

Zainol Arifin,
Istiyono Kirno Prasetyo dan
Reza Achmad Rizqillah

Agroekonomi Kelangkaan Pangan dan Air

Buku ini tidak diperjualbelikan



Zainol Arifin,
Istiyono Kirno Prasetyo dan
Reza Achmad Rizqillah

Agroekonomi

Kelangkaan Pangan dan Air



Buku ini tidak diperjualbelikan

Diterbitkan pertama pada 2024 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Zainol Arifin,
Istiyono Kirno Prasetyo dan
Reza Achmad Rizqillah

Agroekonomi

Kelangkaan Pangan dan Air



Penerbit BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan

© 2024 Zainol Arifin, Istiyono Kirno Prasetyo, dan Reza Ahmad Rizqillah

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Agroekonomi, Kelangkaan Pangan dan Air/Zainol Arifin, Istiyono Kirno Prasetyo, dan Reza Ahmad Rizqillah–Jakarta: Penerbit BRIN, 2024.

xx hlm. + 239 hlm.; 14,8 × 21 cm

ISBN 978-623-8372-65-2 (PDF)

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. Agroekonomi | 2. Ketahanan Pangan |
| 3. Pengelolaan Air | 4. Pertanian |

338.1

Editor Akuisisi	: Anggy Denok Sukmawati
Copy editor	: Anton Surahmat
Proofreader	: Sarah Fairuz dan Martinus Helmiawan
Penata isi	: Utami Dwi Astuti
Desainer sampul	: Utami Dwi Astuti

Edisi Pertama: Mei 2024



Diterbitkan oleh:

Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340

Whatsapp: +62 811-1064-6770

E-mail: penerbit@brin.go.id

Website: penerbit.brin.go.id

 PenerbitBRIN

 @Penerbit_BRIN

 @penerbit.brin

DAFTAR ISI



DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
PENGANTAR PENERBIT.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
PRAKATA.....	xvii
BAB I Pendahuluan.....	1
BAB II PENGELOLAAN AIR DAN KETAHANAN PANGAN...	5
A. Kelangkaan Air, Mata Pencapaian, dan Ketahanan Pangan.....	5
B. Berbagai Dimensi Kelangkaan Air di Tingkat Pertanian	11
C. Definisi Masalah	11
D. Kemitraan, Paltform, dan Ketahanan Pangan	13
E. Kemitraan dan Seleksi Pembelajaran	14
BAB III PERKEMBANGAN PERKEBUNAN DI INDONESIA	17
A. Permasalahan Perkebunan Indonesia.....	19
B. Teori Produktivitas	24
C. Dekonsentrasi	28
D. Dukungan Kebijakan Pemerintah.....	33

BAB IV	PERTUMBUHAN PERTANIAN DI INDONESIA	43
	A. Pertumbuhan Pertanian dan Perubahan Produktivitas	43
	B. Teknik Budi Daya Tanaman Talas Bentul Pengganti Pangan.....	50
	C. Nilai Ekonomis Talas Bentul Pengganti Pangan.....	55
	D. Pendekatan Dalam Keberhasilan.....	73
	E. Teknik Kedelai Spesifik Lokasi.....	77
	F. Bahan kapur	93
	G. Perluasan Pertanian.....	101
BAB V	EKOLOGI DAN KEANEKARAGAMAN TANAMAN....	105
	A. Pendekatan Ekologi dan Ekosistem	105
	B. Penghematan Energi Dalam Penggunaan Fiksasi Nitrogen.....	107
	C. Organisme Pengganggu Tanaman	116
	D. Karakteristik Lahan	122
	E. Kandungan Bahan Organik.....	127
BAB VI	KERAWANAN PANGAN	135
	A. Pemahaman Kerawanan Pangan	135
	B. Kerangka Konsep untuk Analisis Ketahanan Pangan...	144
BAB VII	PEMBANGUNAN PERTANIAN BERKELANJUTAN	155
	A. Pendekatan Pembangunan Pertanian	155
	B. Syarat Pelancar Pembangunan Pertanian	158
	C. Keberlanjutan Pangan dan Air.....	161
	D. Model Bio-Ekonomi Berbasis GIS	169
	E. Metode analitis	176
	F. Varietas Unggul Tanaman Talas Bentul.....	189
	G. Struktur Geologis	194
	H. Penghitungan Efisiensi Penggunaan Hara	202
BAB VIII	PENUTUP.....	215
	GLOSARIUM	217

DAFTAR PUSTAKA.....	221
TENTANG PENULIS.....	231
INDEKS	235

Buku ini tidak diperjualbelikan

Buku ini tidak diperjualbelikan

DAFTAR GAMBAR



Gambar 3.1	Pertumbuhan Padi.....	38
Gambar 4.1	Waduk Sampean di Penarukan Jawa Timur	48
Gambar 4.2	Model pengembangan komoditas unggulan jagung sebagai bahan pangan dan sumber energi alternatif melalui inovasi teknologi tanpa limbah.	74
Gambar 5.1	Kondisi Lahan Pertanian	110
Gambar 5.2	Pengaruh Lingkungan Pada Tumbuhan.....	111
Gambar 6.1	Kerentanan Terhadap Kerawanan Pangan	139
Gambar 7.1	Variasi curah hujan di Beijing dari tahun 1950–2007.	168
Gambar 7.2	Subzona di Lembah Sungai Shiyang	171
Gambar 7.3	Alokasi Air Setelah Pengurangan Air	172
Gambar 7.4	Diagram skema dari pengaturan filtrasi pasir.....	176
Gambar 7.5	Konfigurasi Rinci Kolom Pasir	177
Gambar 7.6	Setup Eksperimental Filtrasi Membran.....	181
Gambar 7.7	Curah Hujan, ET, Dan Ketinggian Irigasi (2005–2006).	185
Gambar 7.8	Hujan, ET, Dan Ketinggian Irigasi (2006–2007)	186
Gambar 7.9	Siklus Dan Aturan Simulasi Terbatas Talas Bentul	201

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Rata-rata per ha Petani Talas Bentul di Kecamatan Pegantenan	61
Tabel 4.2	Analisis Rasio R/C dan B/C Terhadap Petani Talas Bentul Dalam Satu Kali Musim Tahun 2017	62
Tabel 4.3	Penggunaan biaya (<i>cost</i>) sarana produksi mulai dari sewa lahan, jumlah bibit, dan pupuk urea.	64
Tabel 4.4	Upah Tenaga Kerja/Hok/Hksp	64
Tabel 4.5	Pengeluaran biaya-biaya dalam usaha tani talas bentul	65
Tabel 4.6	Penggunaan Lahan	67
Tabel 4.7	Deskripsi dan karakter unggul varietas kedelai terpilih yang dilepas (1994–2014).	90
Tabel 4.8	Ambang kendali dan alternatif pengendalian hama utama pada tanaman kedelai.....	95
Tabel 4.9	Insektisida Rekomendasi Ditjen PSP (2011) untuk Mengendalikan Hama Kedelai	99
Tabel 5.1	Panjang siang dan malam di berbagai tempat dalam jam dan menit.....	113
Tabel 6.1	Kemungkinan Sumber Risiko	138
Tabel 7.1	Skenario Rehabilitasi Lingkungan Sumber daya Air (Sumber GIS Indonesia)	171
Tabel 7.2	Relokasi air dan sumber daya air tanah.....	172

Tabel 7.3	Data Kualitas Penyerapan Pasir	178
Tabel 7.4	Kualitas dari mikrofiltrasi dengan atau tanpa disinfeksi UV.	179
Tabel 7.5	Peningkatan Hasil Gabah dengan Perlakuan Irigasi.....	187
Tabel 7.6	Luas daerah menurut ketinggian.....	193
Tabel 7.7	Luas daerah menurut kelerengan	193
Tabel 7.8	Luas wilayah Kabupaten Pamekasan berdasarkan struktur batuan/geologi.....	194
Tabel 7.9	Jenis Tanah.....	195
Tabel 7.10	Luas daerah berdasarkan klasifikasi tekstur tanah.....	196
Tabel 7.11	Jumlah Curah Hujan Maksimal Dan Hari Hujan, serta Rata-Rata Curah Hujan Per Bulan Tahun 2007.....	197
Tabel 7.12	Jenis Musim Dan Temperatur Rata-Rata	198
Tabel 7.13	Matrik Penentuan Tingkat Bahaya Erosi.....	203
Tabel 7.14	Hubungan di Antara Skala, Jarak, dan Luasan Terkecil Pada Peta dan Kegunaan.....	204
Tabel 7.15	Hubungan di Antara Tingkat Survei, Skala Peta Dan Kegunaan	205

PENGANTAR PENERBIT



Status Indonesia sebagai negara agraris membuat sektor pertanian menjadi sebuah fondasi penting dalam proses pemenuhan kebutuhan pangan. Proses pemenuhan kebutuhan pangan tersebut mencakup banyak isu, misalnya pengelolaan sumber daya alam dan sumber daya pertanian, pengelolaan sistem pertanian dan sistem distribusi pascapanen, pengembangan komunitas pendukung pertanian, dan sebagainya. Buku ini hadir untuk membahas secara khusus mengenai masalah-masalah yang dihadapi oleh petani saat ini ketika terjadi banyak perubahan, baik perubahan alam maupun perubahan paradigma. Secara khusus, masalah-masalah yang akan dibahas dalam buku ini, antara lain lahan yang makin menyempit, kelangkaan pangan air, dan kerawanan pangan. Ketiga masalah tersebut merupakan masalah yang sangat jamak ditemui petani Indonesia saat ini. Selain itu, buku ini juga menawarkan pembahasan mengenai pembangunan pertanian berkelanjutan. Secara khusus akan dibahas mengenai pendekatan pembangunan pertanian yang erat kaitannya dengan ketersediaan sarana produksi dan alat mesin pertanian untuk mendukung suksesnya pertanian, baik secara lokal, regional, maupun nasional, dan internasional.

Penerbit BRIN melihat terbitan monografi yang mengangkat isu ketahanan pangan yang secara spesifik memberikan contoh

kasus dari wilayah Indonesia masih cukup jarang ditemukan. Oleh karena itu, buku ini bisa menjadi salah satu buku ilmiah yang mengisi kekosongan tersebut. Meskipun buku ini berisi pembahasan mendalam mengenai isu-isu seputar agroekonomi di Indonesia yang paling relevan untuk dibaca oleh komunitas keilmuannya, kami menyarankan bagi pembaca awam yang ingin mengetahui kondisi nyata petani Indonesia dan masalah-masalah yang dihadapinya untuk turut membaca buku ini.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini, mulai dari penulis, Tim Penerbitan Ilmiah Penerbit BRIN, serta kepada pembaca yang nantinya akan menikmati buku ini.

Semoga penerbitan buku ini bisa memperluas pengetahuan kita tentang permasalahan yang dihadapi oleh petani Indonesia saat ini, serta bisa menambah pemahaman kita terhadap dinamika pengelolaan sektor pertanian di Indonesia.

Penerbit BRIN

KATA PENGANTAR



Seiring perkembangan zaman dan tuntutan ilmuwan yang senantiasa selalu berubah, demi kemajuan bangsa dan negara, lahirlah generasi yang handal dan memiliki komitmen. Tuntutan bagi seorang akademis salah satunya adalah membuat karya melalui buku sebagai pedoman dan panduan yang telah ditulis oleh dosen di perguruan tinggi. Mengingat kehadiran buku ini, saya mengapresiasi penulis untuk selalu membuat terobosan dan tingkatan, baik nasional maupun internasional.

Kehadiran buku berjudul *Agroekonomi Kelangkaan Pangan dan Air* mewujudkan suatu bentuk keberhasilan bagi dosen untuk kelak mengantarkannya ke masa depan. Prestasi ini diraih setelah buku ini diakuisisi sebagai salah satu karya terpilih oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Karya yang monumental ini mendapatkan kesempatan untuk diverifikasi oleh Tim Penerbit BRIN membuat penulisan buku ini menambah kesempurnaan bagi pembaca.

Setelah buku ini terbit dan disempurnakan oleh Tim Penerbit BRIN, buku ini akan mendapatkan layanan yang lebih mudah untuk diakses secara global, terutama mendapatkan layanan yang mudah melalui OMP (*Online Monograph Press*). Dengan penjelasan

tersebut, publik akan lebih banyak mensitasi buku ini dan dapat melihat gambaran grafiknya setiap saat.

Berkaitan dengan program akuisisi BRIN, ini merupakan layanan yang bersifat terbuka dan memiliki integritas yang baik untuk para penulis, terutama di kalangan perguruan tinggi atau pun masyarakat yang menginginkan karyanya dapat diterbitkan kembali kepada khalayak. Baik buku yang sudah terbit dalam bentuk ISBN maupun yang masih dalam bentuk draf dapat dikirim dan (akan) dievaluasi konsistensi buku tersebut. Buku yang dibuat di dalam karya ini terdiri dari pemecahan masalah, kisi-kisi, dan pandangan, serta diharapkan menjadi referensi untuk penelitian dan studi literatur.

Akhir kata, dalam kesempatan ini saya mengucapkan selamat atas “diraihnya” penulis oleh tim akuisisi BRIN, semoga senantiasa dapat memberikan motivasi dan dorongan bagi kalangan akademis. Salam.

Malang, Oktober 2023
Prof.Ir. Eko Handayanto,
M.Sc., Ph.D

PRAKATA

Kami memanjatkan syukur kehadiran Allah Swt. atas kelancaran dan keberhasilan proses penulisan, serta penerbitan buku *Agroekonomi Kelangkaan Pangan dan Air* ini. Buku ini membahas kemungkinan dalam penanganan kerawanan pangan, *green revolution*, dan sistem informasi geografis. Buku ini ditulis berdasarkan pengalaman SDM iptek BRIN dalam mengembangkan agroekonomi pangan dan air.

Perkembangan pertanian modern, terutama dalam sektor pertanian yang berkelanjutan, telah memberikan pilihan pada perubahan paradigma yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Faktor-faktor penyebab, seperti lahan yang makin menyempit, kelangkaan pangan air, dan kerawanan pangan, dikemas dalam buku *Agroekonomi Kelangkaan Pangan dan Air* ini. Hal ini berkaitan dengan masalah yang sering kali muncul di kalangan petani, yaitu bagaimana pengelolaan pertanian rakyat dapat dengan cepat dirasakan oleh petani itu sendiri, bukan dinikmati oleh segelintir orang saja. Jika melihat perkembangan fenomena dan permasalahan yang sekarang terjadi, terutama fungsi lahan, pemasaran hasil pertanian, *ecogreen*, ekologi, ekosistem, *green revolution*, dan penggunaan varietas, petani membutuhkan pelbagai kemudahan, misalnya, akses sarpras untuk menghasilkan keproduktifan yang maksimal.

Seiring dengan berjalannya waktu, sektor pertanian makin memiliki banyak tantangan. Makin hari petani makin tidak berdaya akibat kebijakan yang kurang berpihak. Oleh karena itu, buku ini akan membahas kelangkaan pangan dan permasalahan yang harus dituntaskan, misalnya mengenai ketahanan pangan dan pengelolaan air pertanian, yang disertai dengan contoh konkret. Pada bab ini juga dibahas perkembangan perkebunan di Indonesia, termasuk permasalahan-permasalahan yang dihadapi selama ini. Dari sisi efisiensi ekonomi, buku ini akan menghadirkan beberapa hal sebagai gambaran bagaimana sistem ekonomi pasar dapat bekerja agar hasil pertanian bisa maksimal sejak dari input hingga *output*. Turut dibahas pula bagaimana teknologi yang canggih dan pengetahuan bisa dimanfaatkan para petani secara cepat dan tepat, baik digunakan pada pertanian dengan lahan yang sempit maupun luas. Ini karena lingkungan pertanian sangat “terdukung” jika secara klimatologi varietas dapat menyesuaikan dengan kondisi lahan.

Dari sisi ekologi dan keanekaragaman perlu dibahas dengan pendekatan ekosistem sehingga pertanian tidak hanya *bertani*, tetapi juga berdasarkan pada *integrated farming*. Artinya, petani akan mendapatkan manfaat dari hasil pertanian yang akhirnya menjadi modern dan berdaya saing. Pada aspek pertumbuhan tanaman di Indonesia dibutuhkan manajemen yang baik dan bernilai ekonomis yang diperuntukkan bagi identifikasi lahan, budi daya, dan perluasan pertanian. Konsep-konsep dalam buku ini bisa lebih memberikan cakrawala yang lebih luas. Pada sisi yang lain juga dibahas penanganan kerawanan pangan dengan konsep pemahaman kerawanan pangan, tingkat kerawanan pangan, dan sejarah ketahanan pangan dengan menggunakan pendekatan dan kebijakan.

Pembangunan pertanian berkelanjutan didasarkan pada pendekatan pembangunan pertanian, syarat pelancar dalam pembangunan pertanian, perencanaan dan pengelolaan sumber daya air, analisis penilaian sumber daya air secara langsung, dan pengelolaan air berkelanjutan dengan menggunakan air reklamasi. Manajemen air diperlukan agar pertanian tidak hanya sebatas menggenangi lahan, tetapi berkelanjutan. Selain itu, perlu dilihat

aspek struktur geologi agar petani tidak hanya mengenal pertanian tradisional, tetapi juga pertanian modern yang menjadi impian bersama.

Buku ini ditulis berdasarkan alur riset pengembangan agroekonomi dari pemahaman regulasi dalam dan luar negeri dalam pengembangan agroekonomi. Kemudian, kami turut memaparkan tingkat kerawanan pangan dan kelangkaan air yang menjadi kunci utama yang dikembangkan oleh para pakar untuk mengintroduksi hasil penelitian untuk pengembangan sektor pertanian. Beberapa contoh penelitian yang telah dilakukan, peraturan yang mendasarinya, formulasi, dan pemikiran lainnya tentang agroekonomi ditampilkan dalam 8 bab.

Kami mengucapkan terima kasih kepada Penerbit BRIN dan orang-orang yang terlibat dalam penerbitan buku ini. Kami pun berharap buku ini dapat bermanfaat bagi peneliti, dosen, mahasiswa dan pemangku kepentingan dalam memahami agroekonomi kelangkaan pangan dan air.

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN



Isu kelangkaan pangan dan air merupakan isu yang sudah terjadi sejak lama di Indonesia. Kondisi geografis wilayah Indonesia yang merupakan negara agraris menunjukkan potensi yang sangat baik untuk pengembangan sektor pertanian yang berkelanjutan. Meskipun isu tersebut sudah lama terjadi, penulis melihat belum cukup banyak buku yang fokus untuk membahasnya.

Oleh karena itu, buku ini hadir untuk membahas secara detail isu tersebut dari sudut pandang yang dapat dijadikan rujukan dalam berbagai penelitian, studi kasus, dan seminar, baik untuk perguruan tinggi maupun praktisi. Buku ini dapat digunakan bagi ilmu pertanian, perkebunan, kehutanan, dan peternakan, serta dapat digunakan untuk bidang keteknikan dalam lingkup sains.

Dalam buku *Agroekonomi Kelangkaan Pangan dan Air* ini akan disampaikan beberapa hal yang berkaitan dengan ketahanan pangan, mata pencaharian, dan kelangkaan air yang bersumber dari beberapa hasil penelitian yang dapat dijadikan acuan untuk membuat suatu artikel ilmiah ataupun referensi guna menambah pengetahuan. Bab 1 pada buku ini merupakan pendahuluan yang memaparkan sedikit latar belakang masalah dan sudut pandang penulis terkait isu kelangkaan pangan dan air, serta strukturisasi buku. Bab 2 menjelaskan hal paling urgen, yaitu cara mengambil inisiatif

yang dimulai dari hasil telaah referensi, studi kasus, ataupun hasil laboratorium. Bab 3 menjelaskan bagaimana lingkup perkembangan perkebunan di Indonesia. Pembahasan bab ini mencakup mulai dari topik iklim tropis yang sesuai dengan ketersediaan lahan hingga pengembangan komoditas perkebunan yang turut mengupas tentang tanaman singkong, gula, dan tanaman karet agar dapat menyokong sektor pertanian.

Bab 4 menjelaskan mengenai komoditas tanaman pangan, yang meliputi beras, gandum, jagung, kedelai, dan umbi-umbian. Baik dari sisi pengelolaan, pemupukan, pemeliharaan, penyiangan, “pembumbunan”, serta pengairan sudah ada dalam bab ini. Bab ini juga membahas analisis nisbah biaya manfaat (BC Ratio) dan nisbah antara penerimaan dan biaya (RC Ratio) untuk menentukan apakah layak atau tidaknya komoditas tersebut diusahakan. Bab 5 membahas tentang pendekatan ekologi dan ekosistem pada keanekaragaman tanaman, terutama pengaruh lingkungan yang akan memengaruhi fungsi fisiologis tanaman. Di dalam bab 5 ini pula dibahas juga mengenai kebutuhan air tanaman, hubungan sesama tanaman, dan organisme pengganggu tanaman.

Bab 6 membahas tentang kerawanan pangan beserta dasar-dasar konsep ketahanan dan kerentanan pangan dengan berbagai sumber risiko. Dalam konteks ketahanan pangan perlu dibahas juga tingkat kerawanan pangan. Untuk lebih jelasnya, diberikan analisis ketahanan pangan dan sistem informasi ketahanan pangan dan sumber daya ketahanan pangan. Bab 7 berisi pembahasan mengenai pembangunan pertanian berkelanjutan. Bab ini juga menyajikan pendekatan pembangunan pertanian yang erat kaitannya dengan ketersediaan sarana produksi dan alat mesin pertanian untuk mendukung suksesnya pertanian, baik secara lokal, regional, maupun nasional dan internasional. Demi terwujudnya akses pertanian diperlukan faktor pelancar dalam pembangunan pertanian. Dalam aspek pembangunan pertanian ini, kami juga membahas bagaimana pengelolaan sumber air di kota untuk pertanian *urban farming* dan analisis penilaian sumber daya air secara langsung (*realtime*) untuk mendukung keberlanjutan pertanian. Tambahan pula, model

bio ekonomi berbasis GIS juga akan dijelaskan di bab ini. Sebagai gambaran pengelolaan air berkelanjutan, penggunaan air reklamasi juga dapat dimanfaatkan dalam pengelolaan budi daya gandum, misalnya, yang menggunakan irigasi air hujan. Buku ini diakhiri dengan bab 8 yang merupakan penutup. Bab 8 berisi temuan kunci dari buku ini, serta sedikit pandangan penulis terhadap pengembangan, serta isu kelangkaan pangan dan air di Indonesia pada masa depan.

BAB II

PENGELOLAAN AIR DAN KETAHANAN PANGAN



A. Kelangkaan Air, Mata Pencaharian, dan Ketahanan Pangan

Buku ini mengulas evolusi pembelajaran dan temuan (selama) sepuluh tahun tentang kelangkaan air, mata pencaharian, dan ketahanan pangan dalam program Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) tentang air dan pangan. Pengalaman ini berasal dari 100 lebih pelaksanaan proyek yang pernah dilakukan sebagai dasar di sepuluh daerah aliran sungai di negara berkembang. Hasil penelitian program “Tantangan Air dan Makanan” (CPWF) dan CGIAR dapat menjadi jawaban utama dalam sekaligus inisiatif pengambilan langkah dalam penanganan masalah kelangkaan air dan pangan.

Langkah penanganan masalah kelangkaan air dan pangan dalam buku ini didasarkan pula pada hasil penelitian CPWF dan CGIAR yang berada di Institut Manajemen Air International (IWMI) di Kolombo, Srilanka. Buku ini menjelaskan bagaimana desain program berevolusi dari mulai penekanan kelangkaan air, produktivitas, hingga akses terhadap sumber daya dengan penekanan pada penggunaan inovasi air untuk meningkatkan mata pencaharian dan mengatasi tantangan pembangunan di daerah aliran sungai

tertentu. Ini menunjukkan bagaimana penelitian digunakan untuk mendorong perubahan perilaku pemangku kepentingan dan menghubungkannya dengan peningkatan pengetahuan, sikap dan keterampilan, inovasi, serta dialog dan negosiasi.

Para penulis menggambarkan tantangan pembangunan, motivasi, dan konteks politiknya, serta bagaimana mengatasi tantangan-tantangan tersebut melalui inovasi teknis, baik secara kelembagaan maupun kebijakan. Konsekuensi perubahan juga turut dijabarkan, baik pada skala maupun kerangka waktu yang berbeda. Secara keseluruhan, karya ini merupakan sintesis utama dan publikasi penting untuk semua yang peduli dengan pengelolaan sumber daya air dan pembangunan berkelanjutan. Dari mulai topik kelangkaan air dan program produktivitas hingga tantangan pembangunan, buku ini menyajikan karya “The Challenge Program on Water and Food” ‘program tantangan air dan makanan’ (CPWF) yang sangat beragam di seluruh dunia. Proses yang dilaksanakan berdasarkan partisipasi, inovasi, dialog, dan negosiasi di antara penduduk setempat. Pengguna utama sumber daya akan memberikan warisan positif dari program tersebut. Keadaan ini sangat penting dilakukan karena berkaitan dengan hasil penelitian yang memberikan sumbangan pemikiran bagi masa depan anak bangsa.

1. Program Tantangan di Air dan Makanan Paradigma Baru untuk Penelitian di CGIAR

CGIR meneliti ketahanan pangan. Penelitian dimulai lebih dari 40 tahun yang lalu, yakni pada tahun 1971 dengan empat pusat negara yang berfokus pada pemuliaan tanaman pangan pokok yang lebih baik. Pada tahun 2000, ketika terdiri dari 16 pusat, Penelitian Pertanian Internasional (CGIR) meminta Komite Penasihat Teknis (TAC) untuk membahas masa depan organisasi untuk dekade berikutnya (apa yang harus dilakukan, diproduksi, bagaimana melakukannya, dan dengan siapa). TAC menghasilkan dokumen “A Food Secure World for All: Toward a New Vision and Strategy for CGIAR” yang berguna sebagai panduan bagi CGIR untuk menempuh dekade mendatang. Beberapa konsep yang diterapkan diharapkan

dapat memberikan kontribusi terhadap kelangkaan pangan dan air, serta tantangan-tantangan lain yang dihadapi. Salah satunya ialah *global challenges programme* (GCP) atau program tantangan global yang berfokus pada keluaran tertentu dan berdasarkan pendekatan inklusif terhadap penetapan prioritas.

Pada awal tahun 2002 CGIAR Interim Science Council (ISC [yang menggantikan TAC]) memilih CPWF bersama dengan dua lainnya untuk dikembangkan sebagai proposal yang berkelanjutan pada pertengahan tahun-tahun yang akan datang. Usulan lengkap CPWF adalah program penelitian, penyuluhan, dan pengembangan kapasitas. Pengembangan kapasitas ini berusaha secara signifikan meningkatkan produktivitas air yang digunakan untuk pertanian yang mengalami kelangkaan air pada musim kemarau, yang berdampak pada kegiatan pertanian yang berkelanjutan.

Tujuan Interim Science Council (ISC) memerlukan pendanaan yang signifikan oleh sumber daya tambahan agar dapat disubsidi oleh berbagai program, baik melalui hibah maupun tanggung jawab sosial perusahaan (CSR). Salah satu kemungkinan GCP yang diidentifikasi oleh Management Team Consultative Group On (CDMT) adalah peningkatan praktik pengelolaan air untuk pertanian. Praktik pengelolaan untuk pertanian ini dilakukan dengan mengajukan sistem pengelolaannya ke GCP. Dengan demikian, sudah ada gerakan kuat berupa peningkatan pengakuan global atas keadaan krisis air, produksi pangan, dan kemiskinan pada tahun 1997.

