutkan dengan pelarut metanol (HPLC grade). Lalu disaring dengan penyaring membran PTFE 0,45 μm , diameter 13 mm. Kemudian diinjeksikan melalui bagian injeksi sampel, kemudian fase gerak (asetonitrit-MeOH) akan membawa sampel bergerak melewati kolom yang panjangnya 15x46 mm kromatografi yang berisi fase diam. Proses pemisahan campuran akan diamati karena adanya detektor, yang kemudian akan menampilkan hasil pemisahan tersebut dalam bentuk kromatogram.

Untuk mengetahui ekstrak metabolit sekunder *Bacillus* sp. mengandung suatu senyawa, selanjutnya dianalisis dengan HPLC. Analisis HPLC menggunakan panjang gelombang 254 nm dan 366 nm. Angka ini diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan spektroskopi ultra violet. Hasil kromatogram HPLC ekstrak metabolit sekunder

Bacillus sp. menunjukkan 3 puncak yang dominan pada panjang gelombang 254 nm pada waktu retensi 1,94; 2,80 dan 3,72. Pada panjang gelombang 366 nm terdapat 2 puncak yang dominan yaitu pada waktu retensi 1,95 dan 3,73. Puncak pada kromatogram menandakan adanya senyawa yang terdeteksi pada detektor HPLC (Gambar 2).



Gambar 23. Kromatogram HPLC Ekstrak Metabolit Sekunder *Bacillus* sp. (254 nm dan 366 nm)

Analisis spektrum infra merah dilakukan untuk mengenali senyawa dan gugus fungsi yang terdapat pada ekstrak metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. Spektrum infra merah pada ekstrak metabolit sekunder *Bacillus* sp. menunjukkan adanya pita serapan pada bilangan gelombang 3147 cm^{-1} , 2732 cm^{-1} , 2535 cm^{-1} , 827 cm^{-1} (Gambar 3). Hasil analisis infra merah ini memberikan informasi bahwa serapan pada bilangan 3148 cm^{-1} adanya

gugus O-H alkohol, 2732 cm^{-1} C-H aldehid, 2535 cm^{-1} O-H asam karboksilat dan 827 cm^{-1} C=C alkena.

Gugus fungsional merupakan substituen atau bagian spesifik dalam molekul yang bertanggung jawab terhadap karakteristik reaksi kimia dari molekul-molekul tersebut. Hasil analisis menggunakan spektroskopi infra merah, pada ekstrak metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. terdapat gugus fungsi hidroksil, aldehid, asam karboksilat, alkena. Terdapatnya gugus fungsi dari ekstrak ini menunjukkan bahwa *Bacillus* sp. dapat menghasilkan beberapa senyawa kimia. Ukuran puncak pada spektrum infra merah, mengindikasikan langsung dari jumlah materi yang ada, karena semua senyawa menunjukkan karakteristik absorpsi pada spektrum infra merah. Spektrum infra merah bersifat spesifik, dan dapat menunjukkan gugus fungsional molekul.

Hasil spektrum infra merah dari ekstrak metabolit sekunder bakteri heterotrofik mengandung gugus fungsi, seperti gugus fungsi hidroksil, C-H alifatis, karbonil, C-H siklik dan asam karboksilat. Kandungan gugus fungsi yang ada pada ekstrak metabolit sekunder bakteri heterotrofik, merupakan gugus fungsi yang terdapat pada senyawa terpenoid. Widyawati et al (2016), hasil analisis spektrum infra merah, senyawa yang memiliki gugus fungsi O-H hidroksil, C-H alifatis, karbonil, C-H siklik dan asam karboksilat, merupakan gugus fungsi penyusun senyawa terpenoid.

Uji Daya Hambat pada Bakteri Patogen

Pengujian aktivitas antibakteri dari senyawa metabolit sekunder terhadap bakteri patogen (*V. alginolyticus*, *A. hydrophila*, *P. aeruginosa*) dilakukan dengan metode difusi agar. Senyawa metabolit sekunder dilarutkan dengan metanol sebanyak 1 mg/ml (1.000 ppm). Kultur bakteri patogen ($\text{OD}_{600\text{nm}}$ 0,08-0,1) diambil sebanyak 1 ml ditanam ke media NA cair (15 ml) pada suhu 50°C, selanjutnya dihomogenkan dan diletakkan pada petri disk. Kemudian

media biakan bakteri patogen dibiarkan sampai memadat (± 5 menit). Selanjutnya untuk kontrol positif diletakkan kertas antibiotik Oxytetraciklin pada media biakan bakteri patogen. Sebagai perlakuan ekstrak metabolit sekunder *Bacillus* sp. diteteskan pada kertas cakram sebanyak 30 μ l dan untuk control negatif digunakan metanol 30 μ l yang diteteskan pada kertas cakram. Selanjutnya media biakan bakteri patogen dieramkan dalam inkubator selama 22 jam disuhu 31^oC.

Ekstrak metabolit sekunder yang memiliki bahan antibakteri akan menghambat pertumbuhan bakteri patogen, yaitu dengan mengamati daerah bening yang dihasilkan di sekitar kertas cakram. Pengamatan daya hambat senyawa metabolit sekunder pada media kultur bakteri patogen, dilakukan dengan mengukur diameter daerah bening yang terdapat di sekitar kertas cakram.

Hasil pengamatan daya hambat, metabolit sekunder *Bacillus* sp. mampu menghambat pertumbuhan *V. alginolyticus*, *A. hydrophila* dan *P. aeruginosa*. Hal ini ditunjukkan dengan terbentuknya daerah bening di sekitar kertas cakram yang diberi larutan ekstrak metabolit sekunder *Bacillus* sp. Daya hambat ekstrak metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. terhadap *V. alginolyticus* sebesar 17,5 mm, terhadap *P. aeruginosa* sebesar 17,3 mm dan terhadap *A. hydrophila* sebesar 16,8 mm. Terjadinya perbedaan daya hambat ini disebabkan, masing-masing bakteri patogen mempunyai ketahanan yang berbeda pada senyawa antibakteri. Damayanti et al (2019) melaporkan, bakteri patogen dapat menunjukkan respon yang tidak sama pada setiap antibiotik.