World Water Council atau Dewan Air Dunia menciptakan visi jangka panjang tentang air, kehidupan, dan lingkungan pada abad ke-21 (Rijsberman, 2004), yang merinci serangkaian kegiatan komprehensif yang mengarah ke Forum Air Dunia ke-2 dan Konferensi Tingkat Menteri di Den Haag pada tahun 2000. Konsep penerapan kelangkaan pangan dan air disebabkan kurangnya perhatian terhadap dampak lingkungan, baik secara makro maupun mikro yang berdampak kurang baik terhadap kondisi pangan. Padahal, kondisi pangan yang prima diharapkan dapat memberikan keamanan dan kenyamanan terhadap pemenuhan kebutuhan air pada masa depan sekaligus memastikan efisiensi penggunaan air yang

berkelanjutan. Hal ini akan mewujudkan tujuan yang diharapkan tentang kebutuhan air bagi kelangsungan hidup, yakni sebagai nutrisi (pertanian tadah hujan dan irigasi teknis).

Forum Air Dunia ke-2 dihadiri 5.500 delegasi. Sementara itu, Konferensi Tingkat Menteri dihadiri 600 delegasi, termasuk 120 menteri. Ajang ini merupakan acara internasional utama. Kedua helatan kegiatan tersebut memberikan rekomendasi yang memengaruhi pembahasan selanjutnya di CGIAR dan tempat lainnya.

2. Kelangkaan dan Berlimpahnya Air, Produktivitas dan Hubungannya dengan Kemiskinan

Dokumen “The Challenge Program on Water and Food” (CPWF) disusun sebagai tanggapan CGIAR terhadap krisis global yang dirasakan, misalnya ancaman yang ditimbulkan oleh kelangkaan air terhadap ketahanan pangan, mata pencaharian dan lingkungan, serta kebutuhan mendesak yang memerlukan penggunaan sumber daya air yang makin langka secara lebih efisien. Dengan berlalunya waktu, CPWF telah memperluas agendanya untuk fokus pada berbagai tantangan pembangunan di daerah aliran sungai yang berhubungan dengan air. Salah satu sumber air yang ada di Jawa Timur adalah daerah aliran sungai (DAS) Brantas. Kondisi ini memerlukan keterkaitan antara daerah hulu dan hilir seperti yang ada di daerah aliran Sungai Penarukan Situbondo ke Bondowoso. Sementara itu, kawasan Madura terbagi ke dalam empat DAS, yaitu

- 1) DAS Blega yang berada di Kabupaten Bangkalan,
- 2) DAS Kamoning yang berada di Kabupaten Sampang,
- 3) DAS Semajid yang berada di Kabupaten Pamekasan, dan
- 4) DAS Sarokah yang berada di Kabupaten Sumenep.

Dalam bab ini kita melihat kembali beberapa konsep yang mendasari CPWF asli. Kami meninjau temuan terbaru tentang kelangkaan air di tingkat global dan membandingkannya dengan tingkat daerah. Berdasarkan informasi tingkat cekungan

antardaerah, kami menilik pertemuan-pertemuan air yang ada hingga titik persimpangan. Titik persimpangan ini berupa cekungan air yang mengalir dengan kondisi cukup deras, yang akan menuju area penataan. Oleh karena itu, apabila air tidak diatur sedemikian baik, kelangkaan air akan terjadi.

Kami juga melihat lebih dekat pada berbagai dimensi penyebab kelangkaan air karena hal itu memengaruhi mata pencaharian keluarga petani dan menunjukkan bahwa air dapat menjadi langka, bahkan ketika tampaknya melimpah. Kemudian, kami meninjau kembali konsep produktivitas air (WP) (terwujud dalam frasa, “tanaman per tetes”) maksudnya ‘diberi pengairan secukupnya’ dan membahas kegunaan dan keterbatasannya sebagai indikator. Akhirnya, kami meninjau apa yang telah dipelajari CPWF mengenai hubungan yang kompleks antara kelangkaan air, kemiskinan, mata pencaharian, dan ketahanan pangan.

Inti dari narasi kelangkaan air global sederhana, yaitu pasokan dan permintaan air tawar tidak seimbang di wilayah-wilayah penting dan kemungkinan ketidaksesuaian tersebut akan makin parah. Narasi ini menunjukkan bahwa permintaan untuk produk yang berhubungan dengan air (terutama makanan) akan tumbuh lebih cepat daripada peningkatan populasi, sedangkan pasokan air tawar terbatas. Pertanyaan utamanya adalah waktu. CPWF disusun sebagai tanggapan CGIAR terhadap krisis global yang dirasakan, seperti ancaman yang ditimbulkan oleh kelangkaan air terhadap ketahanan pangan, mata pencaharian dan lingkungan, dan kebutuhan mendesak. Ancaman-ancaman tersebut memaksa kita untuk menggunakan sumber daya air yang makin langka dengan lebih efisien. Namun, seiring dengan berlalunya waktu, CPWF telah memperluas agendanya untuk fokus pada berbagai tantangan pembangunan di daerah aliran sungai. CPWF melihat bahwa “air memberikan pengetahuan” yang berguna untuk mengatasi banyak tantangan pembangunan, termasuk hal-hal yang terkait dengan intensifikasi sistem pertanian terintegrasi dan berkelanjutan, serta pelestarian ekosistem. Oleh karena itulah, penanganan kelangkaan air penting untuk mencapai tujuan yang lebih luas.

3. Pengelolaan Air Pertanian Dibawah CGIAR

Untuk mengatasi penurunan muka air tanah, serta tanah, langkah-langkah mitigasi studi kasus diperkenalkan di kota-kota di Tiongkok (yang merupakan tempat hasil riset diambil), kecuali Kota Ho Chi Minh di Vietnam yang menjadi tempat tindakan pengendalian yang sebenarnya belum diperkenalkan.

Di Tianjin, Tiongkok pembatasan pengambilan air tanah dibatasi oleh peraturan berjudul “Tindakan Sementara Pengelolaan Air Tanah di Tianjin” pada tahun 1987. Berdasarkan peraturan tersebut, semua pengguna air tanah diwajibkan untuk mendapatkan izin pengambilan air tanah dari otoritas kota, kecuali untuk keperluan pertanian. Di daerah yang ditetapkan sebagai “daerah penurunan tanah” yang mencakup daerah perkotaan, tiga distrik pesisir, dan bagian hilir Sungai Hai di Tiongkok, peraturan tersebut ditegakkan secara ketat dan pada prinsipnya pemompaan air tanah dilarang di daerah perkotaan. Namun, di daerah lain penegakannya agak lemah, antara lain, karena penggunaan air tanah pertanian yang berada di luar kendali.

Di Bangkok pembatasan pengambilan air tanah diperkenalkan oleh Undang-Undang Air Tanah pada tahun 1977. Berdasarkan undang-undang tersebut, tindakan pengendalian penggunaan air tanah dilembagakan, termasuk sistem perizinan untuk pengeboran sumur dan penggunaan air tanah. Namun, eksploitasi air tanah makin meningkat, sedangkan penurunan tanah makin intensif dan meluas meskipun ada UU tersebut. Pada tahun 1983, untuk memperkuat penanggulangan dikeluarkanlah resolusi kabinet yang berjudul “Mitigasi Krisis Air Tanah dan Subsistensi Tanah di Metropolis Bangkok”. Berdasarkan resolusi tersebut, zona kritis ditetapkan sesuai dengan besarnya dampak penurunan tanah. Sementara itu, pengambilan air tanah untuk pasokan air publik dilakukan oleh Metropolitan Water Authority (MWA), yang menghabiskan sekitar 30% dari total volume pengambilan air tanah dalam pasokan MWA. Kondisi daerah tersebut diamanatkan untuk keluar secara bertahap dari zona pengambilan air. Pada tahun 2003 UU Air Tanah

diamandemen untuk memperkuat langkah-langkah pengendalian, termasuk sistem pengadaan yang ketat dalam penggunaan air tanah.

B. Berbagai Dimensi Kelangkaan Air di Tingkat Pertanian

Perkiraan pasokan dan permintaan air, baik pada tingkatan global maupun sebatas daerah aliran sungai, sangat penting untuk ditetapkan, terutama dalam hal batasan alokasi dan penggunaan air. Hal tersebut penting untuk saat ini dan masa mendatang, serta akan membantu mendefinisikan kembali masalah kelangkaan dan produktivitas air. Meskipun demikian, terdapat pula banyak cara kelangkaan air dapat terjadi dan memengaruhi produktivitas pertanian, serta mata pencaharian keluarga.

Bagian ini fokus pada komponen kelangkaan air dan pengaruhnya terhadap cara keluarga mengelola sistem pertanian mereka. Dalam konteks ini, kelangkaan air didefinisikan sebagai kegagalan untuk mencapai jumlah yang tepat dari kualitas air yang tepat untuk tujuan, waktu, serta orang yang tepat pula.

Cara menyimpulkan yang benar adalah dengan mengedepankan fungsi penggunaan air dan definisi apa yang dimaksud dengan serangkaian perhitungan penggunaan air. Hal tersebut akan memberikan perincian ketersediaan dan kekuatan daya tampung air dalam mengukur neraca air di sepuluh cekungan (Kirby et al., 2010). CPWF menerbitkan hasil penelitian utama dari Boiler Feed Pump (BFP) dan sintesis dari berbagai komponen dalam *air makanan, dan kemiskinan di daerah aliran sungai* (Cook et al., 2013). Kami akan membahas lebih lanjut penelitian BFP dalam beberapa bab berikut.

C. Definisi Masalah

Dalam setiap konteks, pemahaman terhadap makna akan tergantung pada siapa sudut pandang yang kita wakili. Salah satu sudut pandang tersebut ialah bahwa kelangkaan air disebabkan oleh adanya kondisi

air yang tidak tertampung secara optimal di dalam tanah. Hal ini dapat dikarenakan jenis tanaman yang ada. Ada tanaman yang tidak menyimpan air, seperti tanaman padi yang memang mengakibatkan struktur dan tekstur tanah menjadi kurang mendukung laju pertumbuhan pada jenis tanaman lain yang memiliki kebutuhan khusus, misalnya, tanaman yang perlu digenangi air. Sebaliknya, ada pula tanaman yang memang peka terhadap genangan air.

Tujuan penggunaan air ialah menjadi parameter kualitas yang tepat, misalnya, beberapa tanaman dapat menolerir salinitas lebih dari tanaman yang lain. Contohnya, salinitas air irigasi dapat menentukan tanaman mana yang bisa ditanam dan tahan dengan kondisi tersebut. Contoh lainnya, penggunaan air pada sedimen dan polutan lainnya pada fase yang rendah supaya pengapuran tanah dengan menggunakan pupuk organik menjadi lebih mudah.

Kita dapat mendefinisikan tujuan yang tepat, baik secara sempit dalam hal tanaman, sistem pertanian atau pengelolaan lanskap, maupun secara luas dalam hal alokasi air di berbagai ekosistem. Kami menggunakan waktu yang tepat, yaitu dengan cara memperhitungkan musim dan bagaimana pola musiman berubah dari waktu ke waktu. Orang yang tepat berarti 'alokasi yang adil' di antara kelompok alternatif pengguna air, seperti masyarakat pedesaan, perkotaan, dan terutama masyarakat pertanian.

Beberapa faktor ini sering muncul bersamaan untuk menciptakan kelangkaan air meskipun tampak melimpah. Air tampak berlimpah di pesisir Bangladesh hampir sepanjang tahun, tetapi sesungguhnya itu adalah lingkungan yang langka air. Tidak ada cukup air dengan kualitas yang tepat (salinitas < 2 g/L) yang tersedia pada waktu yang tepat (akhir musim hujan dan sepanjang musim kemarau) untuk menyelesaikan panen padi pada musim hujan, yang kemudian diikuti dengan musim kemarau. Ketika musim hujan berakhir dengan berkurangnya debit sungai, intrusi air laut memengaruhi kualitas air sungai di sekitar hulu dan hilir sehingga kualitas air, baik dari aspek waktu maupun tujuan sama-sama menciptakan kelangkaan. Kualitas, waktu, dan tujuan bersama-sama menciptakan kelangkaan (Tuong & Hoanh, 2009).

Salah satu syarat agar air hujan dapat ditampung dengan baik, yaitu melalui sumur resapan atau yang dikenal dengan “embung” untuk menjaga konservasi sumber daya air. Dalam ilmu Klimatologi dijelaskan bahwa suatu daerah dengan ketinggian permukaan laut (dpl) yang ideal dapat diketahui dengan cara mengukur antara bulan basah dan bulan kering. Kemudian, hasilnya dikalikan dengan nisbah agar penghitungannya bisa detail untuk curah hujan, bukan hanya untuk tanaman dan ternak.

Bentang alam yang miring menjadi penyebabnya. Kondisi ini memberikan tingkat limpasan yang tinggi, tanah dengan kapasitas menahan air yang rendah, dan infrastruktur penyimpanan air yang buruk.

Selanjutnya, tim penulis membahas kelangkaan air dalam hal kekeringan, seperti tidak dapat mengandalkan musim, kualitas air, kelebihan dan akses yang menggunakan contoh dari proyek CPWF. Kelangkaan air, di lahan kering yang tidak memiliki musim hujan, adalah kelangkaan fisik yang disebabkan oleh curah hujan yang rendah dan suhu atmosfer yang tinggi. Rasio rata-rata curah hujan tahunan terhadap PET—indeks kegersangan berkisar dari nol hingga kurang dari 0,20 di wilayah tersebut (UNEP, 1997). Kualitas dan alokasi air bukan bagian dari indeks ini. Daerah gersang hanya dapat menopang pertanian dengan irigasi. Perlu diketahui bahwa dalam penanganan masalah rumput yang ada kaitannya dengan kekurangan air maka diperlukan peternakan yang memiliki lambung ganda.

Hal ini dapat diketahui dari berbagai sumber, khususnya penelitian peternakan tempat posisi hewan yang kekurangan pakan rumput. Dengan demikian, perlu ada penanganan yang serius, terutama yang berkaitan dengan peternakan yang cocok untuk dipelihara. Oleh sebab itu, yang perlu ditangani ialah cara melakukan penanaman rerumputan dan pemeliharaan.

D. Kemitraan, Paltform, dan Ketahanan Pangan

Bab sebelumnya menjelaskan bagaimana CPWF mengadopsi pendekatan *research for development* atau penelitian untuk pengembangan (R4D) untuk mengatasi masalah dalam sistem air dan

pangan adaptif yang kompleks. Dalam R4D, seluruh proses penelitian, termasuk keluaran, dapat menjadi dasar keterlibatan strategis dengan pembuat keputusan. Strategi keterlibatan menampilkan partisipasi aktor pembangunan atau mitra batas. Mereka bertujuan untuk memodifikasi pengetahuan, sikap, dan keterampilan pembuat keputusan untuk memengaruhi kebijakan dan praktik (hasil) di lapangan. Pelibatan pembuat keputusan sejak awal memungkinkan mereka berkontribusi untuk mendefinisikan masalah, menetapkan prioritas, dan merancang, serta mengimplementasikan penelitian. Keterlibatan strategis menciptakan umpan balik yang dapat meningkatkan penelitian itu sendiri. Informasi baru dapat meningkatkan pemahaman peneliti dan pembuat keputusan tentang masalah yang dihadapi dan bagaimana mengatasinya (kemitraan dan jaringan merupakan inti dari pendekatan R4D CPWF. Basis kekuatan dan pemimpin proyek berfokus pada pengembangan kemitraan dan kolaborasi. Artinya, pengendali sistem yang dipakai dalam jaringan adalah masyarakat sipil melalui pemberdayaan masyarakat.

E. Kemitraan dan Seleksi Pembelajaran

Penulis mengemukakan bahwa inovasi didasarkan pada upaya seseorang untuk mencoba sesuatu dengan cara yang baru. Jika upaya tersebut berhasil, mereka dapat memutuskan untuk melanjutkan hal baru tersebut atau mengadaptasinya lebih jauh. Jika gagal, mereka dapat meninggalkannya. Sementara bereksperimen, mereka juga berinteraksi dengan orang lain yang dapat memengaruhi apa yang mereka putuskan untuk dilakukan dengan hal-hal baru—yang penulis sebut dengan istilah “seleksi belajar”. Pemilihan pembelajaran oleh banyak orang yang dihubungkan bersama menghasilkan inovasi, yang memberikan dasar teoretis untuk jaringan di R4D.

Secara teoretis, relasi hubungan dapat mempercepat proses seleksi pembelajaran dengan memperkuat pola interaksi di antara para mitra dan meningkatkan proses penilaian kebaruan dan kesesuaian. Hal ini akan membantu pengembangan suatu inovasi yang saling bersinergi antarwilayah. Komunikasi dalam suatu sistem diharapkan dapat menghasilkan proses pembelajaran dalam rangka

pengembangan inovasi berkelanjutan. Komunikasi juga diperlukan supaya mitra binaan dapat beradaptasi dalam penyesuaian proses-proses inovasi demi kelangsungan usaha mitra binaan.

Proses pembelajaran berfokus pada memberikan umpan balik untuk penelitian. Teori perubahan adalah logika kausal (atau sebab-akibat) yang menghubungkan kegiatan penelitian dengan perubahan yang diinginkan pada proyek atau program yang dijalankan. Ini menggambarkan taktik dan strategi—bekerja melalui kemitraan dan jaringan—yang dianggap perlu untuk mencapai target perubahan yang diinginkan.

CPWF menemukan bahwa bahwa kekuatan mitra yang dibutuhkan untuk membuat kemajuan dalam R4D bergantung pada masalah atau tantangan yang dihadapi. Selain itu, mitra yang berbeda mungkin diperlukan untuk peran yang juga berbeda pada tahap R4D yang berbeda pula. Misalnya, satu kelompok mitra dapat membantu untuk menentukan aspek tantangan (misalnya insiden kekeringan temporal dan spasial dan pengaruhnya terhadap kemiskinan). Mitra lain mungkin mengembangkan strategi pengelolaan kekeringan (varietas yang toleran terhadap kekeringan, strategi penutupan tanah, inovasi pasar untuk peralatan pertanian tanpa pengolahan). Namun, sekelompok mitra yang berbeda dapat menilai konsekuensinya (pengembalian investasi dalam pertanian konservasi dan distribusi manfaat di seluruh kelompok sosial) atau terlibat bersama pembuat kebijakan untuk mengeksplorasi alternatif kebijakan guna mendorong praktik pengelolaan kekeringan. Di daerah penelitian CPWF sering kali suatu agenda kegiatan dapat dijadikan sebagai rujukan dalam memberikan kontribusi serupa kepada organisasi mitra. Hal ini menyebabkan pertanyaan dan diskusi panjang tentang kontribusi terhadap hasil yang dicapai.

Buku ini tidak diperjualbelikan

BAB III

PERKEMBANGAN PERKEBUNAN DI INDONESIA



Pada umumnya tanaman perkebunan sangat cocok ditanam di daerah tropis dan subtropis. Oleh karena itu, tanaman perkebunan dapat tumbuh di Indonesia. Dengan iklim tropis yang sesuai dan ketersediaan lahan yang cukup untuk, hal ini merupakan anugerah besar bagi Indonesia untuk memperluas pengembangan komoditas perkebunan di seluruh wilayah Indonesia. Komoditas perkebunan tersebut dapat diukur dan dijadikan sebagai salah satu sumber komoditas ekspor untuk meningkatkan pendapatan negara, menyediakan lapangan kerja, dan sumber pendapatan masyarakat.

Budi daya perkebunan secara umum merupakan kegiatan usaha tanaman yang hasilnya diekspor atau dijadikan bahan baku industri. Sektor perkebunan sudah dikenal sejak zaman penjajahan Belanda. Awalnya Belanda datang untuk berdagang, lalu tergiur oleh manfaat ekonomi hasil perkebunan. Hal tersebut berbuntut pada penjajahan Belanda terhadap Indonesia dalam kurun waktu yang sangat panjang, sekitar 3,5 abad. Setelah proklamasi kemerdekaan, perkebunan milik pemerintah Belanda diserahkan sebagai bagian dari proses pengakuan kedaulatan. Kemudian, dibentuklah Pusat Perkebunan Nasional. Pengambilalihan perkebunan eks Belanda menjadi perkebunan nasional pada tanggal 10 Desember 1957 menjadi

cikal bakal perusahaan perkebunan milik negara. Sementara itu, perkebunan swasta nasional menjadi milik swasta asing. Sejak saat itu, perkebunan Indonesia terus berkembang dan berlanjut hingga sekarang. Berdasarkan bentuk pengusahaannya dikenal tiga jenis perkebunan, yaitu perkebunan rakyat, perkebunan besar negara, dan perkebunan besar swasta.

Pendekatan pengembangan pembangunan yang berkelanjutan menitikberatkan perkebunan rakyat sebagai urat nadi pembangunan dengan dukungan perkebunan besar. Hal ini telah meningkatkan kinerja perkebunan. Itu ditunjukkan dengan adanya peningkatan luas area. Area perkebunan yang pada tahun 1969 baru mencapai 4,6 juta ha telah meningkat jadi lebih dari 18,8 juta ha pada tahun 2009 atau meningkat empat kali lipat. Perkebunan telah mampu menunjukkan peran dan keuntungannya dalam perekonomian nasional. Penerimaan ekspor komoditas perkebunan pada tahun 2008 mencapai US\$18,85 miliar atau sekitar Rp190 triliun. Tambahan pula, pendapatan dari cukai rokok sekitar Rp52 triliun dan penguatan ekspor minyak sawit mentah atau *crude palm oil* (CPO) bernilai lebih dari Rp13,5 triliun.

Selain sebagai komoditas ekspor, komoditas perkebunan berfungsi sebagai penyedia bahan baku industri dalam negeri. Industri yang berbahan baku hasil tanaman perkebunan, antara lain, adalah industri minyak goreng, industri tekstil, biofuel, rokok, minuman, dan jenis kosmetik. Dalam kegiatan ekonomi berbasis pedesaan, sektor perkebunan telah menjadi penyedia lapangan kerja bagi 19,4 juta orang di *on farm*. Jumlah ini belum termasuk tenaga kerja yang terlibat dalam industri lanjutan dan jasa. Perkembangan perkebunan juga terbukti mendukung perkembangan wilayah. Bahkan, sektor perkebunan dapat mengubah status wilayah. Misalnya, daerah yang semula hanya desa dibagi menjadi kabupaten. Selain berfungsi sebagai penggerak ekonomi suatu wilayah, sektor perkebunan dapat berfungsi sebagai pelestarian lingkungan. Tanaman perkebunan yang berupa pohon dapat melakukan “fiksasi” CO₂ menjadi O₂.

Sejak saat ini hingga yang akan datang, sektor perkebunan akan tetap menjadi sektor yang penting, bahkan teramat penting. Sektor

ini diperlukan untuk meningkatkan perekonomian nasional dan memecahkan berbagai masalah pembangunan nasional, seperti masalah lapangan kerja, pengentasan kemiskinan, penyedia pangan dan energi, pemerataan pembangunan, dan pelestarian lingkungan hidup.

A. Permasalahan Perkebunan Indonesia

Persaingan komoditas perkebunan di dunia Internasional tidak mungkin hanya mengandalkan keunggulan sumber daya alam, tetapi juga persaingan sumber daya manusia sebagai pengelola. Indonesia pernah menjadi nomor satu untuk komoditas karet, kopi, teh, gula, dan beberapa komoditas lain. Kini negara lain bisa lebih unggul daripada Indonesia. Hal tersebut disebabkan oleh banyak kendala yang dihadapi sektor perkebunan Indonesia. Beberapa permasalahan perkebunan di Indonesia sebagai berikut.

1) Sumber Daya Manusia

Salah satu permasalahan yang dihadapi adalah kualitas sumber daya manusia yang masih cukup rendah. Penyebabnya adalah banyaknya tenaga profesional asing yang ikut keluar setelah adanya nasionalisasi perkebunan. Akibatnya, terjadi kekurangan tenaga ahli di dalam negeri. Daya asimilasi dan absorpsi masyarakat terhadap teknologi juga masih rendah. Hal ini terlihat dengan sedikitnya 20% penggunaan klon unggul oleh kelompok petani perkebunan rakyat. Selain itu, kemampuan teknis, manajemen, dan kewirausahaan masih perlu ditingkatkan.

2) Pemasaran dan Ekonomi

Pengusaha komoditas perkebunan atau pekebun, khususnya perkebunan rakyat, memiliki posisi yang lemah dalam struktur pasar. Petani pekebun sering kali memiliki posisi dilemahkan ketika berhadapan langsung dengan industri pengolahan sebagai produk primer perkebunan.

Pemasaran produk perkebunan umumnya mengikuti mekanisme pasar internasional. Namun, informasi pasar tersebut masih terbatas untuk bisa diakses oleh pekebun pada perkebunan rakyat.

Informasi tentang harga, mutu, dan jumlah yang dibutuhkan biasanya dikuasai oleh pedagang atau industri pengolahan.

Produk perkebunan yang diperjualbelikan masih didominasi oleh produk primer dan setengah jadi, padahal potensi untuk mengembangkan produk industri hilir lebih memiliki prospek dari segi ekonomi. Oleh karena itu, pengembangan produk industri hilir perkebunan yang akan memberikan nilai tambah besar perlu terus dilakukan. Baik untuk skala perkebunan rakyat maupun perkebunan besar. Adapun bahannya dengan mengacu pada pohon industri komoditas.

3) Efisiensi Ekonomi

Persoalan pokok yang sering diperdebatkan dalam pembangunan ekonomi adalah pemerataan dan pertumbuhan kemakmuran. Dalam bahasa ilmu ekonomi pengertian ini berimpitan dengan pemerataan (*equality*) dan pertumbuhan pendapatan.

Variabel pendapatan tidak saja dapat mewakili variabel ekonomi lainnya, tetapi juga membawa perkembangan variabel-variabel sosial, seperti pendidikan, kesehatan, harapan hidup, dan mobilitas penduduk. Persoalan tersebut dapat terlihat dari dua aspek. Pertama, aspek saling mengadakan (*trade off*) dan yang kedua aspek keserempakan.

Sejarah pembangunan ekonomi menunjukkan bukti bahwa dengan berlangsungnya proses industrialisasi, pendapatan per kapita meningkat, dan struktur ekonomi makin kokoh. Pendapatan yang meningkat menyebabkan komposisi permintaan berubah sehingga permintaan terhadap pangan dan sandang menurun secara relatif. Pada sisi penawaran terjadi peningkatan persediaan modal, pendidikan, keterampilan, dan tingkat kesehatan. Proses tersebut menurunkan peranan sektor-sektor primer, yang diimbangi oleh sektor-sektor sekunder dan tersier. Hal ini menimbulkan pergeseran konsentrasi kegiatan ekonomi.

Secara konvensional, tema-tema perubahan tersebut menjadi harapan pembangunan ekonomi karena semua anggota masyarakat dianggap mengalami peningkatan pendapatan dan sektor lainnya berubah. Berakhirnya pembangunan dunia ketiga pada dekade

tersebut menimbulkan pertumbuhan ekonomi cukup memadai. Walaupun demikian, muncul pertanyaan, yang sebenarnya telah dipertanyakan, setidaknya satu setengah dasawarsa sebelumnya. Pada tahun 1955 Simon Kuznets mengajukan pertanyaan dalam sebuah makalahnya apakah kesenjangan pembagian pendapatan meningkat atau menurun dengan terjadinya pertumbuhan ekonomi pada suatu negara.

Pada dasarnya pertanyaan ini hanyalah mengungkapkan kembali masalah-masalah ekonomi yang bersifat klasik. Masalah tersebut telah ditanyakan oleh Malthus dan Ricardo, tetapi temuan-temuan yang diperoleh masih bersifat kontroversial. Berdasarkan hasil rekomendasi Pearson dan kawan-kawan, suatu panitia yang dibentuk oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa, muncul masalah kesenjangan pembagian pendapatan. Kemudian, Bank Dunia dan berbagai pakar ilmu terpenggil untuk ikut menjawab masalah tersebut. Adapun kaitannya dengan latar belakang tersebut ialah terdapatnya beberapa persoalan. Pertama, persoalan pembagian pendapatan dengan pengertian *keadilan* dan mengungkapkan kembali berbagai pemikiran yang berkembang dalam teori distribusi. Kedua, mencoba menelaah perkembangan pembagian pendapatan pada beberapa negara, terutama pada negara-negara yang sedang berkembang. Ketiga, apa yang telah terjadi di Indonesia, pesan Garis-Garis Besar Haluan Negara (GBHN), terutama sejak pelita ke-3 sampai pada rancangan Repelita ke-5 menempatkan butir pemerataan pada urutan pertama dalam trilogi pembangunan Indonesia. Hal ini mengandung makna 'tujuan pemerataan', baik secara ekonomi, sosial-budaya, maupun politik menjadi prioritas tanpa mengabaikan pengertian kesamaan dengan tujuan-tujuan lainnya, seperti pertumbuhan kekayaan bangsa dan stabilitas ekonomi nasional.

4) Sistem Perekonomian pada Umumnya

Tujuan sistem perekonomian adalah mengatur pertukaran barang dan jasa yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat. Adanya asuransi untuk meningkatkan kesejahteraan

rakyat adalah salah satu tujuan dari politik nasional maka sistem perekonomian pada dasarnya merupakan bagian dari sistem politik Indonesia. Dalam bahasa sistem disebut sebagai subsistem dari sistem politik nasional. Dalam sejarah perkembangannya tampak jelas eratnya hubungan antara ekonomi dan politik. Ilmu politik dan ilmu ekonomi merupakan suatu bidang ilmu tersendiri yang dikenal sebagai ekonomi politik (*political economy*). Dalam perkembangannya ilmu ekonomi kemudian menjadi salah satu cabang ilmu sosial yang memiliki teori, lingkup, dan metode yang relatif ketat dan terperinci. Pemikiran dasarnya ialah pada “kelangkaan” (*scarcity*) yang konsekuensinya adalah bahwa ilmu ekonomi berorientasi terhadap kebijakan yang rasional, khususnya dalam penentuan hubungan antara tujuan dan cara mencapai tujuan yang ditetapkan. Pada giliran berikutnya pengaruh ekonomi dan politik adalah timbal balik. Kebijakan politik sering didasarkan pada masalah ekonomi dan kebijakan ekonomi sering kali didasarkan pada masalah politik.

5) Perkembangan Sistem Politik dan Pemikiran Ekonomi

Sistem demokrasi sebenarnya telah muncul sejak abad ke-6 SM dan terdapat di negara kota atau pusat kota (*city state*) Yunani kuno dalam bentuk demokrasi langsung. Dalam sistem ini hak untuk membuat teknik keputusan-keputusan politik dijalankan langsung oleh seluruh negara yang bertindak berdasarkan prosedur mayoritas. Ide demokrasi ini di Eropa Barat menghilang dan perkembangan selanjutnya sangat dipengaruhi oleh struktur sosial yang feodal dan kehidupan politiknya ditandai oleh para bangsawan atau sama lain dalam artian mengikuti langkah dan jejak para penganutnya.

Pada tahun 1215 piagam besar (*Magna Carta*) telah ditandatangani. Piagam tersebut merupakan semacam kontrak antara beberapa bangsawan dan Raja John dari Inggris. Dalam piagam tersebut, untuk pertama kalinya, seorang raja yang berkuasa mengikatkan diri untuk mengaku dan menjamin beberapa

hak dan kepentingan dari bawahannya sebagai imbalan untuk penyerahan bagi keperluan perang dan sebagainya.

6) Pembagian Sistem Ekonomi

Dari sejarah perkembangannya dikenal dua sistem ekonomi yang sangat berlawanan, yaitu sistem ekonomi pasar dan sistem ekonomi perencanaan. Akan tetapi, dalam proses perkembangannya muncul sistem ekonomi campuran yang intinya ingin mengatasi kelemahan dua sistem yang ada.

7) Sistem Ekonomi Pasar

Asas pokok sistem ekonomi pasar adalah bekerjanya tangan-tangan yang tidak terlihat (*the invisible hand*) yang digerakkan oleh cinta diri yang dikemukakan oleh Adam Smith. Asas ini diperkuat berdasarkan paham kebebasan. Tambahan pula, buku Adam Smith yang berjudul *The Theory of Moral Sentiments* menjadi kerangka moral terhadap pemikiran sistem ekonomi pasar yang dicetuskan olehnya. Kerangka moral tersebut berintikan sebagai berikut.

- a) Tangan yang tak terlihat akan menggerakkan kegiatan ekonomi dengan adanya keinginan seseorang/sekelompok orang yang memberikan sebuah barang atau jasa untuk mendapatkan barang lainnya (pertukaran).
- b) Harga dalam pasar dapat berubah, terutama karena faktor modal. Akan tetapi, harga pasar dalam jangka panjang akan mencapai keseimbangan.
- c) Dalam sistem bebas seperti itu, pemerintah suatu negara mempunyai tiga tugas yang sangat penting, yaitu
 - (1) berkewajiban melindungi negara dari kekerasan dan adanya serangan negara bebas lainnya,
 - (2) melindungi setiap anggota masyarakat sejauh mungkin dari ketidakadilan atau penindasan oleh anggota masyarakat lainnya atau mendirikan badan hukum yang dapat diandalkan,

- (3) mendirikan dan memelihara beberapa institusi atau sarana untuk umum. Sarana tersebut tidak dapat dibuat oleh perorangan karena keuntungan yang didapat darinya terlalu kecil sehingga tidak dapat menutupi biayanya. Pandangan Adam Smith itu kemudian direvisi dan dikembangkan oleh pemikir-pemikir ekonomi lainnya. Konsep *The invisible hand*-nya dibantah oleh John Maynard Keynes melalui bukunya yang terbit tahun 1936 yang berjudul *The General Theory of Employment, Interest, and Money*. Keynes berpendapat bahwa negara merupakan sebuah kekuatan yang terdiri di luar sistem tersebut dan harus ikut campur tangan dalam kegiatan ekonomi agar pekerjaan selalu tersedia bagi semua warganya.

B. Teori Produktivitas

Produktivitas adalah rasio dari total *output* dengan input yang dipergunakan dalam produksi (Heady & Dillon, 2002). Selanjutnya, Heady menjelaskan bahwa produktivitas lahan berkesesuaian dengan kapasitas lahan untuk menyerap input produksi dan menghasilkan *output* dalam produksi pertanian.

Produktivitas yang tinggi menyebabkan tingkat produksi yang sama dapat dicapai dengan biaya yang lebih rendah. Dengan kata lain, produktivitas dan biaya mempunyai hubungan terbalik. Makin tinggi produktivitas, makin rendah biaya produksinya. Perilaku biaya juga berhubungan dengan periode produksi. Dalam jangka pendek ada faktor *produksi tetap* yang menimbulkan *biaya tetap*, yaitu biaya produksi yang besarnya tidak tergantung pada tingkat usaha produksi. Dalam jangka panjang, karena semua faktor adalah variabel, biayanya juga merupakan variabel. Artinya, besarnya biaya produksi dapat disesuaikan dengan tingkat produksi (Soekartawi, 2003). Konsep dasar yang dipergunakan untuk menganalisis produktivitas adalah fungsi produksi. Dewasa ini telah banyak fungsi produksi yang dikembangkan dan dipergunakan. Soekartawi (1994) menjelaskan bahwa fungsi-fungsi yang sering dipergunakan dalam

analisis usaha tani, antara lain, (1) fungsi linier, (2) fungsi kuadratik, (3) fungsi produksi Cobb-Douglas, (4) fungsi produksi *Constant Elasticity of Substitution (CES)*, (5) fungsi *transcendental*, dan (6) fungsi translog.

1. Teori Biaya Produksi

Biaya produksi adalah pengeluaran yang dilakukan selama proses produksi. Biaya produksi meliputi seluruh dana yang dikeluarkan untuk biaya dan pembelian input dan jasa yang dipakai dalam suatu produksi. Dalam jangka pendek, biaya proses produksi terdiri atas biaya tetap dan biaya variabel. Sementara itu, untuk jangka panjang seluruh pengeluaran adalah biaya variabel sebab semua input dan/atau masukan yang dipakai bersifat variabel (Djamali, 2000).

Menurut Soekartawi (1995), biaya diklasifikasikan menjadi dua, yaitu biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variable cost*). Biaya tetap dan variabel didefinisikan sebagai biaya yang relatif tetap jumlahnya dan terus dikeluarkan entah produksi yang diperoleh banyak, entah sedikit, misalnya sewa tanah, dan alat pertanian. Biaya tidak tetap didefinisikan sebagai biaya yang besar kecilnya dipengaruhi oleh produksi yang diperoleh, contohnya adalah pupuk, benih, obat-obatan, dan upah tenaga kerja. Biaya total merupakan penambahan antara total biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variable cost*) sehingga dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$TC = TFC + TVC$$

Keterangan:

TC = Biaya total (*Total Cost*)

TFC = Total Biaya Tetap (*Total Fixed Cost*)

TVC = Total Biaya Variabel (*Total Variable Cost*)

Kurva TFC mendatar (dapat dilihat di Arifin et al., 2019) menunjukkan bahwa besarnya biaya tetap tidak tergantung pada jumlah produksi. Kurva TVC membentuk huruf S terbalik yang menunjukkan hubungan terbalik antara tingkat produktivitas dengan besarnya biaya. Kurva TC sejajar dengan TVC menunjukkan bahwa

perubahan biaya total semata-mata ditentukan oleh perubahan biaya variabel (Rahardja, 2000).

2. Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Apresiasi terhadap hasil iptek di bidang perkebunan, khususnya perkebunan rakyat swadaya ataupun pola perkebunan inti rakyat yang dulu disingkat PIR, masih tergolong rendah. Penyediaan dana penelitian dan perkebunan di Indonesia masih mengandalkan pemerintah dan sebagian kecil dari BUMN dan swasta. Dengan adanya keterbatasan tersebut, lembaga penelitian perkebunan belum sukses mentransfer teknologi ke perkebunan rakyat secara efektif. Transfer teknologi masih terbatas pada daerah-daerah pengembangan perkebunan rakyat.

1) Biaya Produksi

Biaya produksi komoditas perkebunan tergolong tinggi, sedangkan harga produk mengikuti pergerakan harga pasar. Salah satu faktornya adalah upah pekerja yang selalu naik. Padahal, sektor perkebunan merupakan sektor yang padat karya. Banyak perkebunan yang mempekerjakan pegawai atau karyawan lebih banyak daripada dayaampungnya karena pertimbangan sosial. Hal tersebut sudah terjadi sejak lama sebelum regulasi mengenai ketenagakerjaan dan pengupahan muncul. Berdasarkan kenyataan tersebut perlu ada kebijakan penetapan upah secara seragam untuk semua sektor usaha.

2) Otonomi Daerah

Otonomi daerah adalah hak, wewenang, dan kewajiban daerah otonom untuk mengatur dan mengurus sendiri urusan pemerintahan dan kepentingan masyarakat setempat sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

Otonomi daerah menuntut pengoptimalan pemanfaatan sumber daya alam untuk meningkatkan pendapatan asli daerah (PAD). Situasi ini merangsang terjadinya persaingan pemanfaatan sumber daya alam sehingga terjadi jurang perbedaan antara daerah satu dan daerah lainnya. Dalam rangka pemanfaatan sumber daya alam ini perlu ada pedoman pelaksanaan bagi daerah sehingga memudahkan

perencanaan pembangunan, investasi, dan perdagangan, termasuk komoditas perkebunan. Permendagri No. 6 Tahun 2007 menyebutkan dua pasal yang berkaitan dengan otonomi daerah sebagai berikut.

- a) Pemerintahan daerah adalah penyelenggaraan urusan pemerintahan oleh pemerintah daerah dan Dewan Perwakilan Rakyat Daerah (DPRD) menurut asas otonomi dan tugas pembantuan dengan prinsip otonomi seluas-luasnya dalam sistem & prinsip Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).
- b) Daerah otonom/daerah adalah kesatuan masyarakat hukum yang mempunyai batas-batas wilayah yang berwenang mengatur dan mengurus urusan pemerintahan, serta kepentingan masyarakat setempat menurut prakarsa sendiri berdasarkan aspirasi masyarakat dalam sistem Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).

3) Desentralisasi

Desentralisasi adalah penyerahan wewenang pemerintahan oleh pemerintah pusat kepada daerah otonom untuk mengatur dan mengurus urusan pemerintahan dalam sistem negara kesatuan republik Indonesia (NKRI).

Menurut Rondinelli et al. (1983), desentralisasi merupakan perpindahan kewenangan/pembagian kekuasaan dalam perencanaan pembangunan, serta manajemen & pengambilan keputusan dari tingkat nasional ke tingkat daerah. Ada empat bentuk desentralisasi.

- a) Dekonsentrasi merupakan pengalihan kekuasaan & tanggung jawab administrasi dalam suatu departemen.
- b) Delegasi merupakan pelimpahan tanggung jawab fungsi-fungsi tertentu kepada organisasi-organisasi di luar struktur birokrasi pemerintah dan dikontrol tidak secara langsung oleh pemerintah pusat.
- c) Devolusi adalah pembentukan dan pemberdayaan unit-unit pemerintah di tingkat lokal oleh pemerintah pusat.

- d) Privatisasi/Debirokratisasi merupakan pelepasan tanggung jawab kepada organisasi-organisasi non pemerintah (NGO) atau perusahaan-perusahaan swasta.

C. Dekonsentrasi

Dekonsentrasi adalah pelimpahan wewenang pemerintahan ke pejabat pemerintah, seperti gubernur sebagai wakil pemerintah dan/ atau kepada instansi vertikal di wilayah tertentu.

1. Tugas Pembantuan

Tugas Pembantuan adalah penugasan dari pemerintah kepada daerah dan/atau desa, dari pemerintahan provinsi kepada kabupaten/kota dan/atau desa, serta dari pemerintah kabupaten/kota kepada desa untuk melaksanakan tugas tertentu.

Undang-Undang Dasar 1945 Pasal 18A ayat (1) dan (2) mengatur

- 1) hubungan kewenangan (pusat dan daerah provinsi; kabupaten/kota) ialah memperhatikan kekhususan dan keragaman daerah.
- 2) hubungan keuangan, pelayanan umum, pemanfaatan sumber daya alam, dan sumber daya lainnya antara (pusat dan daerah), yang dilaksanakan secara adil dan selaras diatur dalam undang-undang.

Rencana kerja pemerintah daerah (RKPD) adalah dokumen perencanaan daerah (provinsi, kabupaten/kota) untuk periode 1 (satu) tahun. Rencana Kerja satuan kerja perangkat daerah (Renja SKPD) adalah dokumen perencanaan SKPD untuk periode 1 (satu) tahun. Rencana Kerja dan anggaran satuan kerja perangkat daerah (RKA SKPD) adalah dokumen perencanaan dan penganggaran yang berisi program dan kegiatan satuan kerja perangkat daerah (SKPD) yang merupakan penjabaran dari program rencana kerja perangkat daerah (RKPD) dan rencana strategis renstra satuan kerja perangkat daerah (Renstra SKPD) yang bersangkutan dalam 1 (satu) tahun anggaran, serta anggaran yang diperlukan untuk melaksanakannya.

Rancangan peraturan daerah (Raperda) mencakup.

- 1) kebutuhan penyelenggaraan pemerintah daerah & kemampuan menghimpun pendapatan daerah dengan berpedoman pada rencana kerja pemerintah (RKP).
- 2) penyusunan anggaran pendapatan & belanja daerah (APBD) agar belanja operasional tidak melampaui pendapatan dalam tahun anggaran yang bersangkutan.

Semua hak daerah yang diakui sebagai penambah nilai kekayaan bersih dalam tahun anggaran yang bersangkutan, seperti sumber penerimaan/ pendanaan/pendapatan pemerintah daerah.

- 1) Pendapatan asli daerah (PAD) (pajak, retribusi, hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan).
- 2) Dana perimbangan: dana bagi hasil (DBH), dana alokasi umum (DAU), dana alokasi khusus (DAK).
- 3) Lain-lain pendapatan yang sah (penjualan kekayaan daerah, jasa giro, pendapatan bunga, keuntungan selisih nilai tukar rupiah terhadap mata uang asing, komisi, dan potongan dari penjualan dan/atau pengadaan barang dan/atau jasa oleh daerah).

2. Sumber Pendanaan/Pendapatan Pemda

Dalam upaya meningkatkan PAD-nya, daerah dilarang untuk

- 1) menetapkan perda tentang pendapatan yang menyebabkan ekonomi biaya tinggi;
- 2) menetapkan perda tentang pendapatan yang menghambat mobilitas penduduk, lalu lintas barang & jasa, serta ekspor/impor.

3. Dana Perimbangan

Dana perimbangan terdiri atas jenis-jenis sebagai berikut.

- 1) Dana Bagi Hasil (DBH): bersumber dari APBN untuk mendanai kebutuhan daerah (desentralisasi).

- 2) Dana Alokasi Umum (DAU): bersumber dari APB guna pemerataan keuangan daerah, mendanai kebutuhan daerah (desentralisasi).
- 3) Dana Alokasi Khusus (DAK): bersumber dari APBN untuk mendanai daerah tertentu, kegiatan khusus daerah, dan kegiatan yang sesuai dengan prioritas nasional.

Pada prinsipnya dana yang dipakai untuk DAK diperuntukkan untuk peningkatan daerah. Di sisi lain, DBH bersumber dari APBN yang berasal dari cukai. Sementara itu, DAU bersumber dari APBD yang bersumber PAD (pendapatan asli daerah).

4. Lingkungan

Masalah lingkungan merupakan masalah yang cukup kompleks pada sektor perkebunan. Metode pembukaan lahan yang efektif untuk lahan perkebunan adalah metode penghancuran bahan organik (kimia) dengan kimia. Undang-undang tentang pengelolaan lingkungan hidup masih memberi memberi dan meyakini toleransi adanya pembakaran terkendali untuk perkebunan rakyat. Selain itu, limbah yang sulit dan padat, baik cair maupun gas masih menjadi masalah pelik di perkebunan, baik *on farm* maupun *off farm*. Masalah ini terjadi karena belum adanya teknologi penanggulangan limbah yang tepat guna dalam hal masalah ramah lingkungan dan penggunaan pestisida berlebih yang harus ditangani, mahalnya investasi industri pemanfaatan limbah perkebunan, dan rendahnya kesadaran penanganan limbah, serta lemahnya peraturan perundang-undangan yang menangani masalah limbah.

5. Agrobisnis

Agrobisnis perkebunan memegang peranan penting dalam perkembangan perekonomian di Indonesia. Sektor ini menyediakan lebih dari 19,4 juta lapangan kerja bagi penduduk Indonesia. Selain itu, sektor perkebunan juga menambah devisa negara secara signifikan. Dalam perkembangannya, agrobisnis perkebunan akan menghadapi berbagai agenda dan perubahan lingkungan bisnis

strategis. Perubahannya meliputi biaya produksi, harga komoditas perkebunan, kebijakan produksi, otonomi daerah, isu lingkungan, dan penjarahan.

6. Prospek Pengembangan Komoditas Unggulan Perkebunan

Produksi komoditas unggulan perkebunan terus meningkat tajam meskipun kondisi perekonomian secara global mengalami krisis. Salah satu contohnya ialah produksi kelapa sawit yang mengalami kenaikan sekitar 3,6%. Data Direktorat Jenderal Perkebunan menunjukkan bahwa produksi kelapa sawit pada tahun 2009 sebesar 18,12 juta ton CPO lalu meningkat pada tahun 2010 menjadi 18,78 juta ton/panen. Tidak hanya komoditas kelapa sawit, komoditas lain seperti jenis karet, kelapa, kopi, tembakau, lada, teh, dan tembakau mengalami proses peningkatan produksi.

Selain produktivitasnya, volume dan nilai ekspor komoditas perkebunan juga meningkat. Ditjen Perkebunan melaporkan bahwa pada tahun 2008 total volume ekspor sebesar 24 juta ton dengan nilai 20 miliar USD dan meningkat pada tahun 2009 menjadi 28,71 juta ton per barel dengan nilai 26,50 miliar USD. Sebagai gambaran, baik volume maupun nilai ekspor dan impor masing-masing komoditas perkebunan tidak ada peningkatan sejak 2006 sampai 2008. Peningkatan produktivitas dan nilai ekspor tersebut dapat memberikan dampak positif bagi kesejahteraan petani dan pekebun, seperti mengurangi jumlah tingkat kemiskinan, meningkatkan lapangan kerja, dan dapat mengembangkan wilayah.

Untuk tujuan peningkatan dan pengembangan komoditas perkebunan, Ditjen perkebunan telah menyiapkan beberapa kebijakan, seperti pengembangan SDM, model kelembagaan petani, investasi usaha, peningkatan dukungan terhadap pembangunan sistem ketahanan pangan, dan pengembangan dukungan terhadap pengelolaan sumber daya alam, serta lingkungan hidup yang berwawasan lingkungan.

7. Kondisi Pasar Lokal dan Ekspor

Komoditas perkebunan mempunyai pasar yang luas, baik di dalam maupun di luar negeri. Sistem tata niaga komoditas perkebunan umumnya mempunyai pola yang sama. Namun, ada juga yang bersifat spesifik sesuai dengan jenis komoditas dan badan yang membudidayakannya. Adapun pemasaran dilakukan melalui sistem tata niaga (*marketing channel*) sesuai dengan jenis komoditas dan tujuan penjualan. Untuk memudahkan pemasaran, pekebun biasanya tergabung dalam asosiasi/kelompok penjualan, seperti Eksportir Lada Indonesia (AELI) dan Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia (AEKI).

1) Pasar Lokal

Indonesia dengan jumlah penduduk yang banyak merupakan pasar yang potensial. Kebutuhan masyarakat terhadap hasil pertanian dan perkebunan, serta turunannya selalu tinggi dari tahun ke tahun. Oleh karena itu, daya serap industri pengolahan pangan selalu mengalami peningkatan. Namun, peningkatan penggunaan produksi dalam negeri menjadi tidak optimal karena banyaknya barang impor yang masuk ke Indonesia. Hal tersebut akan memengaruhi penyerapan tenaga kerja dan kesejahteraan masyarakat secara luas.

Salah satu kunci keberhasilan usaha perkebunan adalah tersedianya pasar dan pemasaran yang jelas bagi produk komoditas perkebunan. Dalam menghadapi mekanisme pasar yang makin terbuka dan kompetitif, penguasaan pasar merupakan prasyarat untuk meningkatkan daya saing usaha perkebunan. Oleh sebab itu, peran pemerintah diperlukan dalam mendorong keberhasilan usaha perkebunan untuk memperluas akses pasar dan pemasaran bagi produk/komoditas perkebunan, serta menciptakan situasi yang kondusif sebagai stimulasi dan perlindungan usaha. Untuk itu, usaha perkebunan perlu diberikan dukungan kemudahan untuk mengakses informasi usaha, melaksanakan promosi, pengembangan jaringan usaha, pencadangan lokasi usaha, dan perlindungan dari persaingan yang tidak sehat.

2) Pasar Ekspor

Komoditas unggulan tanaman perkebunan yang potensial untuk pasar ekspor, antara lain kelapa, karet, tembakau, lada, dan talas bentul (pengganti pangan) sebagai komoditas unggulan perkebunan. Ekspor komoditas perkebunan biasanya dilakukan oleh pengusaha bermodal besar. Penyebabnya adalah kebutuhan biaya besar, baik untuk pengemasan maupun untuk transportasi, serta keharusan untuk sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh negara importir. Para pelaku eksportir biasanya mendapatkan komoditas dengan cara membeli atau kerja sama dengan petani ataupun dengan pedagang perantara. Ketentuan mengenai harga, kualitas, dan cara penanganan dicapai melalui kesepakatan sebelumnya.

D. Dukungan Kebijakan Pemerintah

Salah satu bentuk dukungan pemerintah dalam pengembangan komoditas perkebunan adalah bantuan kredit melalui program revitalisasi perkebunan. Program tersebut berperan penting dalam meningkatkan produksi dan produktivitas perkebunan. Pada tahun 2021, misalnya, dilakukan perjanjian pembangunan kerja sama kebun kelapa sawit dengan pola kredit koperasi primer anggota (KKPA). Bantuan kredit dianggarkan sebesar Rp38,48 triliun melalui pengadaan dana kredit dari 16 bank pelaksana. Hingga dengan akhir tahun 2009, program ini sudah mampu membiayai pengembangan perkebunan seluas 1,2 juta ha yang terdiri dari kelapa sawit (781,944 ha), karet (264.162 ha), dan kakao (169.871 ha). Jumlah ini di bawah target plafon pembiayaan tahun 2007–2010. Dari persetujuan program revitalisasi perkebunan sampai Maret 2009 terdapat 9 bank pelaksana, yang memberikan modal sebesar Rp5,045 triliun dengan luasan area 136,7 ribu ha dan sebanyak 66.342 KK peserta petani.

Program revitalisasi perkebunan bagi seluruh instansi terkait di kabupaten/kota perlu adanya peningkatan sehingga koordinasi dan sinergitas dapat ditingkatkan. Dalam rangka peningkatan, serta percepatan program revitalisasi perkebunan, perusahaan mitra yang telah ditunjuk dapat melaksanakan kegiatan lapangan

dan mendapatkan dukungan sepenuhnya dari bank pelaksana. Khusus bagi pengembangan talas bentul disediakan dukungan yang optimal dari perbankan. Selain itu, penyelesaian permasalahan perlu dilakukan dengan pendekatan spesifik lokasi.

Selain bantuan kredit dari pemerintah, dukungan lainnya berupa percepatan sertifikasi tanah oleh Badan Pertanahan Nasional (BPN). Sertifikasi ini dilakukan secara massal sehingga biaya yang dikeluarkan petani lebih murah. Di samping itu, khusus untuk kelapa sawit dengan luasan kurang dari 2 ha, sertifikasi dapat melalui jalur khusus yang dinamakan program percepatan penyertifikatan yang dikaitkan dengan program reforma agraria.

Kebijakan pembangunan perkebunan juga harus disesuaikan dengan adanya perubahan lingkungan. Pemerintah ditantang untuk lebih berperan nyata dalam membangun sektor perkebunan dengan berorientasi pada pemecahan masalah dalam mengantisipasi dampak perubahan lingkungan. Selain itu, lembaga yang bertanggung jawab di bidang perkebunan sudah saatnya menyusun rencana strategis yang di dalamnya fokus secara simultan pada masaah-masalah, seperti,

- 1) kesejahteraan masyarakat,
- 2) pengusahaan lahan,
- 3) integrasi hulu dan hilir,
- 4) kesehatan kelestarian lingkungan,
- 5) bioteknologi,
- 6) sistem dan usaha agrobisnis perkebunan,
- 7) data dan informasi, dan
- 8) agrobisnis talas bentul, serta kebijakan-kebijakan lainnya.

Komoditas ekspor, misalnya, komoditas perkebunan berfungsi sebagai penyedia bahan baku industri dalam negeri. Industri yang berbahan baku hasil tanaman perkebunan, di antaranya adalah industri minyak goreng, industri tekstil, biofuel, rokok, minuman dan bahan-bahan kosmetik.

1. Pendekatan Umum Untuk Pembangunan Ekonomi Pedesaan

Sejauh kebijakan penyuluhan pertanian di Indonesia kolonial dapat digeneralisasikan, tampaknya telah terjadi kecenderungan bertahap dari sekadar aspek teknis dan ekonomi pertanian. Dari segi teknis, produksi tanaman ekspor di perkebunan pada awalnya dianggap lebih unggul daripada produksi petani kecil karena posisi lahan sempit yang mengharuskan petani melakukan diversifikasi atau penganekaragaman tanaman yang efisien dan efektif. Dari sudut pandang ekonomi, produksi tanaman ekspor dianggap lebih unggul daripada produksi tanaman pangan.