Terbentuknya daerah/zona bening pada media kultur bakteri patogen menunjukkan bahwa, metabolit sekunder *Bacillus* sp. dapat memproduksi zat antimikroba seperti antibiotik atau senyawa lainnya. Bakteri dapat menghasilkan senyawa aktif yang dapat merusak dan menurunkan struktur dinding sel bakteri patogen. Senyawa

yang dihasilkan *Bacillus* sp. dapat melepaskan bahan kimia yang memiliki kemampuan bakteriostatik dan bakterisidal.

Simpulan

Bakteri *Bacillus* sp. dapat menghasilkan senyawa terpenoid, memiliki gugus fungsi O-H alkohol, C-H aldehid, O-H asam karboksilat dan C=C alkena. Ekstrak metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio alginolyticus* sebesar 17,5 mm, *Pseudomonas aeruginosa* sebesar 17,3 mm dan *Aeromonas hydrophila* sebesar 16,8 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Cai S., Cheng H., Pang H., Jian J., Wu Z. (2018). AcfA is an essential regulator for pathogenesis of fish pathogen *Vibrio alginolyticus*. *Veterinary Microbiology* 213:35-41.
- Chakraborty, K., Thilakan, B., & Raola, V.K. (2017). Antimicrobial polyketide furanoterpenoids from seaweed associated heterotrophic bacterium *Bacillus subtilis* MTCC 10403. *Phytochemistry*. 142: 112-125.
- Chen, Y., Cai, S., & Jian, J. (2020). Protection against *Vibrio alginolyticus* in pearl gentian grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus lanceolatus*) immunized with an *acfA*-deletion live attenuated vaccine. *Fish & Shellfish Immunology*. 86: 875-881
- Damayanti, S., Kusdarwati, R. & Suprpto, H. (2019). Bacterial resistance of *Escherichia coli* against antibiotics in *Clarias batrachus* digestion. *AACL Bioflux*. 12(6): 2195-2201
- Gozari, M., Alborz M., El-Seedi H.R., Jassbi A.R. (2021). Chemistry, biosynthesis and biological activity of terpenoids and meroterpenoids in bacteria and fungi isolated from different marine habitats. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 210:112957.

- Hamed, A.H., Ibrahim, I., Baumgartner, W., Lawrence M.L., & Karsi, A. (2017). Characterization of histopathological and ultrastructural changes in Channel Catfish experimentally infected with virulent *Aeromonas hydrophila*. *Frontiers in Microbiology*. 8: 1519.
- Hilliam, Y., Kaye, S., Winstanley, C. (2020). *Pseudomonas aeruginosa* and microbial keratitis. *Journal of Medical Microbiology* 69:3-13.
- Mahizan, N.A., Yang, S.K., Moo, C.L., Song, A.A.L., Chong, C.M. Chong, C.W., Abushelaibi, A., Lim, S.H.E., & Lai, K.S. (2019). Terpene derivatives as a potential agent against antimicrobial resistance (AMR) pathogens. *Molecules*. 24 (2631): 1-21.
- Moser, S., & Pichler, H. (2019). Identifying and engineering the idea microbial terpenoid production host. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 103: 5501-5516.
- Rameshkumar, P., Nazar, A.K.A. Pradeep, Kalidas, M.A. C., Jayakumar, R. Tamilmani, G., Sakthivel, M. Samal, A.K. Sirajudeen, Venkatesan, S. V. & Nazeera, B.M. (2017). Isolation and characterization of pathogenic *Vibrio alginolyticus* from sea cage cultured cobia (*Rachycentron canadum* Linnaeus 1766) in India. *Letters in Applied Microbiology*. 65(5): 423-430.
- Rasmuussen-Ivey, C.R., Hossain, M.J., Odom, S.E., Terhune, J.S., Hemstreet, W.G., Shoemaker, C.A., Zhang, D., Xu, D.H., Griffin, M.J., Liu, Y.J., Figueras, M.J., Santos, S.R., Newton, J.C., & Liles, M.R. (2016). Classification of a hypervirulent *Aeromonas hydrophila* pathotype responsible for epidemic outbreaks in Warm-Water Fishes. *Frontiers in Microbiology*. 7: 1615.
- Rodriguez-Mozaz, S., Vaz-Moreira, I., Giustina, S.V.D., Llorca, M., Barcelo, D., Schubert, S., Berendonk, T.U., Michael-Kordatou, I., Fatta-

- Kassinis, D., Martinez, J.L., Elpers, C., Henriques, I., Jaeger, T., Schwartz, T., Paulshus, E., O'Sullivan, K., Parnanen, K.M.M., Virta, M., Do, T.T., Walsh, F., & Manaia, C.M. (2020). Antibiotic residues in final effluents of European wastewater treatment plants and their impact on the aquatic environment. *Environment International*. 140(105733): 1-11.
- Samayanpaulraj, V., Sivaramapillai, M., Palani, S.N., Govindaraj, K., Velu, V., & Ramesh, U. (2020). Identification and characterization of virulent *Aeromonas hydrophila* Ah17 from infected *Channa striata* in river Cauvery and in vitro evaluation of shrimp chitosan. *Food Science and Nutrition*. 8:1272-1283.
- Souza, C.F., Baldissera, M.D., Descovi, S.N., Zeppenfeld, C.C., Camila, M., Verdi, C.M., Santos, R.C.V., da Silva, A.S., Baldisserotto, B. (2019). Grape pomace flour alleviates *Pseudomonas aeruginosa*-induced hepatic oxidative stress in grass carp by improving antioxidant defense. *Microbial Pathogenesis* 129:271-276.
- Stratev, D., & Odeyemi, O.A. (2016). Antimicrobial resistance of *Aeromonas hydrophila* isolated from different food sources: A mini-review. *Journal of Infection and Public Health*. 9(5): 535-44.
- Supardy, N.A., Ibrahim, D., Nor, S.R.M., & Noordin, W.N.M. (2019). Bioactive compounds of *Pseudoalteromonas* sp. IBRL PD4.8 inhibit growth of fouling bacteria and attenuate biofilms of *Vibrio alginolyticus* FB3. *Polish Journal of Microbiology*. 68(1): 21-33.
- Weiler, A.J., Spitz, O., Gudzuhn, M., Schott-Verdugo, S.N., Kamel, M., Thiele, B., Streit, W.R., Kedrov, A., Schmitt, L., Gohlke, H., Kovacic, F. (2022). A phospholipase B from *Pseudomonas aeruginosa* with activity towards endogenous phospholipids affects biofilm assembly.

- Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - *Molecular and Cell Biology of Lipids* 1867(4):159101.
- Widyawati, Yanwirasti, Djong, D.H., Dharsono, H.D.A., Kurnia, D., & Satari, M.H. (2016). Potential of terpenoid isolated from *Myrmecodia pendans* AS antibacterial against *Streptococcus mutans* ATCC 2517. *International Journal of Development Research*. 6 (10): 10350-10354.
- Wiguna, A.S., Kusmita, L., Radjasa, O.K. (2016). Uji aktivitas antibakteri pigmen karotenoid dari isolat bakteri simbiosis karang lunak *Sarcophyton* sp. terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. 3(3); 92-98.
- Xia, H., Tang, Y., Lu, F., Luo, Y., Yang, P., Wang, W., Jiang, J., Li, N., Han, Q., Liu F., & Liu, L. (2017). The effect of *Aeromonas hydrophila* infection on the non specific immunity of blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*. *Journal Immunology*. 42(3): 239-243.
- Xiu, P., Liu, R., Zhang, D., & Sun, C. (2017). Pumilacidin like lipopeptides derived from marine Bacterium *Bacillus* sp. Strain 176 suppress The motility of *Vibrio alginolyticus*. *Applied and Environmental Microbiology*. 83(12): 1-14.
- Zhao, Z., Liu, J., Deng, Y., Huang, W., Ren, C., Call, D.R., & Hu, C. (2018). The *Vibrio alginolyticus* T3SS effectors, Val1686 and Val1680, induce cell rounding, apoptosis and lysis of fish epithelial cells. *Virulence*. 9(1): 318-330.
- Zidour, M., Chevalier, M., Belguesmia, Y., Cudennec, B., Grard, T., Drider, D., Souissi S., & Flahaut, C. (2017). Isolation and characterization of bacteria colonizing *Acartia tonsa* copepod eggs and displaying antagonist effects against *Vibrio anguillarum*, *Vibrio alginolyticus*

and other pathogenic strains. *Frontiers in Microbiology*. 8(1919): 1-13.

Biodata Singkat Penulis



Dr. Jarod Setiaji, SPI., MSc. Dosen program studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Bidang keahlian mikrobiologi dan akuakultur.

POTENSI PENGEMBALIAN HARA SILICA (Si) DAN POSFOR (P) MELALUI SISA TANAMAN PADI KE SISTIM PERSAWAHAN

Hermansah dan Viola Okta Pratama dan Agustian
Fakultas Pertanian Universitas Andalas
hermansah@agr.unand.ac.id

Pendahuluan

Peningkatan dan keberlanjutan produksi padi, diperlukan pengelolaan yang tepat seperti penggunaan bibit yang baik dan unggul, penggunaan pupuk yang tepat sebagai input unsur hara bagi tanaman. Pengembalian jerami atau biomassa tanaman ke lahan sawah juga merupakan praktik pengelolaan yang bermanfaat untuk menjaga kesuburan tanah. Sesuai dengan penelitian Novizan (2000), pupuk memiliki dampak signifikan terhadap karakteristik kimia tanah, dan pemupukan dianggap efektif ketika pupuk yang digunakan dapat melengkapi unsur hara yang ada dalam tanah. Oleh karena itu, sebelum pemberian pupuk, penting untuk memahami karakteristik kimia tanah sebagai dasar untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pupuk yang diberikan oleh petani di Kecamatan Gunung Talang terdiri dari 250 kg Urea, 250 kg Ponska, dan 280 kg SP36. Pupuk-pupuk ini mengandung unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang merupakan unsur penting untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi. Namun, perlu diperhatikan bahwa unsur silika (Si) tidak disertakan dalam pupuk ini dan hanya bergantung pada pengelolaan dan pengembalian sisa tanaman. Saat ini, belum ada penambahan unsur silika melalui pupuk. Unsur hara yang dibutuhkan tanaman padi tidak hanya berasal dari pemupukan, tetapi juga dapat meningkat melalui pengembalian jerami dan biomassa tanaman. Namun, pada umumnya pengembalian jerami

sering kali tidak dilakukan dengan baik oleh petani, sehingga unsur hara ikut terangkut bersama jerami atau sisa tanaman. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan status hara dalam tanah secara berkelanjutan. Menurut Departemen Pertanian (Deptan) pada tahun 2008, proses pemanenan padi di lahan sawah dapat menyebabkan terangkutnya beberapa unsur hara, seperti silika (Si) dan kalium (K), dari tanah, yang ikut terangkut bersama jerami padi. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan tingkat hara dalam tanah dari waktu ke waktu. Silika (Si) merupakan unsur hara yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman padi. Epstein (1999) menyatakan bahwa silika (Si) dikenal dengan *beneficial element* untuk tanaman padi. Kandungan Si pada tanaman padi dapat membantu menguatkan batang tanaman, meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit, serta meningkatkan ketersediaan P dalam tanah. Fosfor adalah unsur hara penting bagi tanaman padi, yang memiliki peran dalam berbagai proses pertumbuhan, termasuk pembelahan sel dan perkembangan akar. Kecukupan unsur hara Si dan P sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi, meningkatkan kualitas hasil, dan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Pengangkutan hara melalui sisa panen yang tidak dikembalikan secara terus menerus akan mengakibatkan terjadinya degradasi tanah. Menentukan jumlah potensi hara Si dan P yang dapat dikembalikan melalui sisa tanaman telah ditentukan melalui penghitungan jumlah biomasa sisa tanaman dan konsentrasi kandungan hara Si dan P pada sisa tanaman tersebut. Tulisan ini akan menguraikan tentang potensi hara Si dan P yang dapat dikembalikan melalui sisa tanaman ke sistem sawah untuk satu musim tanam pada beberapa elevasi sawah di Kecamatan Gunung Talang Solok.

Pembahasan

Neraca hara adalah perimbangan jumlah unsur hara yang di masukkan ke dalam sistem produksi (input) dengan jumlah hara yang keluar dari sistem produksi (output). Apabila jumlah hara yang dimasukkan lebih rendah daripada hara yang dikeluarkan, berarti kekurangan hara akan dipenuhi hara dari dalam tanah, sehingga akan terjadi pengurasan hara tanah. Dalam jangka panjang akan terjadi pemiskinan hara tanah. Keseimbangan hara akan dicapai jika rekomendasi pemupukan didasarkan pada status hara tanah dan kebutuhan tanaman akan hara.