Beberapa penyuluh pada awalnya yakin bahwa mereka harus melanjutkan kerja sama antara petani dan perkebunan untuk memperkenalkan petani pada teknologi unggul atau mengekspor hasil panen. Beberapa contoh keberhasilan mediasi penyuluh antara kelompok tani dan perkebunan, yakni produksi minyak sereh wangi, karet, kapuk, dan singkong, serta tembakau di Besuki dan Jember. Ada juga teh dan kopra di Jawa Barat. Perkebunan umumnya menyediakan bibit dan menjamin pembelian setelah panen meskipun petani yang menanggung risiko menanam tanaman.

Upaya lainnya adalah berusaha untuk memperkenalkan teknologi baru kepada para pengguna teknologi sebagai pengganti tenaga manusia dan hewan. Upaya ini diharapkan dapat membuahkan hasil yang maksimal. Hal ini terjadi pada tanaman komersial yang diproduksi secara ekstensif, seperti karet rakyat di Sumatra dan Kalimantan. Namun, upaya ini juga bisa menjadi suatu kemunduran karena masyarakat sekitar tidak diajak berembuk, apalagi basis tanaman di daerah tersebut berbeda, misalnya, Sumatra yang basis tanamannya ialah karet dan kopi. Perubahan seperti itu pada awalnya mengejutkan, bahkan penelitian lebih lanjut pada 1920-an menunjukkan bahwa perbaikan teknis belum tentu layak secara ekonomi.

Petani hampir tidak tertarik untuk mengganti stok tanaman lama mereka atau menggunakan teknik yang lebih padat karya selama harga tanaman komersial tinggi ataupun relatif tidak stabil

terhadap harga tanaman pangan. Sementara pemahaman ini matang menjelang tahun 1930-an, fokus dalam pendekatan penyuluhan bergeser dari aspek teknis pertanian ke kombinasi spesifik area dari aspek teknis dan ekonomi pertanian.

Selama tahun 1930-an pandangan bergeser lebih jauh ke koherensi aspek teknis, ekonomi, dan sosial pertanian. Akhirnya, penyuluh merumuskan prinsip-prinsip yang kemudian disebut sebagai strategi pembangunan terpadu. Banyak yang yakin bahwa berbagai aspek kehidupan pedesaan harus dipertimbangkan untuk mencapai hasil yang substansial dan langgeng dalam pertanian. Kerja sama antara petani dan perkebunan tidak, serta merta memajukan inisiatif dan kemandirian penduduk pedesaan. Ketika krisis ekonomi mengakhiri beberapa kerja sama ini, petugas penyuluhan menyimpulkan bahwa memajukan inisiatif dan aktivitas mandiri penduduk pedesaan lebih penting untuk mencapai hasil yang langgeng daripada menentukan kunci yang unggul secara teknologi dan ekonomi demi sekadar kemakmuran yang lebih besar.

Pendekatan pembangunan pedesaan seperti itu mencakup banyak aspek. Prasyarat utama penerapannya adalah pemahaman yang mendalam tentang masyarakat pedesaan yang heterogen di Indonesia yang untuk sebagian besar wilayah harus dikumpulkan terlebih dahulu melalui studi regional ke dalam aspek teknis dan sosial ekonomi masyarakat pertanian.

2. Empat Tanaman Utama

Bab ini membahas empat tanaman utama yang memainkan peran dinamis dalam pembangunan pertanian: (1) beras, (2) singkong, (3) gula, dan (4) karet. Pembahasannya akan berkonsentrasi pada aspek ekonomi dan teknis yang relevan dengan penjelasan tren produksi. Sebagian besar bab ini akan memverifikasi tesis bahwa tren ini adalah hasil dari pilihan yang dibuat oleh produsen. Dasar tujuannya adalah mengoptimalkan penggunaan sumber daya produktif (seperti tenaga kerja, tanah, fasilitas irigasi, dan modal), apalagi informasi

pasar tersedia untuk mereka. Hal ini akan ditindaklanjuti pada edisi berikutnya. Dalam merealisasikannya, bab ini akan memberikan penjelasan tentang mengapa dan sejauh mana produsen berada dalam posisi untuk memanfaatkan fasilitas umum yang dibahas dalam bab sebelumnya.

1) Tanaman Pangan Utama Beras

Padi telah menjadi satu-satunya tanaman terpenting sejak tahun 1880. Padi adalah tanaman pokok utama di sebagian besar Kepulauan Melayu. Hanya di beberapa daerah, seperti kepulauan Maluku, Irian Jaya, dan Madura bahan pokok utamanya ialah sagu dan jagung. Oleh karena itu, kita perlu memahami perubahan ekonomi beras Indonesia dalam interpretasi perubahan produktivitas pertanian secara keseluruhan.

Decomposisi pertumbuhan produksi beras paling baik dapat diperkirakan dengan produktivitas parsial. Pertumbuhan produksi padi dapat diuraikan sebagai berikut:

$$Y/L = Y/A \times A/L \quad (1a)$$

$$Y/L = Y/AH \times AH/A \times A/L \quad (2a)$$

$$g(Y/L) = g(Y/A) + g(A/L) + \frac{g(Y/A) \times g(A/L)}{100} \quad (1b)$$

$$g(Y/L) = g(Y/AH) + g(AH/A) + g(A/L) + \frac{g(Y/AH) \times g(AH/A) \times g(A/L)}{100} \quad (2b)$$

Y	= Production	Y/L	= Labour Productivity
L	= Labour Input	Y/A	= Land Productivity
A	= Arable Land	A/L	= Land-Labour Ratio
AH	= Harvested Area	Y/AH	= Production per Harvested Area
g	= compound growth rate	AH/A	= Cropping Ratio

$$Y/A = Y/L \times L/C \times C/A \quad (3a)$$

$$g(Y/A) = g(Y/L) + g(L/C) + g(C/A) +$$

$$\frac{g(Y/L) \times g(L/C) \times g(C/A)}{100} \quad (3b)$$

C = Heads of Cattle

C/A = Cattle–Land Ratio

L/C = Labour–Cattle Ratio

Sumber: Maddison (1989)

Gambar 3.1 Pertumbuhan Padi

Persamaan (1b) menunjukkan bahwa sisi penawaran menawarkan tiga penjelasan untuk peningkatan produksi padi. Pertama, perluasan areal budi daya. Kedua, lebih banyak tanaman yang dihasilkan per tahun dari daerah yang sama karena meningkatnya penggunaan varietas pendek. Artinya, menggunakan varietas yang unggul, tetapi masa waktunya cepat dan/atau melalui pembangunan fasilitas irigasi yang memfasilitasi penanaman ganda sawah. Ketiga, peningkatan hasil rata-rata per luas panen karena rotasi tanaman, pengendalian hama, atau peningkatan penggunaan pupuk dan varietas padi yang tanggap terhadap pupuk.

Persamaan (2b) menambahkan faktor berkurangnya kegagalan lahan yang ditanami, baik karena pengendalian hama dan penyakit yang lebih baik maupun berkurangnya dampak kekeringan. Daerah Jawa, misalnya, menunjukkan bahwa peningkatan rata-rata tahunan produksi padi beririgasi adalah 0,42 persen selama 1880–1900, terutama karena perluasan lahan irigasi. Hasil rata-rata turun sekitar 0,21 persen, tetapi dikompensasi oleh peningkatan rasio panen sebesar 0,19 persen per tahun. Perubahan rasio panen dijelaskan oleh peningkatan rasio panen sebesar 0,35 persen dan penurunan rasio keberhasilan sebesar -0,15 persen, yang menggarisbawahi pentingnya irigasi.

Selama 1900–1937 rasio panen merupakan faktor utama yang menjelaskan pertumbuhan produksi padi irigasi yang dapat diharapkan. Ini berdasarkan kebijakan irigasi dan perluasan lahan irigasi teknis. Peningkatan hasil panen per hektare panen membantu

rasio panen dalam menjelaskan percepatan pertumbuhan produksi selama 1920–1937. Kontribusi perluasan lahan garapan selama tahun-tahun ini sebagian besar merupakan hasil dari matinya produksi gula di Jawa selama tahun 1930-an. Pabrik menyewa lebih sedikit lahan pertanian yang tersedia untuk produksi beras. Inilah yang menjadi penjelasan tumbuhnya sekitar sepertiga produksi beras selama 1920–1937. Sebagian besar pertumbuhan dijelaskan oleh peningkatan rasio tanam dan hasil panen.

2) Singkong Tanaman yang Ambigu

Peningkatan produksi ubi kayu yang sangat besar selama masa kolonial akhir merupakan perubahan yang paling signifikan dalam produksi tanaman pangan non-beras di Jawa. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pasokan singkong per kapita di Jawa meningkat secara substansial setelah tahun 1900. Kemudian, nilai produksinya konstan pada 100–130 kg per kapita selama 1915–70 sebelum mulai menurun secara bertahap.

Dari tahun 1915 hingga 1970, singkong telah menjadi tanaman pangan terpenting kedua setelah beras dalam makanan rata-rata di Jawa. Singkong selama ini dianggap sebagai tanaman pangan yang inferior karena kandungan proteinnya yang rendah jika dibandingkan dengan beras. Peningkatan konsumsi ubi kayu dimaknai sebagai indikasi menurunnya kesejahteraan, sedangkan peningkatan konsumsi beras sebagai indikasi membaiknya kesejahteraan.

3) Pertumbuhan Produksi Gula

Produksi gula pabrik di Jawa meningkat setelah pengenalan adalah sistem tanam paksa (*Cultuurstelsel*) pada tahun 1830. Di bawah sistem ini, petani (di daerah yang sesuai untuk menanam tebu) diperintahkan untuk menanam tebu yang nantinya mereka serahkan dengan harga yang telah ditentukan kontraktor pemerintah, yang mengolahnya menjadi gula untuk ekspor. Tebu juga diproduksi oleh rumah tangga petani untuk dijual ke pabrik gula swasta atau untuk diolah menjadi gula pertanian. Sistem budi daya berakhir pada tahun 1870 dan semua kontrak gula berakhir selama tahun 1870–1890, tetapi sebagian besar pabrik berlanjut sebagai usaha swasta.

Setelah tahun 1870 terjadi beberapa kali perubahan undang-undang agraria yang berkaitan dengan produksi gula, yang umumnya untuk melindungi petani yang menyewakan tanahnya kepada pabrik gula. Posisi para petani ini menjadi topik perdebatan publik pada zaman kolonial Kerajaan Belanda. Pemerintah kolonial saat itu terus-menerus berada di bawah tekanan untuk mengubah undang-undang dan memberikan sarana hukum kepada pejabat sipil setempat di wilayah gula untuk mengurangi penyalahgunaan peraturan oleh pabrik gula

Salah satu batasannya adalah bahwa pabrik dapat menyewakan ladang hingga sepertiga dari tanah desa. Untuk mencegah kelelahan tanah (*soil fatigue*), mereka harus memutar ladang tebu setelah setiap panen. Penuriangan (*ratooning*) atau produksi tanaman tebu kedua dari tunggul tebu yang dipanen hampir tidak mungkin karena hasil tebu dari panen kedua terlalu rendah untuk dibebankan sebagai biaya sewa ladang. Pabrik harus berinvestasi dalam persiapan ladang untuk setiap tanaman baru. Ini yang membuat budi daya gula di Pulau Jawa sangat padat karya. Kewenangan pejabat administrasi sipil atas pabrik gula bermula dari fakta bahwa pabrik memerlukan izin yang menentukan luas maksimum yang dapat mereka sewa dan jumlah maksimum tebu yang dapat dibeli oleh petani. Nilai maksimum tersebut ditetapkan sebagai pencegahan sewa tanah atau pembelian tebu yang dapat membahayakan produksi pangan di daerah tersebut.

Pembayaran uang muka oleh pabrik gula menggoda petani untuk menyewakan tanah mereka ke pabrik dengan harga murah pada saat kekurangan uang. Ordonansi sewa tanah tahun 1879 menetapkan bahwa kontrak harus didaftarkan pada pejabat kolonial setempat dan pabrik tidak dapat membayar uang muka kepada petani lebih dari satu tahun sebelum ladang diserahkan untuk penanaman tebu. Namun, pabrik dalam praktiknya tidak dapat membuat kontrak, baik dengan kelompok besar maupun petani secara individu. Di bawah sistem tanam paksa, sebagian besar pabrik telah menggunakan arbitrase kepala desa—yang bertanggung jawab atas penyediaan tanah dan tenaga kerja untuk produksi tebu. Pabrik umumnya terus menggunakan mediasi kepala desa dalam menyelesaikan

kontrak dengan petani individu. Praktik ini menciptakan peluang penyalahgunaan karena pabrik dapat menyuap kepala desa untuk mendapatkan tanah demi kondisi yang menguntungkan mereka. Ini adalah masalah yang terus menerus menjadi perhatian para administrator sipil dan pemerintah saat itu.

Dampak produksi gula terhadap pembangunan pedesaan di Pulau Jawa telah lama diperdebatkan. Para kritikus sebelum perang menuduh bahwa pabrik gula secara struktural melanggar peraturan. Pernyataan yang kemudian diulangi oleh para mahasiswa sejarah Indonesia. Namun, investigasi resmi pada tahun 1894, 1903, dan 1918 gagal memberikan bukti konklusif yang menunjukkan bahwa pelanggaran memang terjadi secara struktural dan meluas. Akan tetapi, masalahnya di sini adalah apakah pelanggaran menyiratkan kemunduran besar terhadap pendapatan rumah tangga petani, penggunaan tanah, dan tenaga kerja yang tidak ekonomis.

4) Karet Petani Kecil dan Tanaman Perkebunan

Pada mulanya pertanian tanaman perkebunan memanfaatkan pertanian kecil. Kemudian, masyarakat melakukan cocok tanam dengan skala yang lebih besar demi meningkatkan komoditas produksi ekspor. Dalam rangka menaikkan produktivitas tersebut, rumah tangga petani sejatinya bereaksi keras terhadap permintaan lokal, nasional, dan internasional.

Sebagian daerah memproduksi komoditas untuk kebutuhan konsumsi dalam negeri, sedangkan di banyak daerah lain untuk kebutuhan ekspor, seperti kopi di Sumatra Barat, lada di Lampung, kopra di Sulawesi Utara, teh di Priangan, tembakau dan gula di Jawa Tengah dan Jawa Timur. Produksi tanaman komersial utama di Pulau Jawa relatif kecil jika dibandingkan dengan pulau-pulau lain yang produktivitas tenaga kerjanya meningkat. Misalnya, kenaikan produktivitas karena produksi karet yang juga meningkat di Sumatra dan Kalimantan.

Karet rakyat adalah contoh utama rumah tangga petani yang mengoptimalkan penggunaan produktif sumber daya mereka, khususnya tenaga kerja dan tanah. Karet diproduksi, baik oleh

perkebunan maupun rumah tangga petani, tetapi dengan teknologi yang berbeda. Telah dikemukakan bahwa perbedaan-perbedaan ini dapat dikaitkan dengan kebijakan diskriminatif pemerintah kolonial terhadap produksi ekspor oleh rumah tangga petani yang mendukung pertanian perkebunan. Seperti gula, misalnya, peningkatan produksi karet di Indonesia bergantung pada permintaan eksternal dan tidak mencerminkan perubahan ekonomi pertanian yang lebih luas. Namun, diskusi tentang produksi karet dan perkebunan dapat menjelaskan mengapa rumah tangga petani memproduksi karet dengan teknologi *inferior*.

BAB IV

PERTUMBUHAN PERTANIAN DI INDONESIA



Seiring perkembangan tanaman dan tumbuhan di Indonesia yang makin menarik dari sisi komoditas tanaman pangan. Bab ini akan membicarakan topik-topik komoditas, seperti beras, gandum, jagung, kedelai, serta umbi-umbian secara lebih komprehensif.

A. Pertumbuhan Pertanian dan Perubahan Produktivitas

Bab ini menyajikan perkiraan produksi agregat, penggunaan sumber daya produktif, dan perubahan produktivitas dalam pertanian Indonesia. Kuantifikasi memungkinkan penilaian besaran perubahan produksi pertanian. Suatu hal yang tidak mungkin dilakukan dalam diskusi tentang produksi komoditas individu terhadap beberapa komoditas yang sesuai dengan kondisi lahan. Pendekatan ini memungkinkan penilaian yang lebih presisi demi peningkatan hasil yang maksimal berdasarkan pengalaman pengembangan.

Metode pengukuran perubahan produktivitas dan dasar teoretis akuntansi pertumbuhan telah diperdebatkan secara luas. Akuntansi pertumbuhan telah terbukti menjadi instrumen yang berguna untuk menentukan fase-fase pembangunan ekonomi makro. Metode ini sekarang banyak digunakan dalam analisis pertumbuhan pertanian

jangka panjang di beberapa negara Asia, tetapi jarang digunakan untuk menilai pertumbuhan jangka panjang di Indonesia.

Padi sering menjadi perhatian dalam argumentasi tentang pembangunan pertanian di Indonesia. Padahal, sektor pertanian di Indonesia banyak menghasilkan tanaman lain. Penilaian perubahan pertanian harus mempertimbangkan produk-produk lain ini. Banyak masalah yang harus diatasi untuk mengatasi persoalan data dalam penyusunan runtunan waktu produksi pertanian, luas panen yang berkelanjutan, serta penjumlahan *output* berbagai komoditas di Indonesia. Isu-isu ini telah dibahas panjang lebar di tempat lain. Beberapa isu spesifik secara singkat dicatat dalam lampiran dan beberapa isu umum dipertimbangkan di bab ini.

Kesalahan pengukuran tetap ada, tetapi datanya cukup memadai untuk menetapkan tren luas dalam produksi dan produktivitas pertanian. Pilihan harga, untuk menilai produksi fisik, terkait dengan tujuan pengukuran. Penelitian ini berusaha menjelaskan perubahan produktivitas di sektor pertanian, margin transportasi, perdagangan, dan penyimpanan, serta pengolahan industri—karena itu telah dikurangkan dari harga pasar.

Perkiraan nasional harga pada tingkat petani, tidak tersedia sebelum tahun 1970 dan harga produsen tanaman perkebunan hanya dapat diperkirakan. Studi ini menggunakan harga eceran pedesaan untuk tanaman pangan sebab harga tersebut konsisten untuk periode 1913–1993, bahkan perkiraan margin perdagangan-perdagangan pun diperhitungkan. Namun, anggota rumah tangga petani sering menjual produk mereka di pasar lokal dan margin perdagangan umumnya merupakan bagian dari pendapatan rumah tangga pertanian. Harga produsen—maksudnya sebagai produsen penghasil utama dalam sektor pertanian dan tanaman ekspor—diperoleh dengan mengoreksi harga grosir untuk margin perdagangan, transportasi, dan pemrosesan.

Untuk memperkirakan pendapatan bersih dalam produksi pertanian, nilai input harus dikurangkan dari nilai kotor produksi pertanian. Di bidang pertanian dua kelompok utama input perantara adalah (1) input produksi pertanian, seperti benih, pakan, dan pupuk

organik, dan (2) input yang dibeli, seperti pupuk kimia dan pestisida. Keduanya menjadi prosedur yang digunakan untuk memperkirakan input saat ini dan memperoleh nilai tambah bruto atau *gross value added* (GVA).

1. Mengelola Perubahan Teknologi dalam Pertanian

Teknologi pertanian merupakan bagian yang tidak terpisahkan di dalam dunia pertanian. Ini karena nanti teknologi sangat diharapkan dapat mengganti manusia dan mempercepat proses pengerjaannya. Dapat diketahui bersama bahwa penggunaan teknologi tetap mengacu pada bagaimana keselamatan kerja memiliki prioritas utama dalam penanganan, terutama dari sisi input-*output* teknologi. Misalnya, penggunaan teknologi untuk pascapanen, seperti traktor dan mesin pengolah hasil pertanian. Dengan demikian, gambaran tersebut dapat dijadikan referensi dalam tulisan untuk mendukung keberlanjutan sektor pertanian yang adil dan ramah lingkungan.

2. Manfaat Pekerjaan Irigasi

Kebanyakan varietas padi tumbuh subur di lahan basah. Oleh karena itu, padi umumnya ditanam di ladang bertingkat yang dikelilingi oleh tanggul kecil untuk menampung air hujan selama musim hujan atau di dataran rendah pun di lereng yang lemah. Sementara itu, ladang padi yang terletak di dataran rendah berawa otomatis tergenang saat musim hujan. Di tempat yang memiliki kepadatan penduduk tinggi, petani menyadap air dari sungai untuk mengarahkannya ke ladang mereka melalui jaringan saluran. Di Indonesia, pekerjaan utama dalam sistem irigasi seperti itu sering kali berupa bendungan di sungai. Salah satu keuntungan dari konstruksi semacam itu adalah bahwa tanah dapat diairi dalam jangka waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan hanya mengandalkan air hujan. Kemampuan kontrol atas pasokan air meningkatkan hasil panen per hektare dan mengurangi risiko gagal panen karena curah hujan yang tidak mencukupi atau tidak tepat waktu. Teknik-teknik yang diperlukan telah dikembangkan melalui *trial and error* selama berabad-abad sebelum Belanda tiba di kepulauan Indonesia.

Negara tropis umumnya memiliki dua musim. Di Indonesia sebagian besar hujan turun dari November hingga April, musim tanam utama. Pasokan air sering kali tidak mencukupi untuk produksi tanaman selama musim kemarau. Untuk itu, bendungan di sungai dapat menyimpan air untuk digunakan selama musim kemarau sehingga meningkatkan penanaman ganda di lahan irigasi.

Ukuran sistem irigasi, kecanggihan teknik konstruksi, dan operasionalnya ialah bervariasi. Salah satu alasan variasi ini adalah keadaan geografis dan ekologis, serta tingkat kohesi sosial atau kontrol politik. Pekerjaan-pekerjaan kecil umumnya diorganisasi di tingkat desa, tetapi pekerjaan-pekerjaan yang lebih besar dan lebih kompleks harus diatur di tingkat administrasi yang lebih tinggi. Teknik konstruksi umumnya sederhana. Dasar sungai-sungai kecil hanya ditutup dengan batu dan batang kayu untuk membentuk bendung. Air disadap di dekatnya dan dibawa melalui saluran ke ladang dengan gaya gravitasi. Pada abad kesembilan belas ada beberapa pekerjaan permanen besar di Pulau Jawa. Pekerjaan itu dibangun dengan teknik asli guna menyimpan air untuk digunakan selama musim kemarau. Bendungan Ciandi-Kidal dengan tinggi 25 meter di Malang adalah yang terbesar.

Teknik konstruksi sederhana menghasilkan pekerjaan irigasi yang rentan. Curah hujan yang tinggi sering kali menyebabkan banjir bandang yang merusak atau bahkan menghancurkan bangunan dan tanaman di ladang. Akibatnya, petani kehilangan sejumlah besar air di saluran yang tidak dilapisi, terutama di kompleks irigasi yang luas. Distribusi air yang tersedia secara merata sulit dilakukan karena volume air yang didistribusikan hanya dapat diperkirakan secara kasar. Pengawasan sering kali tidak memadai dan menyebabkan petani menyadap langsung dari saluran utama yang berarti bahwa rekan kerja yang mengoperasikan ladang yang jauh hanya menerima sedikit atau tidak sama sekali air, padahal mereka telah berkontribusi pada pekerjaan konstruksi dan pemeliharaan.

3. Munculnya Komitmen Pemerintah Kolonial

Pemerintah kolonial mengadopsi pengelolaan air, pemeliharaan tanggul, jalan, dan jembatan sebagai tanggung jawabnya pada tahun 1818. Perbaikan pertanian adalah salah satu pertimbangan eksplisit untuk pembangunan saluran air. Di dalam periode sistem tanam (1830–1870) pemerintah terlibat langsung dalam produksi gula di Jawa. Pabrik gula membutuhkan air untuk mengairi ladang tebu dan menghasilkan penghancur tebu di pabrik. Pemilik pabrik gula mengontrak produksi gula dari pemerintah. Kontrak mereka sering menetapkan bahwa administrator sipil lokal dari departemen dalam negeri (*Binnenlandsch Bestuur*) akan menjamin pasokan air ke ladang tebu dan pabrik. Alasan kedua untuk menumbuhkan keterlibatan publik dalam masalah irigasi adalah insiden konstruksi irigasi tradisional yang buruk—yang meningkatkan kegagalan panen dan kadang-kadang kelaparan.

Pembangunan dan pemeliharaan bendung, serta saluran masuk air umumnya terjadi atas prakarsa aparat sipil setempat dan sering kali melibatkan para pemangku kepentingan dalam konstruksi bangunan air untuk irigasi pada pertanian. Teknologi tepat guna terus berlaku dalam irigasi. Pertama, keterlibatan pejabat secara keseluruhan tetap marginal. Kedua, umumnya aparat sipil negara kurang memiliki pengetahuan tentang teknik konstruksi, hidrologi, atau pengendalian air. Aktivitas mereka bergantung pada pengalaman yang mereka kumpulkan selama karier, minat, ataupun inisiatif pribadi. Tidak ada kebijakan irigasi tunggal yang konsisten selama sebagian besar kurun waktu abad kesembilan belas. Tambahan pula, pemerintah mengharapkan pejabat sipil untuk membatasi keterlibatan mereka dalam masalah irigasi karena alasan anggaran.

Pemerintah menerapkan undang-undang tenaga kerja yang bertujuan untuk memastikan bahwa seorang administrator mesti bekerja sesuai dengan bidangnya. Sebagian besar investasi publik digunakan untuk pembangunan jalan, jembatan, dan bangunan umum alih-alih pekerjaan irigasi. Hanya dalam beberapa kasus ketika pekerjaan berada di luar kapasitas teknis atau organisasi

masyarakat lokal dan administrator sipil, pemerintah melibatkan insinyur sipil dan menggunakan dana publik untuk pembangunan pekerjaan irigasi.

Sebuah departemen pekerjaan umum sipil (*Departement Burgerlijke Openbare Werken-BOW*) didirikan pada tahun 1854. Departemen ini harus menyelenggarakan perluasan pembangunan dan pemeliharaan jalan, pelabuhan, bangunan umum, serta jembatan dan rel kereta api. Administrator sipil sering berkonsultasi dengan insinyur BOW untuk perbaikan irigasi dan pekerjaan air. Administrator sipil secara bertahap mendapat tempat dalam pekerjaan para insinyur tersebut. Akan tetapi, keahlian mereka dalam irigasi terbatas dan permintaan terhadap insinyur spesialis hidrolik yang berbasis di departemen BOW meningkat. Pabrik Gula Barat juga mengeluhkan kekurangan dalam sistem irigasi asli, antara lain, bendungan terus jebol, sistem saluran irigasi terus berubah setelah badai dahsyat, dan pengaturan pasokan air yang hati-hati secara teknis tidak mungkin dilakukan.



Foto: Seno (2015)

Gambar 4.1 Waduk Sampean di Penarukan Jawa Timur

Pada tahun 1820 setelah bencana kekeringan dan kelaparan di Kabupaten Demak (1848) dan Grobogan (1849), pemerintah menyetujui pembangunan proyek Glapan di Sungai Tuntang dekat Demak (12 ribu ha). Proyek ini dibangun untuk memenuhi kebutuhan air di daerah Brantas (34 ribu ha). Proyek-proyek ini sungguh membutuhkan air dengan jumlah besar. Pemanfaatannya dilakukan dengan pompa untuk mengairi sawah dan ladang. Selama 1830–1876, hanya 14 pekerjaan yang mencakup lebih dari 710 ha yang dibangun. Pekerjaan-pekerjaan tersebut sering kali merupakan perbaikan bendungan dalam konstruksi asli. Istilah lain, dalam pengembangan petani, adalah membuat irigasi agar memudahkan pengairan dalam pertanian.