Pada umumnya pemupukan padi dilakukan hanya dengan pupuk N dan P, sebagian wilayah penggunaan pupuk urea > 500 kg/ha. Pemakaian pupuk anorganik yang tidak terkontrol dapat pula menurunkan produktivitas serta kualitas lingkungan (Adiningsih *et al.*, 1989; Moersidi *et al.*, 1990; Rochayati *et al.*, 1990; Adiningsih, 1992). Penggunaan pupuk N dan P terus-menerus dengan dosis tinggi yang tidak diikuti pengembalian sisa panen mengakibatkan pengurasan hara makro (K, Ca, Mg, dan S) dan hara mikro (Zn dan Cu). Pengembalian jerami padi minimal selama lima tahun dosis pupuk N berkurang 28 kg N/ha, keseimbangan hara K tercapai pada pengembalian jerami selama tiga tahun dan penambahan 60 kg K₂O/ha (Abdulah *et al.*, 2004). Pemberian pupuk kandang sapi dan abu sekam nyata meningkatkan hasil padi pada musim kemarau.

Menurut Sumida (2002); Roesmarkam dan Yuwono (2002) Ketersediaan Si dipengaruhi oleh perbandingan Si tersedia terhadap seskuioksida tersedia. Bertambah tinggi angka Si/Al atau Si/Fe, bertambah tinggi pula Si yang dapat diserap oleh tanaman padi (Yuwono *et al.*, 2007). Sumber unsur hara Si bagi tanaman berasal dari tanah, air irigasi, dan residu tanaman seperti jerami dan sekam padi atau lebih apabila dikembalikan ke dalam tanah. Menurut Bollich dan Matichenkov (2002) *cit* Djajadi (2013) lahan sawah

untuk budidaya padi dan tebu bila berkadar Si kurang dari 300 mg SiO₂/kg digolongkan sebagai lahan yang defisien Si, dan yang rendah berkadar kurang dari 600 mg SiO₂/kg termasuk lahan yang berkadar Si yang rendah.

Silika (Si) merupakan unsur hara non esensial luput dari perhatian pemerintah dan para petani di sawah. Penambahan Si secara artifisial dalam praktek bercocok tanam padi sejauh ini. Perpindahan Si keluar area persawahan melalui proses penebaran dan erosi tanpa diiringi dengan penambahan Si secara artifisial diduga merupakan faktor utama dalam proses penurunan kandungan Si tersedia dalam tanah (Otsuka, 2000 dan Kyuma, 2004 *cit* Darmawan, 2005). Berdasarkan peta satuan lahan dan tanah lembar Solok oleh Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor (1990), tanah di Kecamatan Gunung Talang tergolong Ordo Inceptisol. Inceptisol adalah tanah yang belum matang (*immature*) dengan perkembangan profil yang lebih lemah dibandingkan dengan tanah yang matang dan masih banyak menyerupai sifat bahan induk (Hardjowigeno *et al.*, 2005). Kandungan rata-rata Si-tersedia pada tanah sawah Kecamatan Gunung Talang berkisar antara 86,53 mg/kg - 158,98 mg/kg tanah (Adila, 2023). Menurut Kawaguchi and Kyuma (1997) umumnya tanah-tanah sawah yang terletak di benua Asia dengan iklim tropis memiliki rata-rata kandungan Si antara 104 hingga 629 mg/kg SiO₂. Berdasarkan acuan tersebut, kadar silika tersedia pada tanah sawah Kecamatan Gunung Talang lebih rendah dari pada batasan yang ada (<300mg/kg), dan kandungan total fosfor (P) di dalam tanah sawah Kecamatan Gunung Talang menunjukkan nilai yang relatif tinggi. Rata-rata kandungan P-total tergolong tinggi yaitu 57,88 mg/100g (Adilla, 2023). Ini disebabkan karena kisaran kandungan P-total mulai dari 11,95 168,63 mg/100g.

Faktor iklim yang sangat mempengaruhi kondisi lahan pertanian adalah curah hujan. Data curah hujan

stasiun Gunung Talang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Sicincin dengan rentang waktu 9 tahun yaitu dari tahun 2014 sampai tahun 2022. Penentuan tipe iklim di wilayah penelitian ditentukan berdasarkan klasifikasi iklim Oldeman dan Schmidt-Ferguson. Menurut Lakitan (2002) *cit* Sasminto *et al.*, (2013), klasifikasi iklim Schmidt-Ferguson (1951) didasarkan pada nilai perbandingan (Q) antara rata-rata banyaknya bulan kering (Md) dan rata-rata banyaknya bulan basah (Mf) dalam rentang tahun penelitian. Sedangkan, klasifikasi iklim menurut Oldeman didasarkan atas jumlah bulan basah dan bulan kering berturut-turut.

Berdasarkan data curah hujan 9 tahun terakhir yang diperoleh dari BMKG (2023), Kecamatan Gunung Talang Kabupaten Solok memiliki tipe iklim A (Sangat Basah) dengan nilai Q yaitu 5,49% menurut klasifikasi iklim Schmidt-Ferguson (Lampiran 6 & 7). Sedangkan menurut Oldeman, wilayah penelitian memiliki tipe iklim C1 dengan jumlah bulan basah (curah hujan >200 mm) berturut-turut sebanyak 5 bulan (April-Mei dan Oktober-November-Desember) tanpa bulan kering berturut-turut (curah hujan < 100 mm). Tipe iklim ini menunjukkan bahwa Kecamatan Gunung Talang sesuai untuk pola pertanaman padi umur pendek 1 kali dalam setahun. Berdasarkan wawancara dengan petani lahan sawah di daerah penelitian ini sudah diolah \pm 100 tahun, dan sudah termasuk pada lahan sawah intensif tanpa ada masa pemberaan, hal ini karena didukung oleh kondisi areal persawahan berjenjang yang mendapatkan air irigasi secara terus menerus, sehingga budidaya tanaman padi dapat dilakukan 2-3 kali dalam setahun. Waktu yang dibutuhkan petani dari selesai panen sampai memulai kembali pengolahan lahan disesuaikan dengan keadaan setempat dan umur benih yang akan ditanam.