Pekerjaan pada proyek-proyek yang lebih kecil kerap kali serampangan. Insinyur bekerja tanpa menyurvei kondisi geologi dan hidrologi daerah pekerjaan. Mereka sering kali harus mendasarkan desainnya pada tebakan kasar. Terkadang desainnya rusak akibat kontraktor yang asal-asalan dan hanya sekadar memenuhi target waktu selesai, akibatnya bendungannya jebol saat musim hujan. Apabila terjadi kerusakan pada sistem irigasi akibat musim hujan, masyarakat, dengan kesadaran sendiri, memperbaikinya melalui gotong royong tanpa menunggu bantuan pemerintah. Namun, masyarakat tetap melibatkan pemangku kepentingan, yaitu tokoh masyarakat, pamong, serta kepala desa. Hal ini dilakukan sebab masyarakat tidak bisa menunggu dana bantuan dari pemerintah yang biasanya memerlukan waktu lama. Asalkan dana yang dikeluarkan tidak terlalu besar dan masih terjangkau, masyarakat rela bergotong royong demi penanganan permasalahan irigasi pertanian.

Luas pemukiman diperkirakan berdasarkan jumlah penduduk, sebagai variabel bebas. Semua penduduk di wilayah sasaran diasumsikan tinggal di rumah-rumah terpisah. Rata-rata ruang per rumah tangga adalah 240 m²/rumah tangga, yang diperoleh dengan analisis data GIS. Lahan untuk persawahan dan peruntukan lainnya dialokasikan pada area yang tersisa dengan luas perbandingan yang sama dengan tahun 2007, yaitu 2:1:1 sepanjang kanal 1 dan 4:5:1 sepanjang kanal 2.

B. Teknik Budi Daya Tanaman Talas Bentul Pengganti Pangan

Seratus persen perbanyak tanaman talas di daerah penelitian, berdasarkan survei, dilakukan petani dengan cara vegetatif, yaitu menggunakan bibit yang berasal dari anakan yang tumbuh di sekitar umbi pokok. Perbanyak dapat juga dilakukan dengan menggunakan sulur atau pangkal umbi yang berada di bawah pelepah daun dengan cara mengikutsertakan sebagian tangkai daunnya. Apabila bibit tanaman yang akan digunakan berasal dari anakan, setelah anakan tersebut dipisahkan dari umbi induknya, jangan langsung ditanam, tetapi ditanam di persemaian terlebih dahulu dengan jarak tanam yang agak rapat. Kemudian, bibit pada persemaian dirawat secara intensif sampai umbinya mulai terbentuk. Jika bibit persemaian akan dipindahkan, bibit tersebut digali dan sebagian akarnya dibuang. Daunnya dipotong kecuali daun termuda yang masih kuncup. Bagian bawah umbi dipotong dengan menyisakan bagian umbinya yang berada di pangkal batang berikut akar-akarnya. Umbi yang baik untuk digunakan sebagai bibit adalah yang berukuran besar dengan diameter lebih dari 6,5 cm. Umbi yang berukuran besar seperti itu akan lebih cepat tumbuh dan tanaman akan menghasilkan umbi, baik daun maupun anakan yang lebih banyak dan lebih besar.

Di samping dengan cara tersebut, perbanyak tanaman juga dapat dilakukan dengan menggunakan umbi yang dipotong-potong menjadi bagian yang tipis-tipis dengan ukuran berat setiap irisan 75 dan 150 gram. Setiap irisan umbi tersebut minimum terdapat satu mata tunas. Irisan umbi tersebut biasanya tidak langsung ditanam sebab irisan bagian dalam (daging umbi) masih basah sehingga kemungkinan busuk sangat besar apabila langsung ditanam. Untuk menghindari hal tersebut, setelah umbi dipotong-potong, ia perlu diangin-anginkan agar bagian dalam dari irisan menjadi kering. Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan sejenis tanah, yang bentuknya tipis, melapisi bagian dalam irisan dengan abu. Sebaiknya bibit yang mengalami proses tersebut tidak langsung ditanam, tetapi disemaikan terlebih dahulu pada media pasir atau

tanah yang baik. Pemindahan bibit ke lapangan (untuk dilakukan penanaman) adalah setelah bibit di persemaian berdaun 2 hingga 3 helai. Pertanaman yang bibitnya berasal dari persemaian biasanya pertumbuhannya lebih seragam sebab daya tumbuhnya umumnya sama.

1. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah tanaman talas sama seperti pengolahan tanah pada palawija lainnya, yaitu tanah dibajak atau dicangkul sampai gembur, kemudian dibersihkan dari sisa-sisa tanaman ataupun rumput. Selanjutnya, tanah dibuat bedeng dengan lebar 120–150 cm dengan panjang yang sesuai dengan kondisi di lapangan. Tinggi bedeng berkisar antara 25–30 cm dan jarak antarbedeng sekitar 30–50 cm. Jarak tersebut berfungsi juga sebagai saluran masuk ataupun keluar air.

Tanaman talas bogor dapat diusahakan/ditanam di lahan sawah pada musim kemarau, di pekarangan, tegalan, di pematang sawah/*galengan*, di pinggir kolam, tepi selokan, dan lain-lain. Jika penanaman dilakukan di lahan sawah, pekarangan, atau tegalan, lahan perlu diolah terlebih dahulu dengan sebaik mungkin, yaitu dengan membajak atau mencangkul. Selanjutnya, tanah dihaluskan lagi dengan pencangkulan kedua yang dilakukan sambil membuat saluran pembuangan air di sepanjang tepi lahan/petakan, serta dengan memotong bagian tengah lahan guna memudahkan pembuangan air yang berlebihan agar kondisi lahan tetap kering.

2. Penanaman

Waktu menanam talas yang tepat di lahan pekarangan atau pekebun tegalan adalah pada musim hujan. Lagi pula kebutuhan air selama penanaman pada musim hujan yang dilakukan di pekarangan/tegalan akan selalu tercukupi. Sementara itu, penanaman talas di lahan persawahan dilakukan pada musim kemarau. Namun, di daerah-daerah yang mempunyai curah hujan yang hampir merata sepanjang tahun, penanaman talas dapat dilakukan setiap saat jika pengolahan tanah untuk menanam talas telah selesai.

Adapun kegiatan yang harus dilakukan adalah membuat lubang-lubang tanam dengan ukuran kurang lebih 40 x 40 x 40 cm yang digunakan sebagai tempat penanaman bibit. Isilah lubang tanam dengan pupuk kandang atau kompos yang sudah matang, kemudian diaduk dengan tanah sampai melebihi permukaan *guludan*/bedeng. Jarak antara lubang yang satu dan lainnya disesuaikan dengan jenis/varietas talas yang akan ditanam. Ukuran yang optimal untuk mendapatkan hasil maksimal adalah dengan jarak tanam sekitar 30 x 30 cm atau sekitar 10–11 tanaman untuk setiap meter persegi. Namun, jarak tanam yang dilakukan dapat disesuaikan dengan jenis/varietas yang digunakan sehingga jaraknya dapat bervariasi, misalnya, 100 x 50 cm, 75 x 75 cm, dan 100 x 25 cm. Setelah bibit ditanam, kemudian lubang tanaman ditutup kembali dengan tanah. Usahakan agar bibit yang akan ditanam pada suatu area lahan tertentu ukurannya seragam agar nantinya pertumbuhan tanaman menjadi serempak dan bisa panen secara bersamaan.

3. Pemupukan

Pemberian pupuk organik dalam bentuk kompos atau pupuk kandang sebanyak satu kaleng per lubang tanaman sangat dianjurkan pada tanaman talas, apalagi jika kondisi tanahnya padat dan keras. Jenis pupuk tersebut dapat berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik tanah. Pupuk organik yang sudah matang tersebut diberikan pada saat pengolahan tanah atau pada lubang tanaman. Pada umumnya petani belum terbiasa menggunakan pupuk anorganik buatan pabrik dalam membudidayakan tanaman talas, padahal pemberian pupuk anorganik dapat memberikan peningkatan hasil secara signifikan.

Jenis pupuk anorganik yang dianjurkan adalah Urea, SP36, dan KCl masing-masing dengan dosis 100 kg per hektare. Penggunaan sebagian pupuk kimia anorganik diberikan pada waktu tanam dan bagian lainnya pada saat tanaman berumur 3–4 bulan. Cara pemberiannya adalah dengan cara ditugal sedalam 5 cm pada jarak 5 cm dari pangkal tanaman. Manfaat pupuk anorganik yang mengandung unsur nitrogen (N), pupuk Urea, dan fosfor (P) seperti

pupuk SP36, sedangkan kalium seperti pupuk KCl untuk pertanaman talas dapat dijelaskan sebagai berikut.

Nitrogen (N): umumnya tanaman talas responsif terhadap pemupukan unsur N, baik pada pertanaman di lahan tegalan maupun sawah. Fosfor (P): Penambahan unsur P diperlukan, terutama pada tanah yang kekurangan P karena penambahan unsur P ini akan menstimulasi pertumbuhan anakan.

4. Pemeliharaan

Dalam pemeliharaan tanaman talas salah satu yang perlu diperhatikan adalah penyulaman. Penyulaman dilakukan paling lambat 15 hari setelah tanam dengan menggunakan bibit yang berukuran sama dengan bibit yang digunakan sebelumnya.

5. Penyiangan

Penyiangan dilakukan apabila populasi gulma cukup tinggi sehingga dapat menurunkan hasil panen, serta menjadi sumber berkembangnya hama dan penyakit. Biasanya penyiangan dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada umur 1 bulan, 75 hari, dan 5 bulan setelah tanam. Penyiangan dapat dilakukan secara mekanis dengan menggunakan cangkul, mencabut, atau membabat dan dapat juga secara kimiawi, yakni dengan menggunakan herbisida.

6. Pembumbunan

Pembumbunan dilakukan secara bertahap dengan cara meninggikan tanah yang berada di sekitar pangkal tanaman talas. Pekerjaan ini dilakukan setiap bulan sekali sampai pada fase berumbi (keluarnya umbi). Pembumbunan dimaksudkan untuk mengurangi jumlah anakan yang terjadi yang dapat menjadi saingan bagi tanaman induk dalam memperebutkan makanan. Dengan demikian, umbi yang akan dihasilkan memiliki ukuran yang besar, bermutu baik, dan tingkat produksinya juga optimal.

7. Pengairan

Talas yang diusahakan di kebun, tegalan, dan lahan sawah pada saat musim kemarau harus diperhatikan agar bisa mendapat air secara cukup. Pemberian air biasanya dilakukan dengan cara penyiraman. Tanaman talas yang diusahakan di kebun pada musim hujan maka pengairan tidak menjadi masalah. Hal yang terpenting adalah tanaman harus dijaga agar dapat membuang air secara tuntas (jangan sampai tanah tergenang). Oleh karena itu, pembuatan saluran pembuangan, baik di sekitar, sekeliling, maupun bagian tengah lahan harus dilakukan. Pengairan tanaman talas yang diusahakan di lahan sawah dapat dilakukan dengan cara menyiram air dari got yang berada di sekitar lahan. Selain itu, dapat juga dilakukan dengan cara menggenangi selama sehari semalam. Kemudian, air dibuang kembali sampai tuntas melalui saluran irigasi.

Usaha untuk memenuhi kebutuhan pangan karbohidrat di waktu mendatang masih mengalami berbagai kendala, antara lain,

- 1) laju pertumbuhan penduduk yang cukup besar;
- 2) alih fungsi lahan pertanian ke nonpertanian, khususnya lahan sawah di Pulau Jawa, Madura, dan beberapa provinsi di luar Jawa;
- 3) iklim yang kurang menguntungkan di bidang pertanian;
- 4) serangan hama dan penyakit tanaman;
- 5) tingkat konsumsi beras per kapita per tahun, dan masih banyak pertimbangan lainnya.

Akumulasi faktor-faktor tersebut dapat mengakibatkan makin sulitnya penyediaan pangan, apabila masih bertumpu kepada beras semata (*single commodity*) (Schutter, 2010).

Kebutuhan karbohidrat dari tahun ke tahun terus meningkat. Bahkan, penyediaan karbohidrat dari sereal saja tidak mencukupi sehingga peranan tanaman penghasil karbohidrat alternatif memiliki peranan cukup strategis, tidak hanya sebagai sumber bahan pangan alternatif. Oleh karena itu, talas bentul (*Xanthosoma sagittifolium*) menjadi sangat penting untuk penyediaan bahan pangan dari

umbi-umbian (Eyasu et al., 2017). Talas bentul merupakan tanaman karbohidrat nonberas hasil dari penganekaragaman (diversifikasi) konsumsi pangan lokal yang dapat menjadi pengganti gandum atau terigu. Sebagai hasil pengembangan industri pengolahan hasil dan industri, serta komoditas strategis, talas bentul juga dapat menjadi pemasok devisa melalui upaya ekspor.

Pengupayaan pertanian talas bentul, seperti pertanian lain pada umumnya, mendapat kritik terkait pupuk kimia dan pestisida kimia (Sarwar, 2015). Rachel Carson secara dini sudah memperingatkan bahaya yang ditimbulkan akibat penggunaan pestisida yang berlebihan. Penulis buku *Silent Spring*, yang merupakan salah satu ahli biologi kelautan, mengungkapkan bahwa pestisida sebagai salah satu paket pertanian modern memiliki dampak yang bersifat toksik bagi organisme lain dan mengganggu ekologi tanaman. Kondisi demikian terjadi di Kabupaten Pamekasan. Seiring dengan berjalannya waktu akibat dari pemakaian pupuk dan pestisida kimia secara terus menerus menyebabkan kesuburan tanah berkurang dan kerusakan lingkungan terjadi.

C. Nilai Ekonomis Talas Bentul Pengganti Pangan

Petani di Indonesia sudah biasa menanam talas di tegal atau pekarangan. Akan tetapi, salah satu kendala budi daya talas di pekarangan ialah *kanopi rapat* sehingga intensitas cahaya yang diterima tanaman rendah. Unsur radiasi matahari yang penting bagi tanaman ialah intensitas cahaya, kualitas cahaya, dan lamanya penyinaran. Apabila intensitas cahaya yang diterima rendah, jumlah cahaya yang diterima oleh setiap luasan permukaan daun dalam jangka waktu tertentu juga rendah. Kondisi kekurangan cahaya akan mengakibatkan terganggunya metabolisme. Akibatnya, laju fotosintesis dan sintesis karbohidrat zat hijau daun akan menurun. Pada kondisi kekurangan cahaya, tanaman berupaya untuk mempertahankan fotosintesisnya tetap berlangsung walaupun kondisi intensitas cahaya rendah. Keadaan ini dapat dicapai apabila respirasi tanaman juga efisien. Respirasi ini merupakan salah satu kemampuan tanaman untuk beradaptasi terhadap lingkungan,

yang ditentukan oleh sifat genetik tanaman. Secara genetik, tanaman yang toleran terhadap *naungan* mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan.

Peningkatan produktivitas tanaman pada prinsipnya dapat dilakukan melalui pengembangan varietas unggul, manajemen air, manajemen pupuk berimbang, manajemen organisme pengganggu tanaman seperti hama dan penyakit dan gulma, dan teknologi budi daya yang tepat.

1. Varietas Unggul Tanaman Talas

Varietas unggul didefinisikan sebagai varietas yang dapat berproduksi di atas rata-rata pada lingkungan spesifik. Benih bermutu sering dikaitkan dengan istilah benih bersertifikat atau benih bermutu. Sertifikat tersebut bertindak sebagai jaminan bahwa benih diperoleh dari proses terstandarisasi, memiliki kemampuan tumbuh dengan tingkat keseragaman tinggi, dan terbebas dari penyakit tular benih (*seed born diseases*).

Pemilihan varietas atau klon yang sesuai dengan karakteristik agroekologi lahan akan mengurangi biaya input, seperti penggunaan kultivar genjah, yang toleran penyakit tertentu. Perakitan varietas atau klon, yang memiliki kemampuan berproduksi tinggi pada lingkungan spesifik, dilakukan agar mempunyai karakteristik, seperti tahan terhadap intensitas cahaya yang rendah, terhadap kekeringan, dan terhadap genangan yang kelebihan air (*water cooling*).

Hasil survei tentang bibit yang dipakai dalam budi daya tanaman talas di tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Pelengaan, Kecamatan Pegantenan, dan Kecamatan Proppo menunjukkan bahwa 100% bibit yang dipakai menggunakan bibit turun-temurun dari nenek moyang mereka. Asal mula bibit diambil dari bagian benih yang baik dan mereka menghasilkan produksi sedang, yaitu 2 sampai 7 kg per bibit. Akan tetapi, bibit yang mereka tanam mempunyai kelemahan, antara lain, tidak tahan terhadap penyakit, tidak tahan terhadap kekeringan, dan tidak tahan terhadap genangan air.

2. Manajemen Air

Air merupakan penyusun lebih dari 80% bobot dari makhluk hidup. Pengendalian air dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Sebaliknya, kondisi kelebihan air pada banyak tanaman akan berdampak negatif dan sama halnya dengan kekurangan air pada tanaman. Hal tersebut disebabkan oleh efisiensi respirasi sistem perakaran yang terganggu akibat kondisi anaerob, penurunan sintesis sitokinin, dan akumulasi etilen pada batang yang berlebihan yang berakibat tanaman layu dan daunnya berguguran.

Periode kritis terhadap air didefinisikan sebagai periode saat tanaman membutuhkan air dalam jumlah yang cukup. Periode ini berbeda di antara tanaman. Akan tetapi, umumnya hal tersebut terjadi pada masa awal pertumbuhan, fase perkembangan bunga, dan fase pengisian umbi. Gangguan pada fase kritis air tersebut akan berpengaruh nyata pada produktivitas tanaman. Dengan mempertimbangkan curah hujan yang akan berakhir, terutama pada daerah yang ketersediaan airnya tidak mencukupi, perlu dilakukan upaya konservasi air, seperti pemberian mulsa untuk mengurangi evaporasi tanah disertai dengan upaya pemanenan air, seperti embung dan daerah resapan. Dari hasil survei di tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Pegantenan, Kecamatan Palengaan, dan Kecamatan Proppo menunjukkan bahwa 100% petani terkendala dalam menyediakan air untuk budi daya tanaman talas, khususnya di daerah penelitian dan termasuk lahan kering yang hanya mengandalkan tadah hujan. Untuk manajemen pemberian air bagi tanaman talas, mereka melakukan pengaturan tanam agar tanaman talas mereka dapat tumbuh dan menghasilkan panen yang maksimal, penanaman tanaman talas dilakukan pada akhir musim kemarau. Di samping itu, masyarakat melakukan efisiensi atau mengurangi proses evaporasi tanah dengan cara pemberian serasah daun di sekitar tanaman talas pada fase awal pertumbuhan. Pada fase generatif masyarakat tidak perlu lagi khawatir dalam penyediaan air bagi tanaman talas karena bertepatan pada musim hujan. Ketersediaan air bagi tanaman talas akan memengaruhi kelangsungan budi daya talas secara berkelanjutan.

3. Manajemen Pupuk Berimbang

Pemberian pupuk, baik unsur hara makro maupun mikro didasarkan pada pertimbangan bahwa *high yielding variety* umumnya sangat responsif terhadap pemupukan. Selain itu, pemanenan yang berulang akan menguras unsur-unsur hara yang berada dalam tanah sebab terbawa oleh hasil panen.

Tanaman yang kekurangan pupuk akan menunjukkan gejala defisiensi yang dapat terlihat pada perubahan warna pada daun, penurunan laju pertumbuhan, pengurangan hasil, dan pengurangan kualitas ataupun kuantitas. Tanaman yang kekurangan unsur hara akan rentan terhadap serangan hama dan penyakit, serta tidak mampu bersaing dengan gulma. Selain jenis unsur hara yang diberikan, beberapa aspek lain, seperti dosis pupuk, cara aplikasi, waktu pemberian, dan jumlah yang diberikan juga perlu mendapatkan perhatian.

Manajemen pemupukan yang dilakukan masyarakat di daerah penelitian menunjukkan 99% menggunakan pupuk N (urea) dan pupuk kandang (sebesar 1% menggunakan pupuk N [urea], tripel superfosfat [TSP], dan pupuk kandang). Pupuk kandang di aplikasikan pada awal penanaman, sedangkan pupuk N dan TSP diaplikasikan pada waktu tanaman talas berumur tiga bulan. Pemberian pupuk pada tanaman talas bentuk diberikan dua kali. Berdasarkan hasil survei, sebesar 98% masyarakat memberikannya sebanyak 2 kali dan 2% memberikan sebanyak tiga kali. Jumlah pupuk yang diberikan tidak konsisten dan berdasarkan sisa pupuk yang dipakai pada tanaman tembakau atau tanaman padi. Untuk pupuk kandang jumlah yang diberikan berdasarkan ketersediaan pupuk yang dipunyai oleh masyarakat.

4. Manajemen Organisme Pengganggu Tanaman

Organisme pengganggu tanaman dapat berupa hama, penyakit, dan gulma. Kehadiran mereka dapat menurunkan produktivitas tanaman. Oleh karena itu, diperlukan langkah pengendalian. Seiring dengan adanya isu kelestarian lingkungan, pengendalian organisme

pengganggu tanaman (OPT) perlu dilakukan dalam ambang ekonomi dan bukan bersifat pemusnahan karena hama, penyakit, dan gulma merupakan unsur penyeimbang ekologis.

1) Analisis Usaha Tani Tanaman Talas Bentul

Dari hasil rata-rata penggunaan pupuk dalam per/ha dibutuhkan 50 kg dengan harga 60 ribu rupiah maka ketersediaan pupuk yang dipakai ialah urea dan dibantu dengan pupuk kandang. Satu kilogram pupuk dengan harga Rp1.190,00 didapatkan keuntungan bersih sebesar Rp1.479.000,00 dengan rata-rata perolehan sebesar Rp 2.242.000,00. Dengan kata lain, keuntungan tersebut sudah nilai bersih, yaitu penerimaan kotor dikurangi berapa biaya tetap dan biaya variabel yang dikeluarkan. Tambahan pula, kalau dirinci rasio R/C didapat angka 1,7, yang berarti layak diteruskan. Sementara itu, rasio B/C mencapai 0,70 berarti usaha yang dimiliki itu menguntungkan dari aspek ekonomis.

2) Penggunaan Tenaga Kerja

Kebutuhan kerja setiap cabang usaha akan berbeda. Ini tergantung dari jenis kegiatan, komoditas yang digunakan, tingkat teknologi, intensitas kombinasi dari faktor produksi, skala usaha, serta waktu.

Besarnya curahan tenaga kerja tersebut digunakan untuk kegiatan pengolahan tanah, penanaman, pemeliharaan (menyiangi dan pemupukan), dan panen. Apabila dilihat dari jumlah tenaga kerja, pekerjaan petani talas dalam berusaha tani lebih banyak menggunakan pekerja dalam rumah tangga. Kegiatan yang banyak memerlukan curahan kerja adalah kegiatan pemeliharaan, mencakup kegiatan pengolahan lahan, penanaman, penyiangan, dan panen.

3) Biaya Produksi

Pengeluaran (biaya) dalam usaha tani talas, meliputi pengeluaran untuk membeli sarana produksi, upah tenaga kerja di luar keluarga, dan sewa lahan. Untuk biaya tenaga kerja diperoleh dengan mengalikan curahan kerja dengan upah yang berlaku saat ini. Upah untuk tenaga kerja laki-laki sebesar 25 ribu per hari,

sedangkan tenaga kerja wanita sebesar 20 ribu per hari. Biaya total yang dikeluarkan untuk curahan kerja usaha tani/musim pada usaha tani talas rata-rata sebesar Rp1.219.634,00

Rata-rata biaya usaha tani/musim pada usaha tani tanaman talas bentul adalah sebesar Rp2 (dalam satuan). Di Kecamatan Pegantenan besarnya 699.214/usaha tani per musim, maksudnya disetarakan dengan nilai *revenue cost* di atas 2, yang terdiri dari biaya saprodi yang meliputi sewa lahan sebesar Rp1.000.000,00, pembelian bibit sebesar Rp271.428,00, dan pembelian pupuk yakni sebesar Rp273.896,00. Adapun biaya-biaya yang paling banyak dikeluarkan untuk tenaga kerja adalah pada pemupukan, yakni sebesar Rp268.571,00 karena banyak tenaga kerja yang berasal dari luar rumah tangga.

Di samping pemberian pupuk, petani juga melakukan perawatan, pengendalian hama, dan penyakit. Penyakit yang sering muncul pada usaha tani tanaman talas adalah busuk umbi dan hawar daun.

4) Penerimaan dan Pendapatan

Penerimaan adalah perkalian antara produksi yang diperoleh dan harga jual produk tersebut. Pendapatan usaha tani adalah selisih antara penerimaan dan semua biaya yang dikeluarkan dalam suatu usaha tani. Secara umum tujuan usaha tani talas pada akhirnya adalah untuk menghasilkan dan memperoleh pendapatan, serta tingkat keuntungan yang layak dari usaha taninya. Kegairahan petani untuk meningkatkan kualitas produksinya akan terjadi selama harga produk di atas biaya produksi. Pendapatan, dalam pengertian teknisnya, dikatakan sebagai selisih antara penerimaan dengan pengeluaran dalam produksi tanaman talas yang dihitung dalam jangka waktu tertentu. Dalam penelitian ini pendapatan yang dihitung adalah pada masa produksi terakhir.

Tabel 4.1 Rata-rata per ha Petani Talas Bantul di Kecamatan Pegantenan

No.	Uraian	Rata-rata per petani
1	Penerimaan (Rp)	6.285.714
2	Biaya (Rp)	2.750.643
3	Pendapatan (Rp)	3.535.071

Sumber: Zainol Arifin (2018)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penerimaan usaha tani talas sebesar Rp6.285.741/usaha tani/musim. Sementara itu, pendapatan rata-rata petani dalam berusaha tani talas sebesar Rp3.535.071/usaha tani/musim.

5) Analisis *Return Cost Ratio*

Nilai rasio R/C usaha tani talas/usaha tani/musim sebesar 2,28. Ini berarti setiap Rp1,00 modal yang diinvestasikan untuk usaha tani talas bantul akan memberikan penerimaan sebesar 2,28 sehingga dapat dijelaskan bahwa usaha tani talas layak diusahakan. Berdasarkan hasil penelitian Soekartawi (1995) diperoleh rasio R/C > 1. Apabila R/C ratio > 1, usaha tani tersebut layak diusahakan. Dengan demikian, penggunaan usaha tani, apabila sesuai dengan rumus yang dibuat dalam menentukan layak tidaknya, yaitu $1=0$ dianggap impas, $1 < 1$ dianggap rugi, dan $1 > 1$ dianggap menguntungkan. Dengan kata lain, usaha tani talas menguntungkan bagi petani di Kec. Pegantenan. Oleh karena itu, keputusan yang diambil oleh petani tepat dan usaha tani talas tetap mesti diusahakan.

Tabel 4.2 Analisis Rasio R/C dan B/C Terhadap Petani Talas Bentul Dalam Satu Kali Musim Tahun 2017

No	Luas Lahan (Ha)	Sewa Lahan	Jumlah Bibit	Biaya Sapropdi			Sub Total
				Harga Bibit	Pupuk Urea	Pupuk Kandang	
1	0,1	1000000	560	160.000,00	120.000,00	25.000,00	1.305.000,00
2	0,1	1000000	560	160.000,00	120.000,00	75.000,00	1.355.000,00
3	0,1	1000000	560	160.000,00	120.000,00	100.000,00	1.380.000,00
4	0,1	1000000	560	160.000,00	120.000,00	40.000,00	1.320.000,00
5	0,1	1000000	560	160.000,00	90.000,00	70.000,00	1.320.000,00
6	0,15	1000000	560	160.000,00	90.000,00	55.000,00	1.320.000,00
7	0,15	1000000	560	160.000,00	90.000,00	60.000,00	1.310.000,00
8	0,1	1000000	560	160.000,00	120.000,00	100.000,00	1.380.000,00
9	0,15	1000000	560	160.000,00	160.000,00	100.000,00	1.420.000,00
10	0,1	1000000	560	160.000,00	110.000,00	90.000,00	1.360.000,00
11	0,1	1000000	560	160.000,00	180.000,00	100.000,00	1.350.000,00
12	0,1	1000000	560	160.000,00	100.000,00	105.000,00	1.365.000,00

No	Luas		Biaya Saprodi				Sub Total
	Lahan (Ha)	Sewa Lahan	Jumlah Bibit	Harga Bibit	Pupuk Urea	Pupuk Kandang	
13	0,1	1000000	560	160.000,00	90.000,00	50.000,00	1.300.000,00
14	0,1	1000000	560	160.000,00	120.000,00	50.000,00	1.330.000,00
15	0,1	1000000	560	160.000,00	110.000,00	50.000,00	1.330.000,00
16	0,15	1000000	560	160.000,00	110.000,00	50.000,00	1.320.000,00
17	0,1	1000000	560	160.000,00	90.000,00	40.000,00	1.300.000,00
18	0,1	1000000	560	160.000,00	90.000,00	50.000,00	1.300.000,00
19	0,15	1000000	560	160.000,00	90.000,00	40.000,00	1.290.000,00
20	0,1	1000000	560	160.000,00	90.000,00	40.000,00	1.290.000,00
21	0,1	1000000	560	288.000,00	90.000,00	645,00	1.332.250,00

Sumber: Zainol Arifin (2018)

Penggunaan biaya (*cost*) sarana produksi mulai dari sewa lahan, jumlah bibit, pupuk urea, hingga pupuk kandang memiliki biaya yang bervariasi. Adapun subtotal harga dengan sampel 21 biaya terendahnya sebesar Rp1.290.000,00, sedangkan tertingginya sebesar Rp1.420.000,00. Akan tetapi, besaran tersebut masih bisa terjangkau oleh petani dengan keuntungan yang diharapkan dapat menutupi modal yang ada.

Tabel 4.3 Penggunaan biaya (*cost*) sarana produksi mulai dari sewa lahan, jumlah bibit, dan pupuk urea.

No.	Upah Tenaga Kerja							
	Pengolahan Lahan	Penanaman	Pemupukan	Penyiangan	Hama & Penyakit	Pengairan	Panen	Sub Total
1	300.000,00	200.000,00	50.000,00				150.000,00	700.000,00
2	360.000,00	140.000,00	100.000,00				100.000,00	700.000,00
3	320.000,00	120.000,00	80.000,00				80.000,00	580.000,00
4	280.000,00	80.000,00	80.000,00				120.000,00	520.000,00
5	310.000,00	200.000,00	50.000,00				150.000,00	700.000,00
6	300.000,00	200.000,00	50.000,00				175.000,00	725.000,00
7	125.000,00	60.000,00	20.000,00				80.000,00	310.000,00
8	260.000,00	100.000,00	100.000,00	40.000,00	40.000	40.000	120.000,00	690.000,00

Sumber: Zainol Arifin (2018)

Indikator tenaga kerja mulai dari pengolahan tanah, penanaman, pemupukan, dan panen memiliki biaya-biaya yang dialokasikan dengan total biaya (*total cost*) terendah Rp310.000/satuan waktu dan tertinggi Rp725.000/satuan waktu.

Tabel 4.4 Upah Tenaga Kerja/Hok/Hksp

No.	Satuan Biaya/Rp	Ongkos Dalam Harian	Biaya Pembantu Pekerja	Biaya Administrasi	Biaya Kuli/Kasar	Satuan Kerja Pembantu	Kepala Pekerja	Total Biaya Pekerja/hr
1	250.000,00	100.000,00		40.000,00	40.000,00	40.000,00	120.000,00	690.000,00
2	255.000,00	100.000,00		40.000,00	40.000,00	40.000,00	120.000,00	690.000,00

No.	Satuan Biaya/Rp	Ongkos Dalam Harian	Biaya Pembantu Pekerja	Biaya Administrasi	Biaya Kuli/Kasar	Satuan Kerja Pembantu	Kepala Pekerja	Total Biaya Pekerja/hr
3	272.000,00	120.000,00	80.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	85.000,00	740.000,00
4	245.000,00	140.000,00		40.000,00	40.000,00	40.000,00	160.000,00	810.000,00
5	240.000,00	150.000,00	50.000,00				150.000,00	590.000,00
6	240.000,00	150.000,00	50.000,00				150.000,00	590.000,00
7	300.000,00	200.000,00	50.000,00				150.000,00	700.000,00
8	300.000,00	200.000,00	50.000,00				150.000,00	700.000,00
9	300.000,00	200.000,00	50.000,00				150.000,00	700.000,00
10	300.000,00	200.000,00	50.000,00				150.000,00	700.000,00
11	300.000,00	200.000,00	50.000,00				150.000,00	700.000,00
12	270.000,00	175.000,00	50.000,00				125.000,00	620.000,00

Sumber: Zainol Arifin (2018)

Berdasarkan Tabel 4.4 Biaya Tenaga Kerja/HOK/HKSP terhadap produktivitas dengan alokasi waktu, malai dari pemanenan harga terendah sebesar Rp 800.000 dengan asumsi pemakaian yang lain dikurangi biaya terendah dan tertinggi adalah menggunakan biaya lepas artinya tidak ada makan.

Tabel 4.5 Pengeluaran biaya-biaya dalam usaha tani talas bentul

No.	Pengeluaran	Kg	Harga	Harga/	Pendapatan	Keun-	R/C	B/C
1	2.118.000,00	60	60.000,00	1.000,00	2.880.000,00	762.000,00	1,4	0,36
2	2.268.000,00	70	60.000,00	857,14	2.468.571,43	200.571,43	1,1	0,09

No.	Pengeluaran	Kg	Harga	Harga/	Pendapatan	Keun-	R/C	B/C
3	2.048.000,00	80	60.000,00	750,00	2.160.000,00	112.000,00	1,1	0,05
4	1.928.000,00	50	60.000,00	1.200,00	3.456.000,00	1.528.000,00	1,8	0,79
5	2.118.000,00	55	60.000,00	1.090,91	3.141.818,18	1.023.818,18	1,5	0,48
6	2.153.000,00	50	60.000,00	1.200,00	3.456.000,00	1.303.000,00	1,6	0,61
7	1.748.000,00	30	60.000,00	2.000,00	5.760.000,00	4.012.000,00	3,3	2,30
8	2.228.000,00	45	60.000,00	1.333,33	3.840.000,00	1.612.000,00	1,7	0,72
9	2.228.000,00	30	60.000,00	2.000,00	5.760.000,00	3.532.000,00	2,6	1,59
10	2.158.000,00	30	60.000,00	2.000,00	5.760.000,00	3.602.000,00	2,7	1,67
11	2.308.000,00	32	60.000,00	1.875,00	5.400.000,00	3.092.000,00	2,3	1,34
12	2.318.000,00	35	60.000,00	1.714,29	4.937.142,86	2.619.142,86	2,1	1,13
13	2.008.000,00	45	60.000,00	1.333,33	3.840.000,00	1.832.000,00	1,9	0,91
14	2.008.000,00	45	60.000,00	1.333,33	3.840.000,00	1.832.000,00	1,9	0,91
15	2.118.000,00	55	60.000,00	1.090,91	3.141.818,18	1.023.818,18	1,5	0,48
16	2.118.000,00	60	60.000,00	1.000,00	2.880.000,00	762.000,00	1,4	0,36
17	2.118.000,00	45	60.000,00	1.333,33	3.840.000,00	1.722.000,00	1,8	0,81
18	2.128.000,00	50	60.000,00	1.200,00	3.456.000,00	1.328.000,00	1,6	0,62
19	2.118.000,00	50	60.000,00	1.200,00	3.456.000,00	1.338.000,00	1,6	0,63
20	2.038.000,00	45	60.000,00	1.333,33	3.840.000,00	1.802.000,00	1,9	0,88

Sumber: Zainol Arifin (2018)

Dari uraian, tabel 4.5 kita bisa melihat hasil pengamatan atau variabel yang dilakukan berdasarkan olah data. Dapat disimpulkan bahwa angka-angka tersebut menunjukkan tingkat keberhasilan

tanaman talas bentul yang bernilai ekonomis. Walaupun demikian, faktor seperti ongkos kerja masih relatif tinggi maka untuk menurunkannya perlu ada pengurangan biaya supaya hasilnya tetap untung.

5. Identifikasi Penggunaan Lahan

Pola penggunaan lahan di Kabupaten Pamekasan sebagian besar dipengaruhi oleh kondisi topografi daerahnya yang bergelombang. Lahan digunakan untuk permukiman, pusat layanan pemerintah, dan perdagangan. Pemanfaatan lahan ini cenderung memusat di bagian selatan sepanjang jalan utama, mulai dari wilayah Kecamatan Pamekasan, Proppo, Larangan, Pademawu, hingga Galis. Pola penggunaan lahan lainnya, yaitu sebagai wilayah lahan usaha, seperti sawah, tegalan, dan hutan produksi.

Di wilayah bagian barat dominan penggunaan lahannya untuk tegalan, sedangkan di wilayah Kabupaten Pamekasan bagian tengah (Kecamatan Palengaan, Pegantenan, Pakong, dan Kadur) permukiman penduduk menyebar secara sporadis ke wilayah-wilayah yang dekat dengan lahan usaha mereka. Di bagian utara permukiman penduduk tidak berbeda dengan di bagian tengah hanya saja di sepanjang jalan utama daerah pesisir perkembangannya lebih pesat. Wilayah bagian timur merupakan daerah dataran tinggi. Banyak kondisi lahannya yang kritis sehingga pemanfaatannya kurang optimal dan efisien.

Tabel 4.6 Penggunaan Lahan

No	Penggunaan Tanah	Luas Lahan yang Digunakan (Ha)
1.	Pemukiman/Perkampungan	11.524,10
2.	Kuburan	268,90
3.	Jasa Perdagangan	26,30
4.	Industri Pertanian	92,40

5.	Tambang	9,00
	· Irigasi	1.386,00
6.	Sawah/ Pertanian	
	· Semi Irigasi	5.213,03
	· Tadah Hujan	8.569,00
7.	Tegalan	32.966,34
8.	Hutan Sejenis	1.158,00
9.	Tambak Garam	2.096,50
10.	Tanah Tandus/Rusak	15.920,43
Jumlah		79.230,00

Sumber: Bappeda Pamekasan (2010)

Untuk Tabel 4.6 penggunaan lahan mengacu pada hasil referensi yang dipakai dengan cara mengutip dan menggunakan data meja. Berdasarkan data penggunaan lahan Kabupaten Pamekasan pada Tabel 4.6 terlihat bahwa penggunaan lahan tegalan menempati posisi tertinggi, bahkan lebih besar daripada penggunaan lahan untuk pertanian. Nilai penggunaan lahan sebesar 32.966,34/ha. Hal ini dikarenakan kondisi lahan Kabupaten Pamekasan yang sebagian besar berupa lahan kritis yang kurang cocok bagi pertumbuhan tanaman pertanian. Namun, berkat usaha gigih para petani Pamekasan, lahan pertanian yang minim ini dapat menghasilkan komoditas yang berkualitas dan memberikan tambahan penghasilan daerah yang cukup besar.

Pengembangan tanaman talas sangat potensial dikembangkan di lahan pakarangan sampai lahan tegal sebab pertumbuhan tanaman talas tidak menuntut syarat tumbuh yang khusus. Tanaman ini dapat tumbuh di pelbagai jenis tanah dan kondisi lahan, baik lahan becek maupun lahan kering. Tanah yang memiliki kandungan humus dan air yang cukup dengan pH antara 5,5–5,6 sangat cocok untuk budi daya tanaman talas. Tanaman talas dapat tumbuh pada ketinggian optimal antara 250–1.100 meter dpl. Ketinggian lahan di daerah penelitian dan pengembangan tanaman talas, yaitu Kecamatan Proppo mencapai ketinggian 250 meter di atas permukaan laut. Sementara itu, dua kecamatan lainnya, yaitu Kecamatan Pangantenan

dan Kecamatan Palengaan termasuk wilayah bagian tengah yang merupakan daera perbukitan atau dataran tinggi dengan ketinggian hingga 477 meter di atas permukaan laut.

Talas juga dapat ditanam pada berbagai kondisi curah hujan, tetapi pertumbuhan tanaman akan lebih baik lagi apabila ditanam pada tempat-tempat yang hampir selalu dalam keadaan lembab dengan curah hujan rata-rata 1.000 mm per tahun. Di lokasi penelitian Kecamatan Proppo, Kecamatan Pegantenan, dan Kecamatan Palengaan rata-rata hujan per tahun 2.115 mm dan suhu di tiga Kecamatan berkisar antara 28–30°C. Suhu maksimal dalam penanamann talas bentul untuk pertumbuhan tanaman talas adalah antara 21 hingga 28°C.

Lahan hutan sejenis pada Tabel 4.5 menunjukkan luasan yang kecil, yaitu 1.158 hektare jika dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya. Oleh karena itu, pemanfaatannya harus dilakukan secara bijaksana demi pengambilan keputusan dan produktif. Keadaan eksis lahan hutan sejenis ditumbuhi semak belukar dan tidak dimanfaatkan secara produktif. Pengembangan tanaman talas, khususnya di daerah hutan negara perlu dikembangkan ke depan. Hal ini sebagai antisipasi peralihan fungsi lahan pertanian dari lahan pertanian ke nonpertanian—yang belakangan ini sangat cepat terjadi. Di samping alih fungsi lahan, untuk memenuhi lahan yang semula lahan tidur dengan tanaman sekaligus pemenuhan karbohidrat yang belakangan ini tidak mencukupi karena pertumbuhan penduduk per tahun terus meningkat, sedangkan produksi karbohidrat peningkatannya lambat bahkan tetap, pengembangan area budi daya tanaman talas perlu dikembangkan walaupun ada beberapa tantangan yang perlu dihadapi, misalnya, lahan yang cenderung tandus dan tidak subur. Adapun luas area tanaman talas di Kecamatan Palengaan ± 132 hektare dengan produktivitas sebesar 76,25 Kw/Ha.

6. Komoditas Jagung

Kondisi saat ini kebutuhan pokok pangan jagung sangat dibutuhkan dalam rangka pendapatan domestik bruto sehingga kebutuhan per tahunnya tidak boleh berkurang. Adapun konsumsi jagung terbesar

adalah pangan dan industri peternakan. Hal ini dapat dilihat dari makin berkembangnya industri peternakan dan berkembangnya industri pangan yang mengolah jagung menjadi berbagai bentuk produk olahan yang menghasilkan. Di sisi lain, produksi dan produktivitas jagung secara nasional relatif masih rendah, yakni baru sekitar 2,8 ton/ha, padahal telah tersedia teknologi produksi jagung yang dapat memberikan hasil 4,8–8,5 ton/ha.

Rendahnya produksi dan produktivitas jagung menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan antara produksi dan permintaan di dalam negeri. Padahal, jika ditinjau dari sudut hukum permintaan dan dari aspek produktivitas, serta ketersediaan teknologi budi daya, peluang untuk meningkatkan produktivitas jagung ditingkat petani masih terbuka luas.

Indonesia mampu meningkatkan produktivitas per satuan luas tanaman jagung nasional dan perluasan area pertanaman jagung karena jagung merupakan salah satu tanaman hasil pertanian yang dapat tumbuh sepanjang tahun di daerah tropis. Jagung juga merupakan salah satu tanaman yang memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi tanah dan tidak memerlukan perawatan yang khusus.

Jagung merupakan bahan pangan potensial masa depan dalam tatanan pengembangan agrobisnis dan agroindustri. Dari sisi pasar, potensi pemasaran jagung terus mengalami peningkatan. Jika pengusahaan peningkatan produksi dan produktivitas jagung ini dapat ditingkatkan, terdapat dua peluang agrobisnis jagung di Indonesia, yaitu (1) pasaran dalam negeri yang masih memerlukan kurang lebih 2,5 juta ton/tahun dan (2) pasaran luar negeri yang besar dan mencapai 88,80 juta ton/tahun. Dengan melihat gambaran potensi pasar jagung tersebut, peluang bagi petani untuk menanam jagung atau meningkatkan produksi jagungnya tentu akan lebih terbuka.

Provinsi Jawa Timur, khususnya Kabupaten Pamekasan, dilihat dari aspek ekologis merupakan daerah yang potensial untuk pengembangan usaha tani tanaman jagung. Alasannya adalah jagung cocok dikembangkan di lahan marginal, kurang subur, dan

kekurangan air. Oleh karena itu, ke depan kita perlu terus menerus melaksanakan sosialisasi dan kampanye diversifikasi pangan, disertai bimbingan teknis, dan insentif ekonomi. Pertimbangan lainnya adalah peluang diversifikasi pasar ke sektor energi. Adanya program bahan bakar nabati (BBN) dari jagung akan berdampak terhadap peningkatan nilai tambah komoditas tersebut yang selanjutnya akan meningkatkan keuntungan para petani yang bersangkutan. Program peningkatan produktivitas jagung diharapkan tidak hanya mampu meningkatkan produksi, tetapi juga meningkatkan pendapatan dan mewujudkan kemandirian petani terhadap program kedaulatan pangan yang bersinergi dengan kemandirian energi. Dengan demikian, prinsip *pro-poor, pro-job, pro-growth, and pro planet* dapat direalisasikan.

7. Pendekatan Dalam Pencapaian

Berikut ini pendekatan yang perlu dilakukan terhadap komoditas jagung.

- 1) Menjadikan jagung sebagai komoditas unggul dan bukan sebagai komoditas inferio.
- 2) Mengolah dan membantu meningkatkan pendapatan petani jagung (melalui teknologi yang tepat guna dan dapat diterapkan di masyarakat untuk memenuhi kebutuhan industri kimia dan pangan).
- 3) Memanfaatkan produk sampingan dan limbah budi daya (ampas) jagung sebagai makanan ternak, pupuk, dan energi.
- 4) Mendorong munculnya industri pengolahan lainnya.
- 5) Mendorong kerja sama antara pemerintah dan sektor swasta terkait pengembangan, penyediaan, dan penggunaan infrastruktur.
- 6) Mencukupi kebutuhan pangan dan peternakan sebagai penyedia energi alternatif pedesaan.

8. Pemanfaatan Nilai Ekonomi

Berikut ini pemanfaatan nilai ekonomi dari komoditas jagung.

- 1) Peningkatan nilai ekonomi jagung.
- 2) Keberpihakan yang ditujukan langsung kepada masyarakat, yaitu model usaha pertanian terpadu berbasis jagung.
- 3) Peningkatkan pendapatan masyarakat desa.
- 4) Khususnya petani jagung dengan tersedianya beberapa lapangan kerja baru.
- 5) Membantu menurunkan tingkat polusi udara dan kerusakan lingkungan dengan prinsip “*zero waste technology*”.

9. Tantangan Yang Dihadapi

Usaha untuk meningkatkan nilai ekonomi jagung terus dilakukan melalui berbagai sistem dan teknologi proses. Salah satu model yang ditawarkan pada kegiatan ini adalah sistem pertanian terpadu dengan aplikasi berbasis teknologi tanpa limbah. Model ini merupakan sistem usaha pertanian dengan pengelolaan yang berkesinambungan sehingga limbah yang dikenal sebagai sebagai produk sampingan tidak ada. Semua bagian hasil pertanian diasumsikan sebagai produk yang ekonomis dan semua kegiatan adalah *profit center*. Hasil sampingan dari salah satu sub bidang usaha menjadi bahan baku atau bahan pembantu subbidang lainnya yang masih terkait. Dengan demikian, aplikasi ini dapat ikut, serta mewujudkan program nasional berdaulat pangan dan mandiri energi. Lihat Gambar 4.2.

Berdasarkan buku *agroekonomi* yang ditullis oleh Arifin et al. (2019), penggunaan sumber energi dari Pusat Studi Energi Baru Terbarukan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan bahan baku sebagai *alternative hamper*. Ini sama dengan penggunaan pengembangan komoditas unggulan jagung sebagai bahan dan sumber energi alternatif melalui inovasi teknologi tanpa limbah. Dalam konsep pertanian yang diterapkan dan diimplementasikan, cara-cara yang dapat menghasilkan produksi secara maksimal amat diperlukan. Cara-cara tersebut adalah sebagai berikut.

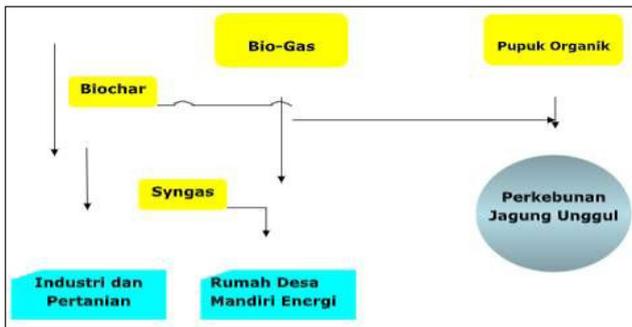
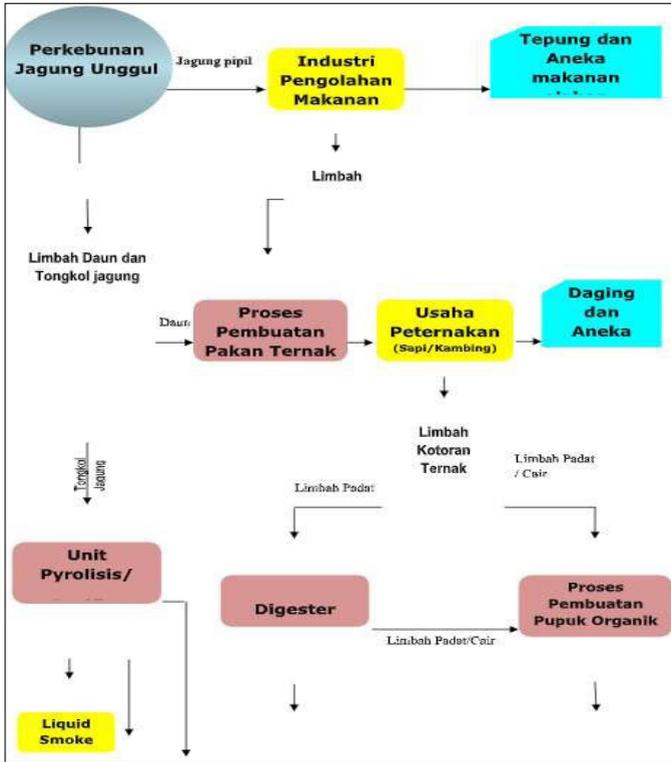
- 1) Mengintegrasikan hasil pertanian jagung untuk dapat menghasilkan kecukupan pangan dan tersedianya sumber energi alternatif.

- 2) Proses pengolahan jagung dapat meningkatkan efisiensi hasil usaha, mutu produk, produktivitas, dan *output* yang maksimal.
- 3) Model dan strategi pengembangan yang mampu memberi peluang terhadap penyerapan tenaga kerja, serta peningkatan produktivitas kerja.

D. Pendekatan Dalam Keberhasilan

Berikut pendekatan-pendekatan yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Menciptakan desa berdaulat pangan dan mandiri energi yang berbasis lokal dan bersinergi satu sama yang lain.
- 2) Menghasilkan produk unggulan dan produk sampingan (*by product*) hasil pengolahan jagung bagi kebutuhan industri kimia dan pangan, termasuk tersedianya sumber energi masyarakat desa pengganti minyak tanah dan gas.
- 3) Beralihnya kegiatan masyarakat dalam memanfaatkan potensi jagung pada usaha industri pengolahan yang berorientasi pada peningkatan kesejahteraan ekonomi.
- 4) Terpeliharanya kualitas dan fungsi lingkungan.
- 5) Tercapainya tingkat kehidupan sosial yang harmonis dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara bagi generasi sekarang dan yang akan datang
- 6) Meningkatkan pendapatan daerah.



Sumber: Pertanian Kita (2024)

Gambar 4.2 Model pengembangan komoditas unggulan jagung sebagai bahan pangan dan sumber energi alternatif melalui inovasi teknologi tanpa limbah.

1. Pendekatan Terpadu

Tim telah menyusun metode kerja berupa program kerja yang diklasifikasikan sesuai dengan jenis-jenis kegiatan dan tahapan pekerjaan yang akan dilakukan. Program kerja yang tersusun secara konseptual, sistematis, dan terkendali ini diharapkan dapat mewujudkan dan membangun kehidupan, serta kesejahteraan sosial yang lebih baik. Program kerja ini juga diharapkan dapat mengeliminasi kesenjangan sosial dan mempercepat upaya penanggulangan kemiskinan melalui sistem pertanian terpadu dengan aplikasi teknologi tanpa limbah. Sistem ini tidak akan dilakukan secara parsial atau sepotong-sepotong dan hanya bersifat temporer, tetapi direncanakan dan dilaksanakan secara totalitas.

2. Penempatan Lokasi Sasaran

Lokasi program direncanakan di Kabupaten Pamekasan, Provinsi Jawa Timur. Daerah ini mempunyai potensi unggulan berupa komoditas jagung sehingga cocok untuk pengembangan wilayah peternakan. Tim telah menyusun metodologi pelaksanaan secara sistematis yang akan dipergunakan selama melaksanakan pekerjaan.

3. Program Pengembangan yang Diharapkan

Berdasarkan potensi wilayah yang diusulkan sebagai lokasi program, tim mengusulkan konsep program pengembangan dengan beberapa aktivitas sebagai berikut.

1) *Good Agriculture Practices*

Subsistem agroindustri hulu: perancangan bangun kompos, unit produksi pestisida nabati dan gen hayati, serta implementasi teknik konservasi sumber daya air subsistem *on farm*. Subsistem ini juga melibatkan implementasi budi daya jagung unggul di kawasan sentra jagung Pamekasan dan perancangan kawasan peternakan terpadu.

2) *Good Manufacturing Practices*

Subsistem agroindustri hilir: perancangan dan implementasi sistem jejaring usaha penanganan, pengolahan, dan konsentrasi produk

utama dan sampingan dari komoditas jagung. Diikuti kemitraan usaha jasa alat dan mesin pertanian (alsintan) antara pusat pengolahan jagung dan petani atau kelompok tani. Kemudian, revitalisasi fungsi lumbung jagung di tingkat desa, kelompok, dan keluarga.

3) *Good Development Practices*

Rancang bangun produk olahan *zero waste* berbasis pohon industri jagung dan ternak sapi dengan alternatif produk, antara lain, *biochar*, bioetanol, biogas, pupuk organik padat dan cair, ransum pakan ternak, pestisida nabati.

4) *Good Distribution and Marketing Practices*

Pembinaan kemampuan kelompok tani untuk mengemas dan memasarkan jagung kemasan nonpestisida/organik, serta produk olahan berbasis komoditas jagung lainnya (termasuk *biochar*, bioetanol, pupuk organik, dan sebagainya).