Berdasarkan wawancara dengan petani lahan sawah di daerah penelitian ini sudah diolah \pm 100 tahun, dan sudah

termasuk pada lahan sawah intensif tanpa ada masa pemberaan, hal ini karena didukung oleh kondisi areal persawahan berjenjang yang mendapatkan air irigasi secara terus menerus, sehingga budidaya tanaman padi dapat dilakukan 2-3 kali dalam setahun. Waktu yang dibutuhkan petani dari selesai panen sampai memulai kembali pengolahan lahan disesuaikan dengan keadaan setempat dan umur benih yang akan ditanam. Pengelolaan lahan sawah yang dilakukan masyarakat setempat dengan menggunakan *hand tractor* atau bajak tanah dan ada beberapa menggunakan cangkul. Pengolahan ini dilakukan berdasarkan dengan luas lahan yang dimiliki masing-masing petani. Bobot biomassa sisa tanaman bagian atas dan bawah tanaman padi pada berbagai elevasi pada lahan sawah yang diamati dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Bobot biomassa sisa tanaman bagian atas dan bawah tanaman padi pada beberapa elevasi lahan sawah Gunung Talang

Elevasi	Bagian Atas	Bagian Bawah	Total
	ton/ha		
1 (600-700 mdpl)	4,19	1,43	5,62 ^a
2 (700-800 mdpl)	4,14	1,18	5,33 ^a
3 (800-900 mdpl)	4,19	1,26	5,45 ^a
4 (900-1.000 mdpl)	4,05	1,62	6,67 ^a
5 (1.000-1.100 mdpl)	4,29	1,17	5,46 ^a

Angka-angka diikuti dengan huruf berbeda adalah berbeda nyata, sedangkan yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji t, $p > 0.05$.

Berdasarkan uji t dapat dilihat bahwa elevasi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada nilai biomassa sisa tanaman bagian atas dan bawah pada tanaman padi pada setiap elevasi. Pada Tabel 1 jika dilihat bobot biomassa sisa panen terlihat bahwa pada elevasi 4 memiliki bobot biomassa sisa panen tertinggi yaitu (6,67 ton/ha), dengan bobot biomassa sisa tanaman bagian atas tanaman padi (4,05 ton/ha) dan bagian bawah (1,62 ton/ha) yang terletak pada Nagari Koto Gaek Guguak, diikuti oleh elevasi 1 memiliki bobot biomassa yaitu (5,62 ton/ha), dengan bobot biomassa sisa tanaman bagian atas (4,19 ton/ha) dan bagian bawah (1,43 ton/ha) yang terletak di Nagari Jawi-Jawi. Setelah itu diikuti oleh elevasi 5 memiliki bobot yaitu sebesar (5,46 ton/ha), dengan bobot biomassa sisa tanaman bagian atas (4,29 ton/ha) dan bagian bawah (1,17 ton/ha) yang terletak pada Nagari Koto Gadang Guguak. Selanjutnya diikuti oleh elevasi 3 memiliki bobot biomassa yaitu (5,45 ton/ha), dengan bobot biomassa sisa tanaman bagian atas (4,19 ton/ha) dan bagian bawah (1,26 ton/ha) terletak pada Nagari Talang. Sedangkan bobot biomassa sisa panen terendah terdapat pada elevasi 2 yaitu (5,33 ton/ha) dengan bobot biomassa sisa tanaman bagian bawah (4,14 ton/ha) dan bagian bawah (1,18 ton/ha), terdapat pada Nagari Talang.

Bobot biomassa sisa tanaman bagian atas dan bagian bawah tanaman padi mempengaruhi jumlah biomassa yang dikembalikan ke tanah, pengembalian jerami ke dalam tanah dapat meningkatkan ketersediaan hara dan meningkatkan biomassa akar pada tanaman padi. Semakin tinggi bobot biomassa tunggul dan akar, semakin banyak unsur hara yang dikembalikan ke tanah (Lal, R, 2004). Faktor-faktor lain seperti pengelolaan tanah dan

rejim air juga dapat mempengaruhi sumbangan unsur hara, seperti pengaruh proses dekomposisi dan mineralisasi. Selain itu, sumber organik seperti sisa panen padi juga dapat meningkatkan kualitas tanah, termasuk sifat fisik, kimia, dan biologi, yang pada gilirannya dapat berkontribusi pada ketersediaan nutrisi dan produktivitas tanah.

Perbedaan dalam bobot biomassa sisa tanaman bagian atas dan bagian bawah tanaman padi pada berbagai jenis sawah tersebut dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti jumlah tanaman dalam satu rumpun, jarak tanam, varietas tanaman, manajemen pupuk, elevasi atau ketinggian tempat dan kondisi pertumbuhan lainnya. Ketinggian tempat, bentuk lahan yang bergelombang, berbukit, dan berombak dapat mempengaruhi jumlah biomassa tanaman padi. Pada ketinggian yang lebih tinggi, suhu cenderung lebih rendah dan kelembaban udara bisa berbeda. Perbedaan bentuk lahan dan iklim ini dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi serta produksi biomassa pada akar dan tanaman. Wei *et al.*, (2020) menyatakan bahwa ketinggian tempat berhubungan dengan perbedaan dalam lamanya musim tumbuh, yang dapat mempengaruhi masa pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi, serta akhirnya mempengaruhi produksi biomassa.

Sisa panen seperti jerami sebagian besar dibakar pada lahan sawah, dan ada beberapa petani mengembalikan jerami ke dalam lahan sawah untuk dijadikan pupuk. Untuk perontokan gabah petani setempat melakukannya secara manual (malambuik).