4. Budi Daya Kedelai

Peningkatan produksi kedelai nasional masih terbuka lebar, baik melalui peningkatan produktivitas maupun perluasan area tanam/panen. Saat ini rata-rata nasional produktivitas kedelai di tingkat petani hanya sekitar 1,3 ton/ha dengan kisaran 0,6–2,0 ton/ha, sedangkan ditingkat penelitian telah mencapai 1,7–3,2. Nilai ini bervariasi menurut kesuburan lahan dan penerapan teknologinya. Oleh karena itu, upaya peningkatan adopsi teknologi tersebut di tingkat petani perlu terus didorong. Teknologi yang dimaksudkan meliputi hal-hal berikut ini.

- 1) Varietas unggul potensi hasil tinggi. Berkisar antara 1,70–3,25 ton/ha yang memiliki karakter beragam dalam umur panen, ukuran, dan warna biji, serta kesesuaiannya terhadap kondisi lahan yang spesifik.
- 2) Pengelolaan tanah (tanah air dan unsur hara), seperti penyiapan lahan/pengolahan tanah, ameliorasi, pemupukan, dan pemutusan ataupun pemberian air yang disesuaikan dengan kondisi tanah dan topografi lahan.

- 3) Pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT), yang meliputi hama, penyakit, dan gulma secara terpadu.
- 4) Teknologi pasca panen untuk menjamin diperolehnya produk yang berkualitas.

Untuk mengoptimalkan pendapatan usaha tani kedelai diperlukan proses produksi melalui pendekatan pengelolaan sumber daya dan tanaman terpadu (PTT Kedelai). Pendekatan PTT ini merupakan produksi kedelai dengan menerapkan teknologi pengelolaan lahan, tanaman, dan OPT secara terpadu dan berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani. Prinsip dasar proses produksi ini adalah

- 1) bersifat spesifik (lokasi);
- 2) melalui pendekatan partisipatif;
- 3) mengintegrasikan komponen teknologi (yang memberikan pengaruh secara sinergis); dan
- 4) bersifat dinamis (diselaraskan dengan kondisi wilayah topografi lahan dan kondisi sosial ekonomi masyarakat).

Tanaman kedelai dapat diusahakan pada berbagai agroekosistem. Secara umum lahan pertanian dapat dipisahkan ke dalam empat agroekologi/agroekosistem utama, yaitu (1) sawah, (2) lahan kering, (3) lahan pasang surut, dan (4) lahan rawa-lebak. Setiap agroekologi memiliki potensi yang berbeda dan mempunyai kondisi, serta permasalahan yang berbeda pula sehingga diperlukan teknologi/komponen teknologi produksi secara spesifik agar potensi lahannya dapat dimanfaatkan secara optimal.

E. Teknik Kedelai Spesifik Lokasi

Peningkatan produktivitas dan efisiensi dalam budi daya kedelai dapat dicapai dengan menerapkan teknologi yang bersifat lokasi spesifik pada masing-masing agroekologi. Permasalahan yang bersifat lokasi spesifik pada setiap agroekologi diatasi untuk mendapatkan persyaratan tumbuh optimal tanaman kedelai. Terdapat empat tipe agroekologi sawah: irigasi dan tadah hujan, lahan kering (bukan asam

dan basa), lahan pasang surut, dan lahan rawa lebak. Berikut ini disampaikan paket teknologi produksi kedelai pada empat agroekologi utama tersebut.

1. Agroekologi Lahan Sawah

Pada lahan sawah, kedelai biasanya ditanam pada musim kemarau pertama (MK I) yang ditanam setelah panen padi pertama atau pada musim kemarau kedua (MK II) yang ditanam setelah panen padi kedua. Di samping itu, budi daya kedelai yang dilakukan pada awal musim hujan, ditanam sebelum tanam padi. Kedelai MK I masa tanamnya antara Februari dan Juni, Kedelai MK II antara Juni dan September, dan kedelai awal musim hujan antara Oktober dan Januari. Paket teknologi produksi kedelai pada lahan sawah musim kemarau pertama atau MK I (Februari–Juni) dan MK II (Juni–Agustus) adalah sebagai berikut.

- 1) Penyiapan lahan tanpa olah tanah. Setelah memanen padi, jerami padi dipotong dekat dengan permukaan tanah. Agar sesuai dengan prioritas pemanfaatannya, jerami padi digunakan untuk pakan ternak atau ditinggal di lahan untuk mulsa kedelai ataupun dibakar. Jerami padi yang dibakar merupakan salah satu sumber hara K.
- 2) Pembuatan saluran drainase dengan jarak antarsaluran 1,5–5 m. Jarak ini bervariasi dan tergantung pada kemiringan lereng lahan dan tekstur tanah. Makin datar dan/atau halus tekstur tanah, makin sempit jarak antarsaluran drainase—bisa berukuran lebar sekitar 30 cm dengan kedalaman sekitar 25 cm.
- 3) Untuk kedelai yang ditanam pada awal musim hujan, penanaman setelah hujan cukup membasahi tanah supaya mendukung perkecambahan benih kedelai. Bagi kedelai yang ditanam setelah panen padi (kedelai MK I dan MK II), kedelai hendaknya segera ditanam sekitar 2–4 hari setelah padi dipanen. Hal ini ditunjukkan untuk memanfaatkan air/lengas tanah dan mengurangi gulma, hama, dan penyakit.

a) Varietas yang Dianjurkan

- (1) Kedelai awal musim hujan bulan Oktober–Januari. Sebagai contoh di Kabupaten Grobogan, varietas yang berumur genjah (80 hari) atau dikurangi.
 - (a) Varietas berbiji besar: Argomulyo, Baluran, dan Grobogan.
 - (b) Varietas berbiji sedang: Malabar, Gebak Ijo, dan Gepak Kuning.
- (2) Kedelai MK I, biasanya ketersediaan air (air hujan) lebih terjamin daripada kedelai MK II.
 - (a) Varietas berbiji besar: Anjasmoro, Argopuro, Gumitir, Detam 1, Detam 2, Detam 3, dan Detam 4.
 - (b) Varietas berbiji sedang: Wilis, Kaba, Ijen, Sinabung, Arjasari, dan Mallika.
- (3) Musim tanam MK II, yang umumnya ketersediaan air terbatas.
 - (a) Varietas berbiji besar: Argomulyo, Burangrang, dan Baluran.
 - (b) Varietas berbiji sedang: Malabar, Ijen, Arjasari, Mallika, Gema, dan Dering.

b) Benih Berkualitas

Benih berkualitas adalah benih yang bernas dengan daya tumbuh >85%, murni, sehat, dan bersih. Total kebutuhan benih antara 40– 60 kg/ha, tergantung pada ukuran biji. Makin besar ukuran biji, makin banyak benih yang digunakan.

c) Perlakuan Benih

- (1) Perlakuan benih dengan karbosulfan (10 g Marshal 25 ST/kg benih) atau fipronil ml Regent/kg benih) untuk mengendalikan lalat bibit dan hama lain.
- (2) Perlakuan benih dengan pupuk hayati sumber Rhizobium bagi lahan yang sebelumnya tidak pernah ditanami kedelai. Dibutuhkan 20 g sumber Rhizobium/kg benih.

d) Populasi Tanaman

Populasi tanaman berkisar 350.000–500.000 per ha dengan pengaturan jarak tanam berturut-turut 40 x 15 cm dan 40 x 10 cm. Ditanam dua tanaman per lubang.

e) Jenis dan Takaran Pupuk

Jenis dan takaran pupuk dapat berbeda dan tergantung pada kondisi atau tingkat kesuburan tanah berdasarkan hasil analisis tanah. Jika tersedia pupuk organik atau pupuk kandang, dianjurkan pemberian sekitar 2 ton/ha. Waktu dan cara aplikasi telah dijelaskan di awal tentang tata cara dan aplikasi mulai poin 1 s.d 14. Pemberian air diperlukan jika kelembaban tanah tidak mencukupi terutama pada stadium awal pertumbuhan, saat berbunga, dan saat pengisian polong.

Pengendalian Hama, Gulma, dan Penyakit.

- (1) Gulma dikendalikan berdasarkan pemantauan baik secara mekanis-konvensional atau manual (penyiangan menggunakan alat cangkul atau dicabut) baik secara mekanis maupun kimia dengan menggunakan herbisida pra dan/atau pascatumbuh. Pada kondisi dan kontur tanah yang ringan dan di daerah langka tenaga kerja, cara mekanisasi dapat meringankan biaya pengendalian gulma. Penyemprotan herbisida pratumbuh sebaiknya dilakukan satu minggu sebelum tanam, sedangkan penyemprotan herbisida pascatumbuh dilakukan secara hati-hati menggunakan tudung *nozzle* agar tidak mengenai daun tanaman kedelai.
- (2) Pengendalian hama dan penyakit berdasarkan petunjuk teknis (juknis) PHT (Pengendalian hama dan penyakit terpadu).
- (3) Tanaman siap dipanen apabila daun sudah luruh dan 95% polong sudah berwarna kuning-kecoklatan atau coklat kehitaman (tergantung dari varietas). Panen dilakukan secara konvensional dengan disabit atau dicabut.
- (4) Pembijian kedelai dilakukan, baik secara manual maupun mekanis, yakni dengan mesin perontok.

2. Agroekologi Lahan Kering

Agroekologi lahan kering dipisahkan menjadi dua kelompok besar, yaitu lahan kering tidak masam dan lahan kering masam. Pola tanam beberapa varietas di lahan kering di antaranya adalah (1) kedelai-kedelai-bera, (2) padi gogo-kedelai, (3) jagung-kedelai-tembakau, dan (4) kedelai-kedelai-kacang-kacangan lain.

Pada pertanaman di masa musim hujan pertama MH I (Oktober–Januari) dianjurkan menggunakan varietas umur sedang. Sementara itu, pertanaman pada musim *marengan* atau MH II (Februari–Mei) dapat dipilih umur sedang atau genjah. Paket teknologi budi daya kedelai terdiri atas komponen sebagai berikut.

- 1) Lahan disiapkan dengan pengolahan tanah sampai gembur menjelang musim hujan, yakni dengan dibajak 1–2 kali kemudian dikerjakan atau digaru 1 kali dan diratakan.
- 2) Pembuatan saluran drainase dengan jarak antar saluran 3–5 m dengan ukuran lebar sekitar 30 cm dan kedalaman sekitar 25 cm. Interval antarsaluran drainase dapat dirapatkan sesuai dengan jenis tanah dan kemiringan lahan. Jika tanah bertekstur halus (tanah berat) dan lahan yang bertopografi datar, jarak antar saluran perlu dirapatkan menjadi 2–3 m.

a) Varietas yang Dianjurkan

Adapun varietas yang dianjurkan sebagai berikut.

- (1) Lahan kering masam
 - (a) Kedelai pertanaman MH I (Oktober – Januari):
 - (i) varietas berbiji besar: Anjasmoro dan Rajabasa,
 - (ii) varietas berbiji sedang: Slamet, Tanggamus, Nanti sibayak, Ratai dan Sinabung.
 - (b) Kedelai pertanaman MH II (Februari–Mei):
 - (i) varietas berbiji besar: Anjasmoro dan Rajabasa,
 - (ii) Varietas berbiji sedang: Slamet, Tanggamus, sibayak, Ratai, dan Sinabung.

(2) Lahan kering tidak masam (tanah produktif, tetapi perlu perawatan secara berkala)

(a) Kedelai pertanaman MH I (Oktober – Januari):

(i) varietas biji besar: Anjasmoro, Baluran, Argopuro, Detam 1, Detam 2, Detam 4,

(ii) varietas biji sedang: Wilis, Kaba, Sinabung, Arjasari, Mallika, Gema dan Dering.

(b) Kedelai pertanaman MH II (Februari–Mei):

(i) varietas biji besar: Argomulyo, Burangrang, dan Baluran,

(ii) varietas biji sedang: Malabar, Ijen, Gema, Dering.

b) Penggunaan Benih Berkualitas

Penggunaan benih berkualitas dan bernas daya tumbuh >85%, murni, sehat, dan bersih. Total kebutuhan benih ialah 40–60 kg/ha dan tergantung pada ukuran biji. Makin besar ukuran biji, makin banyak benih yang dibutuhkan.

c) Perlakuan Benih

(1) Perlakuan benih dengan menggunakan karbosulfan (10g Marshal 25 ST/kg benih) atau fipronil (10 ml regent/kg benih) untuk mengendalikan penyakit lalat bibit dan insekta lain.

(2) Perlakuan benih dengan pupuk hayati sumber Rhizobium bagi lahan yang sebelumnya tidak pernah ditanami kedelai. Diberikan sebanyak 20 g sumber rhizobium/kg benih.

d) Populasi Tanaman

Populasi tanaman sekitar 350–500 ribu per hektare. Pengaturan jarak tanam berturut-turut 40 x 15 cm, 40 x 10 cm, dan dua tanaman/lubang. Untuk tanah yang subur dan sering hujan atau cukup air, jarak tanam 40 x 15 cm. Sementara itu, untuk tanah yang kurang subur, jarang hujan, ataupun air terbatas, jarak tanamnya ialah 40 x 10 cm.

e. Jenis dan Takaran Pupuk

Jenis dan takaran pupuk dapat berbeda dan tergantung pada kondisi atau tingkat kesuburan tanah berdasarkan hasil analisis tanah. Jika

tersedia pupuk organik atau kandang, dianjurkan pemberiannya sekitar 2 t/ha. Pada lahan kering masam perlu digunakan bahan pemulih (*ameliorant*). Penggunaan bahan pemulih secara teknis ditetapkan berdasarkan tingkat kejenuhan aluminium (AI) dan hal ini memiliki hubungan kuat dengan tingkat kemasaman tanah (pH tanah).

Adapun pengairan diberikan jika kelembaban tanah tidak mencukupi, terutama pada stadium awal pertumbuhan, berbunga, dan pengisian polong. Pengairan bisa menggunakan sumur atau dari sungai. Bahkan, jika memungkinkan, pompanisasi, atau irigasi.

f. Pengendalian Hama, Gulma, dan Penyakit

- (1) Gulma dikendalikan berdasarkan pemanfaatan, baik secara mekanis-konvensional maupun manual (penyiangan dengan cangkul atau sistem cabut). Pengendalian gulma secara kimia menggunakan herbisida, baik sebelum maupun sesudah tumbuh. Penyemprotan herbisida pratumbuh dilakukan seminggu sebelum tanam. Sementara itu, penyemprotan pascatumbuh perlu dilakukan secara hati-hati dengan menggunakan tudung *nozzle* supaya tidak meracuni daun tanaman kedelai.
- (2) Pengendalian hama dan penyakit berdasarkan petunjuk teknis pengendalian hama dan penyakit terpadu (PHT).
- (3) Tanaman siap dipanen apabila daun sudah luruh dan 95% polong sudah berwarna kuning kecokelatan, cokelat kehitaman (tergantung varietas) dilakukan secara konvensional.
- (4) Pembijian kedelai dapat dilakukan secara manual (sistem geblok dan pemukul kayu) atau secara mekanis dengan mesin perontok.

3. Agroekologi Lahan Rawa Lebak

Lahan rawa lebak dikelompokkan menjadi tiga, yaitu (1) lebak dangkal/pematang, (2) lebak tengahan, dan (3) lebak dalam. Pembagian ini memiliki arti penting karena masing-masing tipologi lahan dan tipe luapan air memiliki kendala spesifik. Ketiganya memerlukan pendekatan pengelolaan tersendiri. Lahan *rawa lebak dangkal* dan *tengahan* dapat ditanami dengan pola tanam padi-padi atau padi-

palawija, sedangkan lahan *lebak dalam* hanya dengan padi-padi. Paket teknologi kedelai pada lebak dangkal dan tengahan adalah sebagai berikut.

Lahan disiapkan tanpa olah tanah. Setelah padi dipanen, jerami dipotong dekat dengan permukaan tanah. Jerami yang akan digunakan untuk pakan atau ditinggal di lahan dimanfaatkan sebagai mulsa atau dibakar. Jerami yang dibakar sesuai untuk sumber hara, yaitu kalium.

a) Varietas yang Dianjurkan

Adapun varietas yang dianjurkan sebagai berikut.

(1) Lahan kering masam:

(a) kedelai pertanaman MH I (Oktober–Januari):

- (i) varietas berbiji besar: Anjasmoro dan Rajabasa,
- (ii) varietas berbiji sedang: Slamet, Tanggamus, Nanti sibayak, Ratai dan Sinabung.

(b) kedelai pertanaman MH II (Februari–Mei):

- (i) varietas berbiji besar: Anjasmoro dan Rajabasa,
- (ii) varietas berbiji sedang: Slamet, Tanggamus, Nanti sibayak, Ratai dan Sinabung.

2) Lahan kering tidak masam:

a) kedelai pertanaman MH I (Oktober–Januari):

- (2) varietas biji besar: Anjasmoro, Baluran, Argopuro, Detam 1, Detam 2, dan Detam 4,
- (3) varietas biji sedang: Wilis, Kaba, Sinabung, Arjasari, Mallika, Gema dan Dering.

d) kedelai pertanaman MH II (Februari–Mei):

- (5) varietas biji besar: Argomulyo, Burangrang dan Baluran,
- (6) varietas biji sedang: Malabar, Ijen, Gema, dan Dering.

b) Penggunaan Benih Berkualitas

Penggunaan benih berkualitas dan bernas daya tumbuh >85%, murni, sehat, dan bersih. Total kebutuhan benih ialah 40–60 kg/ha dan tergantung pada ukuran biji. Makin besar ukuran biji, makin banyak benih yang dibutuhkan.

c) Perlakuan Benih

- (1) Perlakuan benih dengan karbosulfan (10 g Marshal 25 ST/kg benih) atau fipronil (10 ml Regent/kg benih) untuk mengendalikan alat bibit dan insekta lain.
- (2) Perlakuan benih dengan pupuk hayati sumber *Rhizobium* bagi lahan yang sebelumnya tidak pernah ditanami kedelai, sekitar 20 g sumber *rhizobium*/kg benih.

d) Populasi Tanaman

Populasi tanaman sekitar 350–500 ribu per hektare. Pengaturan jarak tanam berturut-turut 40 x 15 cm, 40 x 10 cm, dan dua tanaman/lubang. Untuk tanah yang subur dan sering hujan atau cukup air, jarak tanam 40 x 15 cm. Sementara itu, untuk tanah yang kurang subur, jarang hujan, ataupun air terbatas, jarak tanamnya ialah 40 x 10 cm.

e) Jenis dan Takaran Pupuk

- (1) Pada lahan kering masam perlu digunakan bahan pemulih (*ameliorant*). Penggunaan *ameliorant* secara teknis ditetapkan berdasarkan tingkat kejenuhan aluminium (AI) dan hal ini memiliki hubungan kuat dengan tingkat kemasaman tanah (pH tanah).
- (2) Jenis dan takaran pupuk dapat berbeda tergantung pada kondisi yang atau tingkat kesuburan tanah berdasarkan hasil analisis tanah. Jika tersedia pupuk organik atau pupuk kandang, pemberian yang dianjurkan sekitar 2 t/ha.
- (3) Pengairan diberikan jika kelembaban tanah tidak mencukupi terutama pada stadium awal pertumbuhan, berbunga, dan pengisian polong menggunakan sumur atau dari sungai kalau memungkinkan dengan pompanisasi atau irigasi.

f) Pengendalian Hama, Gulma, dan Penyakit

- (1) Gulma dikendalikan berdasarkan pemanfaatan, baik secara mekanis-konvensional maupun manual (penyiangan dengan cangkul atau sistem cabut). Pengendalian gulma secara kimia menggunakan herbisida, baik sebelum maupun sesudah tumbuh. Penyemprotan herbisida pratumbuh dilakukan seminggu sebelum tanam. Sementara itu, penyemprotan pascatumbuh perlu dilakukan secara hati-hati dengan menggunakan tudung *nozzle* supaya tidak meracuni daun tanaman kedelai.
- (2) Pengendalian hama dan penyakit berdasarkan petunjuk teknis pengendalian hama dan penyakit terpadu (PHT).
- (3) Tanaman siap dipanen apabila daun sudah luruh dan 95% polong sudah berwarna kuning kecokelatan, coklat kehitaman (tergantung varietas) dilakukan secara konvensional.
- (4) Pembijian kedelai dapat dilakukan secara manual (sistem geblok dan pemukul kayu) atau secara mekanis dengan mesin perontok.

4. Agroekologi Lahan Pasang Surut

Lahan pasang surut dapat dibedakan menurut jenis tanah, yaitu jenis tanah mineral dan tanah gambut (organik). Jenis tanah gambut terbagi menjadi dua, yaitu (1) gambut dangkal dengan tebal solum < 1 m dan (2) tanah gambut dalam dengan tebal solum > 1 m. Lahan pasang surut juga dapat dibedakan menurut tipe luapan dan kedalaman permukaan air tanahnya, yaitu tipe luapan A, B, C, dan D.

Lahan pasang surut tipe luapan A selalu terluapi air pasang, baik pasang besar maupun kecil. Lahan ini memiliki kedalaman genangan lebih dari 1 m dengan waktu genang yang cukup lama, lebih dari 6 bulan. Lahan tipe A ini biasanya ditemui di daerah antai atau sepanjang aliran sungai. Lahan pasang surut tipe B hanya berada dan terluapi oleh pasang besar dan drainase harian. Pada tipe luapan B penanaman kedelai dapat dilakukan dengan membuat sistem surjan. Kedelai ditempatkan pada bagian lahan yang ditinggikan. Sementara itu, lahan pasang surut tipe luapan C merupakan lahan yang tidak pernah terluapi walaupun pasang besar. Akan tetapi, permukaan air tanah lebih dangkal dari 50 cm dari drainase permanen dan air pasang

memengaruhi secara tidak langsung. Lahan pasang surut tipe luapan D merupakan lahan yang tidak pernah terluapi dan permukaan air tanah lebih dalam dari 50 cm dengan drainase terbatas. Penurunan air tanah terjadi selama musim kemarau pada saat evaporasi dan melebihi jumlah curah hujan.

Lahan pasang surut jenis tanah mineral dan gambut dangkal dengan tipe luapan B, C, dan D potensial untuk pengembangan kedelai. Pola tanam pada lahan pasang surut tipe luapan B perlu dikaitkan dengan tipe iklim, yaitu padi-padi untuk wilayah tipe iklim A1 (10–12 bulan basah dan 0–1 bulan kering) dan B2 (7–9 bulan memasuki bulan basah dan 2–3 bulan kering). Selanjutnya, untuk tipe iklim C1 (5–6 bulan basah dan 0–1 bulan kering) dan C2 (5–6 bulan basah dan 2–3 bulan kering) adalah padi (padi atau padi-palawija). Pada lahan rawa pasang surut tipe C, sumber air utama adalah air hujan sehingga pola tanamnya adalah padi-palawija. Lahan pasang surut tipe D lebih bersifat seperti lahan kering dengan sumber air utama dari curah hujan sehingga pola tanam untuk daerah tipe ini adalah padi-palawija/sayuran atau palawija-palawija/sayuran. Padi ditanam pada bulan Oktober/November (MH), sedangkan palawija/kedelai pada bulan Maret—waktu tanam optimal adalah pertengahan bulan Maret.

Kendala utama produktivitas kedelai di lahan pasang surut adalah tingkat keasaman tinggi akar pada tanaman kedelai, (pH) rendah, keracunan AL, FE, atau S. Gangguan OPT perlu mendapat perhatian yang serius demi keberhasilan tanaman kedelai. Rakitan paket teknologi budi daya tanaman kedelai di lahan pasang surut adalah sebagai berikut.

- 1) Penyiapan lahan dengan pengolahan tanah sempurna. Pengolahan tanah dan pembuatan saluran drainase perlu memperhatikan posisi kedalaman pirit (FeS_2). Ini dilakukan untuk menghindari oksidasi pirit yang berlebihan sehingga menghasilkan asam sulfat (SO_4) berlebihan yang dapat meningkatkan keasaman dan meracuni tanaman. Pengolahan tanah yang terpaksa membalik lapisan pirit perlu diikuti dengan pencucian agar tidak meracuni tanaman, yaitu dengan pengelontoran air irigasi.

- 2) Pembuatan saluran drainase dengan jarak antar saluran 1,5–5 m. Ukuran ini bervariasi dan tergantung pada kemiringan lereng lahan, serta tekstur tanah. Makin datar dan/atau halus tekstur tanah, makin sempit jarak antarsaluran drainase. Adapun lebar ukuran saluran sekitar 30 cm dengan kedalaman sekitar 30 cm.

1) Varietas yang Dianjurkan

(1) Lahan kering masam:

(a) kedelai pertanaman MH I (Oktober–Januari):

- (ii) varietas berbiji besar: Anjasmoro dan Rajabasa,
- (iii) varietas berbiji sedang: Slamet, Tanggamus, Nanti sibayak, Ratai dan Sinabung.

(b) kedelai pertanaman MH II (Februari–Mei):

- (i) varietas berbiji besar: Anjasmoro, Rajabasa,
- (ii) varietas berbiji sedang: Slamet, Tanggamus, Nanti Sibayak, Ratai dan Sinabung.

(2) Lahan kering tidak masam

(a) kedelai pertanaman MH I (Oktober–Januari):

- (i) varietas biji besar: Anjasmoro, Baluran, Argopuro, Detam 1, Detam 2, dan Detam 4,
- (ii) varietas biji sedang: Wilis, Kaba, Sinabung, Arjasari, Mallika, Gema dan Dering.

(b) kedelai pertanaman MH II (Februari–Mei):

- (i) varietas biji besar: Argomulyo, Burangrang, dan Baluran;
- (ii) varietas biji sedang: Malabar, Ijen, Gema, dan Dering.

b) Penggunaan Benih Berkualitas

Penggunaan benih berkualitas dan bernas daya tumbuh > 85%, murni, sehat, dan bersih. Total kebutuhan benih ialah 40–60 kg/ha dan tergantung pada ukuran biji. Makin besar ukuran biji, makin banyak benih yang dibutuhkan.

c) Perlakuan Benih

- (1) Perlakuan benih dengan karbosulfan (10 g Marshal 25 ST/kg benih) atau fipronil (10 ml Regent/kg benih) untuk mengendalikan lalat bibit dan insekta lain.
- (2) Perlakuan benih dengan pupuk hayati sumber Rhizobium bagi lahan yang sebelumnya tidak pernah ditanami kedelai, sekitar 20 g sumber rhizobium/kg benih.

d) Populasi Tanaman

Populasi tanaman sekitar 350–500 ribu per hektare. Pengaturan jarak tanam berturut-turut 40 x 15 cm, 40 x 10 cm, dan dua tanaman/lubang. Untuk tanah yang subur dan sering hujan atau cukup air, jarak tanam 40 x 15 cm. Sementara itu, untuk tanah yang kurang subur, jarang hujan, ataupun air terbatas, jarak tanamnya ialah 40 x 10 cm.

e) Jenis dan Takaran Pupuk

- (1) Pada lahan kering masam perlu digunakan bahan pemulih (*ameliorant*). Penggunaan *ameliorant* secara teknis ditetapkan berdasarkan tingkat kejenuhan aluminium (AI) dan hal ini memiliki hubungan kuat dengan tingkat kemasaman tanah (pH tanah).
- (2) Jenis dan takaran pupuk dapat berbeda tergantung pada kondisiyang atau tingkat kesuburan tanah berdasarkan hasil analisis tanah. Jika tersedia pupuk organik atau pupuk kandang, pemberian yang dianjurkan sekitar 2 t/ha.
- (3) Pengairan diberikan jika kelembaban tanah tidak mencukupi terutama pada stadium awal pertumbuhan, berbunga, dan pengisian polong menggunakan sumur atau dari sungai kalau memungkinkan dengan pompanisasi atau irigasi.

f) Pengendalian Hama, Gulma, dan Penyakit

- (1) Gulma dikendalikan berdasarkan pemanfaatan, baik secara mekanis-konvensional maupun manual (penyiangan dengan cangkul atau sistem cabut). Pengendalian gulma secara kimia menggunakan herbisida, baik sebelum maupun sesudah tumbuh.