Varietas padi yang digunakan di Nagari Jawi-Jawi, Talang, dan Koto Gaek Guguak, yaitu Sokan dengan umur panen (\pm 100 hari), sedangkan di Nagari Koto Gadang Guguak menggunakan Varietas Sokan umur panen (\pm 120 hari). Untuk menjaga kecukupan hara, petani di Nagari Jawi-Jawi dengan elevasi 600-700 m d.p.l memberikan

pupuk buatan yaitu Urea yaitu 250-350 kg/ha, SP36 yaitu 100-150 kg/ha, Phonska yaitu 150-250 kg/ha, dan TSP yaitu 100-150 kg/ha. Pada Nagari Talang dengan elevasi 700-900 mdpl petani hanya memberikan pupuk Urea yaitu 200-300 kg/ha, NPK 150-250 kg/ha, SP36 yaitu 100-150 kg/ha, dan petani juga memberikan pupuk kandang pada saat sebelum pengelolaan tanah. Pada Nagari Koto Gaek Gugak dan Nagari Koto Gadang Guguak dengan elevasi 900-1100 m d.p.l petani hanya memberikan pupuk buatan seperti Urea yaitu 250-300 kg/ha, SP36 yaitu 100-150 kg/ha, dan NPK 100-200 kg/ha. Pemberian pupuk pada masing-masing elevasi dilakukan dengan cara disebar.

Jerami padi pada setiap Nagari dan elevasi di lahan sawah, di Nagari Jawi-Jawi, dan Koto Gadang Guguak dibakar, sedangkan di Nagari Talang dan Nagari Koto Gaek Guguak sisa panen dikembalikan ke lahan dengan digenangi (\pm 4 hari). Sedangkan dalam penanganan hasil panen padi, lebih banyak dilakukan oleh masyarakat secara manual karena selain menghemat uang juga dapat memantau hasil panen sendiri.

Hasil analisis kandungan hara Si dan P pada sisa tanaman padi lahan sawah di Kecamatan Gunung Talang Kabupaten Solok dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil analisis Si dan P pada sisa tanaman bagian atas dan bagian bawah tanaman padi pada lahan sawah di Kecamatan Gunung Talang Kabupaten Solok.

Elevasi	Biomassa	Si	P
		%	
1 (600-700 mdpl)	Bagian Atas	1,84 ^a	1,40 ^a
	Bagian Bawah	1,91 ^a	1,38 ^a
2 (700-800 mdpl)	Bagian Atas	2,84 ^a	0,45 ^{ab}
	Bagian Bawah	2,74 ^a	1,41 ^{ab}
3 (800-900 mdpl)	Bagian Atas	2,19 ^a	0,57 ^{ab}
	Bagian Bawah	2,03 ^a	0,23 ^{ab}
4 (900-1.000 mdpl)	Bagian Atas	2,29 ^a	1,00 ^{ab}
	Bagian Bawah	1,92 ^a	0,99 ^{ab}
5 (1.000-1.100 mdpl)	Bagian Atas	1,91 ^a	0,22 ^b
	Bagian Bawah	2,17 ^a	0,64 ^b

Angka-angka diikuti dengan huruf berbeda adalah berbeda nyata, sedangkan yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji t, $p > 0.05$.

Silika merupakan salah satu unsur fungsional yang memiliki peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman khususnya tanaman padi (Makarim *et al.*, 2007). Pada tabel 2 dapat dilihat nilai kandungan Si tanaman padi pada sisa tanaman bagian atas (batang dan daun) yang tertinggi terdapat pada lahan sawah elevasi 2 yaitu 2,84 %, diikuti oleh lahan sawah elevasi 4 yaitu 2,29 %, selanjutnya pada lahan sawah elevasi 3 yaitu 2,19 %, kemudian pada lahan sawah elevasi 5 yaitu 1,91 %, dan nilai Si sisa tanaman bagian atas

terendah terdapat pada lahan sawah elevasi 1 yaitu 1,84 %. Sedangkan pada sisa tanaman padi bagian bawah (akar) tertinggi terdapat pada lahan sawah elevasi 2 yaitu 2,74 %, diikuti oleh lahan sawah elevasi 5 yaitu 2,17 %, selanjutnya oleh lahan sawah elevasi 3 yaitu 2,03 %, kemudian diikuti oleh lahan sawah elevasi 4 yaitu 1,92 %, dan yang terendah terdapat pada lahan sawah elevasi 1 yaitu 1,91 %.

Kandungan Si tertinggi pada sisa tanaman bagian atas dan bawah terdapat pada elevasi 2 (700-800 mdpl) dengan kandungan Si pada bagian atas 2,74 % , dan pada bagian bawah tanaman padi yaitu 2,84 %, tingginya kandungan Si disini dikarenakan pada saat panen petani mengembalikan sisa panen ke lahan sehingga kandungan Silika terakumulasi pada elevasi tersebut. Menurut Husnain *et al.*, (2008) sumber unsur hara Silika bagi tanaman berasal dari tanah, air irigasi, dan residu tanaman seperti jerami dan sekam padi apabila dikembalikan ke dalam tanah, serta ketersediaan Si dalam tanah juga dipengaruhi oleh sebaran bahan induk, iklim dan pengelolaan lahan.

Kandungan Si terendah pada sisa tanaman bagian atas dan bawah terdapat pada elevasi 1 (600-700 mdpl) dengan kandungan Si pada bagian atas (1,84 %), dan bagian bawah (1,91 %), rendahnya kandungan silika pada elevasi ini dikarenakan kandungan Si sedikit yang tertinggal di tanah disebabkan karena banyaknya yang diangkut keluar saat panen, dan juga sumbangan hara Si dari air irigasi juga sedikit. Kandungan silika dalam tanah merupakan faktor utama yang mempengaruhi ketersediaan silika bagi tanaman padi. Jika tanah memiliki kandungan silika yang rendah, maka tanaman padi akan mengalami keterbatasan dalam menyerap silika dan mengakumulasinya dalam batang (Liang *et al.*, 2015).

Berdasarkan uji t terlihat bahwa elevasi berpengaruh nyata, ada perbedaan nilai P pada sisa

tanaman bagian atas dan bawah pada tanaman padi pada setiap elevasi. Unsur fosfor sebagai sumber energi yang membantu tanaman dalam perkembangan pertumbuhan tanaman padi dapat dilihat hasil analisisnya pada Tabel 4. Kandungan hara P-total tertinggi pada sisa tanaman bagian atas terdapat pada lahan sawah elevasi 1 yaitu 1,40%, diikuti oleh lahan sawah elevasi 4 yaitu 1,00 %, selanjutnya pada lahan sawah elevasi 3 yaitu 0,57 %, kemudian pada lahan sawah elevasi 2 yaitu 0,45 %, dan nilai P-total sisa tanaman bagian atas tanaman padi terendah terdapat pada lahan sawah elevasi 5 yaitu 0,22%. Sedangkan pada sisa tanaman bagian bawah tertinggi terdapat pada lahan sawah elevasi 2 yaitu 1,41 %, diikuti oleh lahan sawah elevasi 1 yaitu 1,38 %, selanjutnya oleh lahan sawah elevasi 4 yaitu 0,99 %, kemudian diikuti oleh lahan sawah elevasi 5 yaitu 0,64 %, dan yang terendah terdapat pada lahan sawah elevasi 3 yaitu 0,23 %.

Dari kelima elevasi sawah lokasi penelitian, kadar hara P-total tertinggi dari sisa tanaman bagian atas dan bawah tanaman padi terdapat pada elevasi 2 (700-800 mdpl) yaitu 1,41 % pada sisa tanaman bagian atas dan pada bagian bawah di elevasi 1 (600-700 mdpl) yaitu 1,40%. Tingginya kandungan P pada biomassa sisa tanaman bagian atas dan bawah berasal dari pemberian pupuk kandang dan petani memberikan pupuk SP36, TSP, dan Phonska oleh karena itu kandungan P bertumpuk pada elevasi 1 makanya kandungan hara P tinggi pada elevasi tersebut. Hal ini dijelaskan oleh Mahajan *et al.*, (2016) bahwa penggunaan pupuk organik, termasuk pupuk kandang, dapat meningkatkan ketersediaan fosfor dalam tanah dan akumulasi fosfor dalam biomassa tanaman padi. Pupuk organik memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kandungan bahan organik, dan

meningkatkan ketersediaan nutrisi, termasuk fosfor, bagi tanaman.

Rendahnya hara P disebabkan karena tidak tersedianya P di dalam tanah. Kandungan P-total terendah pada sisa tanaman bagian atas di elevasi 5 (1.000-1.100 mdpl) yaitu 0,22 %, dan pada bagian bawah terendah terdapat pada elevasi 3 (800-900 mdpl) yaitu 0,23 %, hal ini dikarenakan kekeringan pada lahan sawah, air irigasi di elevasi ini tidak lancar dan petani hanya menunggu air hujan supaya sawahnya ada air. Faktor lingkungan seperti suhu ekstrem, kelembaban yang rendah, atau kekeringan dapat mempengaruhi penyerapan dan penggunaan fosfor oleh tanaman padi, yang pada akhirnya dapat menyebabkan rendahnya kandungan P pada batang Fageria *et al.*, (2008). Kandungan fosfor dalam tanah menjadi faktor penting yang mempengaruhi ketersediaan fosfor bagi tanaman padi. Jika tanah memiliki kandungan fosfor yang rendah, tanaman padi akan mengalami keterbatasan dalam menyerap fosfor dan mengakumulasi dalam batang.

Biomassa sisa panen padi berupa sisa tanaman bagian atas dan bawah memiliki potensi angkutan hara yang berbeda dalam meningkatkan kesuburan tanaman. Untuk melihat potensi angkutan hara biomassa sisa tanaman bagian atas dan bawah dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Potensi angkutan hara biomassa sisa tanaman bagian atas (batang dan daun) dan bagian atas (akar) padi di berbagai elevasi.

Elevasi	Biomassa	Si	P
		kg/ha	
1 (600-700 mdpl)	Bagian Atas	77,01	58,66
	Bagian Bawah	27,33	19,78
	Total	104,34 ^a	78,44 ^a
2 (700-800 mdpl)	Bagian Atas	117,55	18,65
	Bagian Bawah	32,41	16,67

	Total	150,01 ^a	35,32 ^{ab}
3 (800-900 mdpl)	Bagian Atas	91,93	23,89
	Bagian Bawah	25,66	2,91
	Total	117,59 ^a	26,80 ^{ab}
4 (900-1.000 mdpl)	Bagian Atas	92,81	40,51
	Bagian Bawah	30,98	16,06
	Total	123,79 ^a	56,57 ^{ab}
5 (1.000-1.100 mdpl)	Bagian Atas	81,83	9,44
	Bagian Bawah	25,38	7,49
	Total	107,21 ^a	16,93 ^b

Angka-angka diikuti dengan huruf berbeda adalah berbeda nyata, sedangkan yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata menggunakan uji t, $p > 0.05$.

Angkutan hara silika dari biomassa sisa panen padi dapat berperan penting dalam menentukan ketersediaan silika dalam tanah. Silika adalah bentuk mineral dari silika, yang merupakan komponen utama dalam batang tanaman padi. Berdasarkan uji t dapat dilihat bahwa elevasi tidak berpengaruh nyata terhadap potensi biomassa sisa panen padi, tidak ada perbedaan nilai setiap elevasi. Pada Tabel 3 dapat dilihat potensi angkutan hara biomassa sisa tanaman bagian atas dan bawah tertinggi terdapat pada lahan sawah elevasi 2 yaitu (150,01 kg/ha), diikuti oleh lahan sawah elevasi 4 (123,79 kg/ha), selanjutnya pada lahan sawah elevasi 3 (117,59 kg/ha), kemudian pada lahan sawah elevasi 5 (107,21 kg/ha), sumbangan hara Si dari biomassa sisa panen padi terendah terdapat pada lahan sawah elevasi 1 (104,34 kg/ha). Jika dilihat pada grafik (Gambar 2) potensi hara biomassa sisa tanaman bagian atas dan bawah, bahwa elevasi tidak berpengaruh signifikan terhadap total potensi biomassa sisa panen padi, namun secara angka-angka terlihat ada kecenderungan perbedaan dimana potensi angkutan hara Si tertinggi pada elevasi 2 (700-800

mdpl), dan potensi angkutan hara P tertinggi pada elevasi 1 (600-700 mdpl).

Penyebab terjadinya perbedaan angkutan hara pada masing-masing elevasi yaitu kebiasaan petani yang membakar jerami setelah panen dan tinggi tempat memengaruhi suhu dan kelembaban di lingkungan di daerah dengan ketinggian yang lebih tinggi, suhu cenderung lebih rendah, dan ini dapat memperlambat proses dekomposisi sisa biomassa tanaman. Lebih rendahnya suhu juga dapat mengurangi aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam dekomposisi bahan organik. Sehingga, potensi angkutan hara dari sisa biomassa tanaman mungkin akan lebih rendah di daerah dengan ketinggian yang lebih tinggi.

Apabila dihitung besarnya input unsur hara seperti fosfor melalui pemupukan dengan jumlah pupuk yang diberikan petani sebesar 250 kg/ha dari sekian jumlah hara P yang diberikan oleh petani. Meskipun jumlah P yang diberikan dari pupuk cukup besar, namun jika jumlah P yang terangkut masih sesuai atau bahkan lebih rendah dari kebutuhan tanaman, ini menandakan bahwa lahan tersebut belum mengalami degradasi. Namun P itu tidak semua diserap oleh tanaman sehingga P dari pupuk tersebut akan terakumulasi dalam bentuk residu.

Simpulan

Potensi sumber hara Si melalui biomassa sisa tanaman bagian atas dan bawah berada pada kisaran 104,34 kg/ha sampai dengan 150,01 kg/ha. Jumlah sumbangan tertinggi ditemukan pada elevasi 2 (700-800 mdpl) yang terletak di Nagari Talang yaitu 150,01 kg/ha, dan yang terendah pada elevasi 1 (600-700 mdpl) yang terletak di Nagari Jawi-Jawi yaitu 104,34 kg/ha. Untuk unsur hara P potensi pengembalian hara melalui sisa tanaman berkisar dari 16,93 kg./ha sampai dengan 78,44 kg/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulah, S. (2004). *Kajian Alternatif Teknologi Produksi Padi. Dalam: Suprihanto, B, A.K. Makarim, I N.Widiarta, A. Setyono, H. Pane, Hermanto dan A. S. Yahya; Penyunting. Kebijakan Perberasan dan Inovasi Teknologi Padi. Buku Tiga. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Hal. 667-682.*
- Adilla, M. (2023). *Kajian Status Kandungan Silika dan Fosfor Pada Beberapa Elevasi Lahan Baku Sawah (LBS) di Kecamatan Gunung Talang Kabupaten Solok. Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, 81 hal*
- Adiningsih, J.S. (1989). *Evaluasi keperluan Fosfat pada lahan sawah intensifikasi di Jawa. Hlm 63-89. dalam Prosiding Lokakarya Nasional Penggunaan Pupuk. Cipuyung, 25 November 1988.*
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2023) *Data Curah Hujan Kecamatan Gunung Talang dari tahun 2014 – 2022.*
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Solok. (2021). *Kecamatan Gunung Talang dalam Angka 2021. Kabupaten Solok: Badan Pusat Statistik Kabupaten Solok.*
- Balai Penelitian Tanah. (2009). *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian Balai Pengembangan dan Penelitian Pertanian Departemen Pertanian. 215 hal.*
- Darmawan. (2005) *Uji penggunaan abu sekam dan abu batu bara sebagai sumber silika bagi tanaman padi, Suatu tantangan dan harapan di masa depan. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 7 halaman.*
- Departemen Pertanian. (2008). *Kebijakan Teknis Program Ketahanan Pangan. Jakarta : Departemen Pertanian.*

- Epstein, E. (1999). *Silicon*. Annu Rev. Plat. Physiol Plant. Mol.Biol.,50: 641-664
- Fageria, N. K., Abdurachman, A., A. Dariah dan A. Mulyani. (2008). Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. *Journal of Plant Nutrition*, 31(3), 429-459.
- Hardjowigeno, S. dan M. L. Rayes. (2005). Tanah Sawah Karakteristik, Kondisi dan Permasalahan Tanah Sawah di Indonesia. Bayumedia Publishing. Malang.
- Husnain, Rochayati, S., Adamy, I. (2008). *Pengelolaan Hara Silika pada Tanah Pertanian di Indonesia* [Riset Puslitbangtanak]. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat). Bogor. 237-246 hal.
- Kartohardjono, A., B. Kustianto, dan B. Abdullah. (2007). *Stabilitas ketahanan galur padi tipe baru tahan ganjur padi*. Makalah Simposium PEI Cabang Bandung. Sukamandi 10-11 April (2007).10 him.
- Kawaguchi, K. and K. Kyuma. (1977). Paddy Soils in Tropical Asia, Their Material Nature and Fertility. University Press of Hawaii, Honolulu.
- Kawaguchi. (1997). *Agroklimatologi*. Universitas Sumatera Utara Press. Medan.
- Kyuma, K. (2004). *Paddy Soil Science*. Kyoto University and Trans Pacific Press. Printed in Melbourne by BPA Print Group. 380 pp
- Lal, R. (2004). *Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security*. *Science*, 304(5677), 1623-1627.
- Liang, Y., Nikolic, M., Bélanger, R., Gong, H., & Song, A (2015). Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*, 61(5-6), 677-694.
- Mahajan, G., G Mahajan, BS Chauhan,. (2016). Effect of organic manure application on availability and

uptake of phosphorus by rice and wheat in Vertisol. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 64(2), 171-177.

- Makarim AK, Suhartatik E, Kartohardjono A. (2007). *Silikon : hara penting pada sistem produksi padi*. Iptek tanaman Pangan. 2(2) : 195 - 204
- Makarim, A. K., Suhartatik, E. (2007). *Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Hal 295-330.
- Novizan. (2002). *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Otsuka, Dan Kyuma, B. S. (2004). *Tanah-tanah pertanian di Indonesia*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 78-80hal.
- Wei, X., Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y. (2020). Effects of nitrogen application rates on root growth, nutrient uptake, and grain yield of direct-seeded rice. *Field Crops Research*, 246, 107690.
- Yuwono, E, & N.W. Yukamgo.(2007). *Peran Silikon Sebagai Unsur Bermanfaat pada Tanaman Tebu*.Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, 7(2) : 103-116.



Biodata Singkat Penulis

Prof. Dr. Ir. Hermansah, MS. M.Sc, Saat ini sebagai Guru Besar Ilmu Tanah di Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Kegiatan ilmiah yang dilakukan meliputi penelitian yang didanai Unand, Dikti dan kolaborasi Penelitian dengan Shimane University dan Kindai Univeristy, Japan. Menulis artikel dan publikasi ilmiah baik di Jurnal Nasional dan Internasional yang banyak terkait dengan siklus dan pengelolaan unsur hara pada agroekosistem di kawasan tropika basah.

ISBN 978-623-6598-85-6



9 786236 598856