Penyemprotan herbisida pratumbuh dilakukan seminggu sebelum tanam. Sementara itu, penyemprotan pascatumbuh perlu dilakukan secara hati-hati dengan menggunakan tudung *nozzle* supaya tidak meracuni daun tanaman kedelai.

- (2) Pengendalian hama dan penyakit berdasarkan petunjuk teknis pengendalian hama dan penyakit terpadu (PHT).
- (3) Tanaman siap dipanen apabila daun sudah luruh dan 95% polong sudah berwarna kuning kecokelatan, cokelat kehitaman (tergantung varietas) dilakukan secara konvensional.
- (4) Pembijian kedelai dapat dilakukan secara manual (sistem geblok dan pemukul kayu) atau secara mekanis dengan mesin perontok.

Tabel 4.7 Deskripsi dan karakter unggul varietas kedelai terpilih yang dilepas (1994–2014).

Varietas	Umur (hari)	Bobot 100 biji (g)	Hasil Biji (t/ha)	Warna	Keunggulan
Umur genjah (<80 hari); biji kecil (<10 g/100 biji)					
Tidar	75	7,0	1,40	Kuning Kehijaun	Agak tahan lalat Bibit dan karat daun
Dieng daun	74	7,5	1,7	Kuning Kehijauan	Agak Tahan rebah dan karat
Gepak Kuning	73	8,3	2,2	Hijau Kekuningan	Sesuai untuk tahu dan taoge
Gepak Hijau	76	6,8	2,2	Kuning Kehijauan	Sesuai untuk tahu dan taoge
Umur genjah (<80 hari) biji sedang (10–14 g/100 biji)					
Malabar	70	12,0	1,3	Kuning	Agak tahan karat
Meratus	75	10,0	1,4	Kuning	Agak tahan karat

Varietas	Umur (hari)	Bobot 100 biji (g)	Hasil Biji (t/ha)	Warna	Keunggulan
Gema	73	11,9	2,47	Kuningmuda	Adaptif lahan sawah dan kering
Umur genjah (<80 hari); biji besar (>14 g/100 biji)					
Argomulyo	79	16,0	2,0	Kuning	Tahan rebah,agak tahankarat
Burangrang	79	17,0	2,0	Kuning	Tahan rebah, agak tahan karat
Baluran	79	16,0	2,5	Kuning	-
Grobogan	75	18,0	2,8		
Umur sedang (80–85 hari); biji sedang (>10–14 g/100 biji)					
Wilis	85	10,0	1,6	Kuning	Agak tahan karat dan virus
Manglayang	86	11,0	1,9	-	-
Kaba	85	10,4	2,1	Kuning	Agak tahan karat, polong tidak mudah pecah
Sinabung	88	10,7	2,2	Kuning	Agak tahan karat, polong tidak mudah pecah
Ijen	83	11,2	2,5	Kuning agak mengkilap	Agak tahan ulat grayak
Dering 1	81	10,7	2,8	Kuning	Toleran kekeringan fase reproduksi

Varietas	Umur (hari)	Bobot 100 biji (g)	Hasil Biji (t/ha)	Warna	Keunggulan
Dena 1agritan	78	14,3	1,69	Kuning	Toleran naungan hingga 50%, agak tahan rebah
Dena 2agritan	79	13,7	1,36	Kuning	Agak toleran naungan hingga 50%
Dena 3agritan	81	13,0	1,34	Kuning	Sangat toleran naungan 50% tahan rebah
Umur sedang (80–85 hari); biji besar (>14 g/100 biji)					
Panderman	85	18–19	2,4	Kuning	Tahan rebah
Anjasmoro	82	14,8	2,0	Kuning	Agak tahan karat, polong tidak mudah dan pecah, tahan rebah

Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2015)

Pengapuran lahan masam ditujukan untuk mencapai tiga hal, yaitu

- 1) meningkatkan pH tanah pada taraf yang dikehendaki;
- 2) menurunkan kandungan hara yang meracuni tanaman (utamanya Al yang tersedia dalam larutan tanah); dan
- 3) menaikkan kandungan hara Ca atau Ca dan Mg.

Kandungan Al dalam larutan tanah akan sangat tergantung pada tingkat kejenuhan Al-dapat ditukar (Al-dd) pada kompleks pertukaran tanah. Al-dd pada umumnya sudah sangat rendah atau tidak terbaca dua apabila pH tanah (pH-H₂O) lebih besar dari angka 5,30. Namun, untuk mencapai tujuan poin a dan b tersebut, pengapuran tidak perlu memberikan bahan kapur hingga kandungan Al-dd nol, tetapi sampai pada taraf kandungan Al yang

dapat ditoleransi tanaman kedelai, yakni pada tingkat kejenuhan Al-dd sekitar 20%. Pada taraf kejenuhan Al-dd 20%, hasil kedelai dapat mencapai sekitar 90% dari hasil optimalnya. Selain penentuan jumlah kapur, hal lain yang perlu diperhatikan dalam pengapuran lahan masam adalah jenis dan ukuran butir/partikel bahan kapur dan cara aplikasinya. Penjelasannya adalah sebagai berikut.

F. Bahan kapur

Bahan kapur dapat berupa batu kapur kalsit (CaCO_3) atau batu kapur dolomit ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$). Kapur bakar adalah batu kapur kalsit atau dolomit yang dibakar—atau awam menyebutnya batu gamping. Sementara itu, kapur terhidrasi merupakan batu gamping yang telah diberi atau bereaksi dengan air. Dari segi harga dan kemudahan aplikasi, batu kapur kalsit atau dolomit mempunyai kelebihan jika dibandingkan dengan dua bahan kapur lainnya sebab harganya yang lebih murah dan kepraktisannya dalam aplikasi. Apabila tersedia, disarankan menggunakan batu kapur dolomit karena selain menambah unsur Ca dan Mg, dua unsur hara tersebut umumnya tersedia rendah pada lahan masam. Batu kapur dolomite memiliki kemampuan menetralkan pH tanah lebih besar dari batu kapur kalsit, yakni 1,09 kali batu kapur kalsit, sehingga jumlah bahan kapur yang diperlukan akan lebih sedikit apabila menggunakan batu kapur dolomite.

1) Jumlah bahan kapur

Sesuai dengan toleransi tanaman kedelai terhadap kandungan Al-dd yang pada taraf 20%, jumlah bahan ditetapkan dengan formula sebagai berikut:

Kebutuhan Kapur (t/ha) = (pH target-pH saat ini) x Faktor tekstur tanah

Dalam formula ini BK: adalah jumlah bahan kapur dalam ion per hektare. Al-dd adalah tingkat kejenuhan Al-dd dalam persen,

contohnya, 40% ditulis 0,40,0,20 adalah 20% (ditulis 0,20). Ini adalah tingkat toleransi tanaman kedelai terhadap kejenuhan Al-dd. KTK-efektif adalah nilai KTK pada nilai pH tanah asli. Nilai ini diperoleh dengan menjumlahkan kation basa (Ca, Mg, K, Na), H, dan Al yang terserap pada kompleks pertukaran tanah atau yang dapat ditukar. Selanjutnya, Y adalah nilai sebesar 1,65 jika menggunakan batu kapur kalsit dan 1,51 jika menggunakan dolomit. Dengan demikian, jika tanah mempunyai kejenuhan Al-dd 40; KTK-efektif 7,0 me/100 g tanah; dan bahan kapurnya kandungan dolomit; jumlah dolomit yang dibutuhkan adalah sebesar (0,40–0,20).7,0).1,51 ton per ha, atau sebesar 2,11 ton dolomit per hektare tahun.

2) Ukuran butiran batu kapur

Ukuran batu kapur akan menentukan kecepatan reaksi antara bahan kapur dan tanah. Makin halus ukuran butiran batu kapur, makin cepat reaksinya dengan tanah. Ukuran butiran batu kapur disarankan di antara 80–100 mesh. Dengan menggunakan ukuran ini, dua sampai tiga minggu dari aplikasi, batu kapur sudah cukup bereaksi dengan tanah.

3) Waktu dan cara aplikasi bahan kapur

Kehalusan batu kapur 80–100 mesh. Batu kapur hendaknya diaplikasikan dua sampai tiga minggu sebelum penanaman kedelai. Batu kapur diaplikasikan secara menyebar dan diaduk secara merata dengan tanah lapisan atas (sekitar 20–25 cm *teratasi* [dapat dikendalikan dalam rata-rata sentimeter]) bersama-sama dengan pengolahan tanah.

Ambang kendali hama kedelai dan cara pengendaliannya sangat penting. Pengendalian ini menjamin berhasil atau tidaknya dalam suatu produksi yang menghasilkan beberapa tonase pertanian, terutama dalam budi daya kedelai dan palawija. Seiring dengan perkembangan teknologi rekayasa genetika dibutuhkan kemampuan sumber daya manusia yang unggul dan kompetitif. Di sisi lain, petani melakukan budi daya atas dasar kondisi lahan dan tanah yang kurang mendukung karena ketidakmampuan dalam Bertani. Oleh karena itu, diperlukan sekolah lapang

yang sering kita namakan sekolah lapangan pengendalian hama terpadu (SLPHT).

Tabel 4.8 Ambang kendali dan alternatif pengendalian hama utama pada tanaman kedelai.

No.	Jenis Hama	Ambang Kendali	Alternatif Pengendalian
1	Lalat kacang Ophiomy- laphaseoli Tryon Mylanagromyza Sojae zehntn	1 imago/5 mbaris atau 1 imago/50rumpun tanaman	Tanaman serempak selisih waktu tanam lebih dari 10 hari. Rotasi tanaman bukan inang lalat kacang varietas. toleran/galunggung, kerinci, tidar Pemberian mulsa (5–10t/ha untuk bertanam kedelai setelahpadi sawah. Daerah endemis perlu perlakuan benih dengan Insektisida karbosulfan. Populasi mencapai ambang kendali pada 7–10 HST disemprot insektisida untuk lalat bibit. Populasi lalat kacang mencapai ambang kendali pada umur 10–50 HST disemprot insektisida

No.	Jenis Hama	Ambang Kendali	Alternatif Pengendalian
2	Ulat pemakan daun Chrysodelxis Chasites E Lamprosema Indicate F Spodeptera litura L	Intensitas kerusakan baru sebesar 12,5 dan lebih dari 20%. Pada tanaman umur lebih 20 HST. Pada fase pembu- ngaan	Tanaman serempak dengan selisih waktu selisih waktu relatif pendek (kurang 10 hari). Pada fase vegetatif 10 ekor instar 3/10 rumpun tanaman. Pemantauan lahan secara rutin dan pemusnahan kelompok telur dan ulat. Penyemprotan insektisida setelah mencapai ambang kendali.
		13 ekor instar 3/10 rum Tanaman Pada fase pembentukan polong 13 ekor instar. 3/10 rumpun tanaman. Pada fase pengisian polong 26 ekor instar 3/10 tanaman.	Penyemprotan NPV dari 25 ulat yang sakit dilarutkan dalam 500 l air untuk satu hektare untuk ulat grayak dapat dipakai feromonoid seks 6 perangkap per hektare. Serbuk biji mimba 10/g/l.

No.	Jenis Hama	Ambang Kendali	Alternatif Pengendalian
3	Pengisap daun <i>Thrips Aphis</i> sp <i>Bemisia</i> sp <i>Aphis</i>	Gejala daun kering pada kacang hijau. Ada populasi kutu bermisia dan <i>Thrip</i> sp cukup tinggi	Tanaman serempak dengan selisih waktu kurang dari 10 hari Pemantauan lahan secara rutin Semprot insektisida.
4	Kumbang kedelai <i>Phaedonia</i> <i>inclusa</i> Stall	Intensitas kerusakan daun lebih dari 12,5% 2 ekor/8 tanaman atau 1ekor/4 tanaman	Tanaman Serempak Pemantauan secara rutin dan pungut apabila menemukan hama Penyemprotan insektisida dilakukan setelah ambang kendali tercapai
5	Penggerek polong <i>Helicoverpa</i> <i>armigera</i>	Intensitas kerusakan daun mencapai lebih dari 2% 2 ekor ulat/rumpun Pada umur lebih dari 45 HST	Tanam serempak dengan selisih waktu kurang dari 10 hari Pergiliran tanam Semprot dengan insektisida jika populasi mencapai ambang kendali Penyemprotan NPV (dari 25 ulat yang sakit dilarutkan dalam 500 l air untuk satu hectare)

No.	Jenis Hama	Ambang Kendali	Alternatif Pengendalian
	Etiella sp Maruca spp	Intensitas kerusakan 2 ekor ulat/rumpun pada umur lebihdari 45 HST	Tanam perangkap jagung 3 jenis umur: genjah, sedang, dan panjang Pelepasan parasitoid Trichogramma spp Tanam serempak dengan selisih waktu kurang dari 10 hari Pergiliran tanam Semprot dengan insekti apabila populasi mencapai ambang kendali Pelepasan parasitoid <i>Trichogramma spp</i>
6	Penggerak polong Nezara viridula L. Piezodorus sp. Riptortus linearis L	Pemantauan dilakukan umur 42-70-HST Intensitas kerusakan >2% 1 pasang imago/20 rumpun tanaman	Tanam serempak dengan selisih waktu kurang dari 10 hari Pergiliran tanam Semprot dengan insektisida jika populasi mencapai ambang kendali Penanaman tanam Perangkap <i>Sesbania rostrata</i>

Tabel 4.9 Insektisida Rekomendasi Ditjen PSP (2011) untuk Mengendalikan Hama Kedelai

Hama sasaran	Bahan aktif	Nama insektisida
Lalat bibit/Lalat kacang Ophiomyia Phaseoli	Alfametrin Asetat	Fastat 15 EC Manthene 75 SP, Dafat 75 WG
	BPMC	
	Deltametrin	Hopcin460 EC Decis 25 EC
	Dimehipo	Alphadine 6 GR
	Dimetoat	Metha 400 EC
	Esfenvalatar	Sumialpha 25 EC
	Etofentroks	Samba 100 EC
	Fenitrothion	Sumithion 50 EC
	Fenprapatrin	Meothrin 50 EC
	Kantap	Kardan 4 GR
	Hidroklorida	Dharmafur 3 GR, Indofuran
	Karbofuran	3 GR, Petrofur 3 GR
	Karbosulfan Klorpirifos	Marshal 25 ST Basban 200 EC, Petroban 200 EC Curaterr 3 GR
	Metonil MIPC	Metindo 80 SL
	Permetrin Piridafention Ribofuran	Mipcinta 50 WP Klensect 200 EC
	Sipermetrin	Ofunack 40 EC Taniterr 3 GR Cypermax 100 EC, Smack Down 100 EC, Mastax 50 EC, Ripcord 5 EC, Scud
	Tiodicarb	50EC, Sidamethrin 50EC, anicord 50EC Larvin 75 WP

Hama sasaran	Bahan aktif	Nama insektisida
Lalat Batang (<i>Melanogromyza</i> <i>sojae</i>)	Alfametrin Bisultap BPMC Diazinon	Cobra 15 EC Panzer 290 SL Bassa 500 EC, Sidabas 500 EC Sidazinon 600 EC
Lalat pucuk (<i>Melanogromyza</i> <i>dolicostigma</i>) Kutu kebul (<i>Bemesia</i> <i>tabaci</i>)	Imidaklopid Per- metrin Sipermetrin Armitraz Asefat Buprofezin Imidaklo- pid	Confidor 70 WS Pounce 20 EC Arrivo 30 EC Mitac 200 EC Orthene 75 SP Applaud 10 WP, Applaud 440 SC Vitanon 10 WP, Imar 200 SL, Confidor 5
Kutu daun <i>Aphis</i> <i>sp Aphis glycine</i>	Imidaklopid Tiame- toksam Imidaklopid Tiametoksam	WP, Imar 6 WP, Confidor 70 WG Confidor 70 WP Actara 25 WG Vitanon 10 WP Cruiser 350 FS
Pengisap daun (<i>emposca spp.</i>)	Alfametrin Imidaklo- pid Prefonofos Sipermetrin	Radar 15 EC Imar 200 SL, Confidor 5 WP Profile 430 EC Exocet 50 EC
Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i>)	Abamektin Alfametrin Alfa Sipermetrin	Alfamex 18EC, Bamex 18EC, Lider 18EC Fastac 15 EC, Radar 15 EC Altac 15 EC, Alfast 30 EC, Tetrin 36 EC, Alfatox 50 EC, Fast 50 EC, Faster 15 EC,

G. Perluasan Pertanian

Setelah pembentukan Departemen Pertanian pada tahun 1905, penyuluhan pertanian tetap menjadi tanggung jawab administrator sipil setempat. Terdapat enam lapangan percontohan yang pada awalnya merupakan satu-satunya fasilitas penyuluhan. Beberapa orang Indonesia dipekerjakan sebagai mantri (*surveyor*), baik di kebun seleksi di Bogor maupun di lapangan percontohan. Mereka mendemonstrasikan teknik pertanian kepada petani, seperti penggunaan bajak besi, keuntungan dari membajak dalam dan pupuk hijau, menanam bibit dalam barisan dengan jarak yang lebih jauh untuk mempermudah penyiangan, dan menyimpan benih tanpa risiko hasil yang lebih rendah.

Dalam perkembangan tanaman pangan bertani dan bercocok tanam kadang masih dilakukan dengan berpindah-pindah. Lahan yang kurang cocok dan tidak produktif mengakibatkan pendapatan menurun dan menggagalkan produksi pertanian. Potensi yang dapat dikembangkan untuk menanggulangi hal ini salah satunya adalah penerapan budi daya pertanian yang memiliki kearifan lokal. Kegiatan ini menuntut kerja sama dengan penyuluh pertanian dalam rangka mengadopsi inovasi yang ramah lingkungan.

Hasil penerapan ini di lingkungan terdekat sangat menggemblirakan meskipun ada beberapa hal yang salah. Misalnya, beberapa *surveyor* menawarkan upah tinggi kepada pekerja lokal untuk persiapan lahan. Dengan input tenaga kerja yang tinggi, mereka memang memperoleh hasil panen yang mengesankan. Akan tetapi, tidak banyak pembudi daya yang mampu mempekerjakan tenaga kerja sebanyak itu. Hanya hasil insidental yang mendapat tindak lanjut umum, misalnya, saran untuk membiarkan sawah irigasi tetap kering selama satu tahun tanam untuk mengatasi masalah busuk akar pada padi.

Petani juga dikenalkan dengan varietas unggul, seperti tembakau, sayuran, dan kapas. Walaupun demikian, demonstrasi

pupuk kimia dan bajak besi tidak berhasil karena petani tidak mampu membelinya. Rupanya lahan percontohan masih asing dengan teknologi yang dibutuhkan petani. Pada tahun 1910 (bisa dicek dalam buku penggunaan lahan pada tahun tersebut) ada 12 ladang di seluruh Jawa. Rasionya satu per 500.000 ha. dari tanah garapan adat. Impak keseluruhan jelas sangat terbatas. Artinya, tergantung pada bagaimana penggunaan teknologi itu bisa dimanfaatkan secara optimal, baik dari segi teknis maupun nonteknis. Dari segi teknis bagaimana memanfaatkan dan menggunakan, sedangkan secara nonteknis ialah mengondisikan mesin tersebut seraya menyesuaikannya dengan kondisi lingkungan tanah.

1. Pertanian Lokal dan Kondisi Tanah

Ada beberapa asumsi dari hasil penelitian mengenai tanaman lokal bahwa kondisi lahan pertanian sangat menentukan tingkat kualifikasi jenis, lapisan, dan tekstur tanah, terutama pada mdpl tertentu (ketinggian permukaan laut). Direktur departemen pertanian pemerintahan kolonial masa itu bersikeras untuk menunjuk akademisi yang sangat berkualitas, yang dapat memberikan kontribusi studi lapangan pertanian di Indonesia. Dalam konsep ini, akademisi yang dicari adalah mereka yang tidak hanya memiliki reputasi dan rekam jejak, tetapi juga memiliki pengalaman dengan pertanian tropis. Lima penasihat pertanian direkrut sementara dari staf perkebunan. Mereka memulai penelitiannya dengan pengamatan yang sistematis, misalnya, fokus pada pertanian lokal dan kondisi tanah. Mereka juga memberikan nasihat kepada administrator sipil setempat, pejabat adat, dan bagian irigasi, serta ladang percontohan yang diawasi. Meskipun begitu, secara eksplisit mereka diinstruksikan untuk menghindari kontak langsung dengan petani. Tujuannya bukan untuk menghindar, melainkan malah meminta saran dan masukan untuk pengembangan sektor pertanian yang sekarang dikenal dengan penyuluh—memang benar kalau dulu dikatakan mantri tani.

2. Konsumsi Pupuk Dalam Pertanian

Seperti halnya penelitian pertanian, sangat sulit memberikan penilaian singkat tentang dampak berbagai upaya untuk meningkatkan produksi pertanian. Pengembangan dan penyuluhan varietas padi unggul dibahas dalam kaitannya dengan penggunaan pupuk organik yang ramah lingkungan. Mendorong petani untuk menggunakan pupuk dalam pertanian sejalan dengan program penyuluhan padi dan relevan dengan aspek-aspek yang ada pada upaya penyuluhan pertanian. Bagian terakhir bab ini membahas sejauh mana penyuluhan pertanian diarahkan untuk tujuan itu.

Pupuk tidak, serta merta mengacu pada pupuk kimia. Ada zat lain yang dengannya petani dapat menambah atau memulihkan kondisi alami tanah untuk pertumbuhan vegetatif lebih lanjut. Prakondisi utama adalah bahwa zat ini mengandung beberapa dari tiga unsur utama yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman: nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Ketiga zat tersebut dapat ditambahkan ke dalam tanah dengan pelbagai bentuk, seperti kompos sampah rumah tangga, kotoran hewan, dan pupuk kimia.

Pupuk kimia mengandung konsentrasi tinggi dari unsur-unsur penting dalam bentuk yang langsung tersedia untuk tanaman dan karena itu paling efektif. Sementara itu, terkait pupuk organik, ada indikasi bahwa petani di Pulau Jawa meningkatkan penggunaan beberapa tipe pupuk organik, terutama kompos dan kotoran hewan selama abad XIX. Namun, sejauh mana hal ini terjadi masih belum diketahui karena tidak ada statistik agregat tentang penggunaan pupuk. Administrator kolonial yang bertugas di daerah pedesaan melakukan serangkaian uji pupuk di ladang petani selama paruh kedua abad kesembilan belas. Eksperimen ini sering melibatkan penggunaan kompos dan kotoran hewan di sawah irigasi. Sebagian besar pengujian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik memang dapat meningkatkan hasil padi.

Dalam banyak kasus, tes hanya dapat dilakukan jika pengelola menggunakan “tekanan lembut” untuk membujuk petani agar menanami ladang. Segera setelah kewajiban itu dicabut, petani menghentikan pemupukan pada padi beririgasi. Butuh bertahun-

tahun sebelum alasan keengganan ini dipahami. Alasannya berbeda dari satu daerah ke daerah lain, tetapi keseluruhannya berhubungan dengan hewan.

Terdapat empat alasan mengenai hal tersebut. Pertama, hewan peliharaan yang umumnya tidak dipelihara di kandang, tetapi berkeliaran di sekitar kompleks atau digiring di padang rumput komunal. Hal ini membuat pengumpulan kotoran menjadi lebih sulit. Di Eropa kotoran kandang dicampur dengan urin yang mengandung nitrogen. Jelas urin tidak bisa dikumpulkan di paddocks di Indonesia. Kedua, transportasi jarak jauh tidak praktis karena kotorannya banyak. Ketiga, penyimpanan zat itu (kotoran) melelahkan. Zat ini harus disimpan dengan benar. Bahkan, jika memungkinkan disimpan di dalam lubang dengan lapisan kedap air, untuk mencegah nitrogen larut dan meresap ke dalam tanah. Gas amonia akan hilang, kecuali jika digabungkan dalam senyawa dengan menggunakan gipsum. Selain itu, kotoran yang dikumpulkan mudah dihinggapi hama. Hal ini bisa menjadi sarang larva serangga yang menyerang tanaman di sekitar tempat penyimpanan. Keempat, banyak desa memiliki sawah beririgasi, yang merupakan milik bersama, yang secara berkala didistribusikan kembali di antara para pemilik tanah. Hal ini mungkin membuat petani enggan untuk menginvestasikan waktu dan tenaga dalam meningkatkan kualitas tanah ketika kemungkinan keuntungan yang mereka dapatkan tidaklah seberapa—tidak akan dapat menuai keuntungan di kemudian hari yang lebih besar.

BAB V

EKOLOGI DAN KEANEKARAGAMAN TANAMAN



Bab ini akan mengkaji dari beberapa aspek pendekatan, baik dari segi ekologi, keanekaragaman hayati, maupun diversifikasi terhadap beberapa ekosistem sebagai berikut.

A. Pendekatan Ekologi dan Ekosistem

Ilmu-Ilmu alam memiliki perkembangan yang cepat, terus menerus, dan sangat peka terhadap masalah lingkungan sekitar, terutama dalam mengadakan dan memelihara peradaban manusia. Agroekologi merupakan suatu cabang ilmu biologi yang membahas tentang hubungan antara organisme dan lingkungannya. Menurut Odum dan Barrett (1971), ekologi mutakhir adalah suatu studi yang mempelajari struktur dan fungsi. Struktur menunjukkan suatu keadaan dari sistem ekologi pada rentang waktu dan tempat tertentu, termasuk kerapatan, kepadatan, biomassa, penyebaran potensi dan unsur-unsur hara (materi), energi, faktor fisik, dan kimia lainnya yang mencirikan keadaan sistem tersebut. Sementara itu, fungsi menggambarkan hubungan sebab akibat yang terjadi dalam sistem. Adapun tanaman merespons terhadap faktor lingkungan: suhu udara, kelembaban relatif, radiasi matahari, angin.

Ketika perubahan proses fisiologis terjadi, perubahan genetik dalam kromosom juga terjadi. Evolusi berlangsung melalui dua jalur

yang berbeda, yakni mutasi gen dan seleksi alam. Mutasi gen adalah Perubahan struktur dan fungsi gen akibat perubahan lingkungan yang luar biasa dan datangnya tiba-tiba. Seleksi Alam adalah penyelesaian oleh lingkungan, dengan cara biotik dan abiotik. Seleksi alam berlangsung dalam kurun waktu yang lama sehingga perubahan bentuk dan fungsi tanaman berlangsung secara perlahan-lahan.

Ekstensifikasi agroekosistem berdasarkan input teknologi dan pengelolaan dibagi menjadi tiga:

- 1) Agroekosistem tradisional adalah suatu ilmu yang mempelajari cara-cara bercocok tanam dengan menggunakan alat seadanya, seperti cangkul, pisau, dan sabit. Peralatan-peralatan pertanian ini banyak digunakan di daerah yang masih belum tersentuh teknologi yang memadai.
- 2) Agroekosistem konvensional adalah penggunaan alat-alat pertanian yang masih dalam taraf semi-tradisional dan semi-teknologi yang umumnya masih tergantung pada ketersediaan sarana dan prasarana. Ini diakibatkan oleh kondisi ekonomi yang belum mencukupi. Hal ini juga mengakibatkan masyarakat memerlukan bantuan dan kebijakan dari pemerintah.
- 3) Agroekosistem berkelanjutan adalah penggunaan teknologi pertanian dengan cara-cara pertanian yang sudah canggih dengan sarana-prasarana yang memenuhi standar, baik cara tanam, bajak, bibit, produksi, dan cara yang menggunakan teknologi yang lebih tepat lainnya.

Dari uraian ini akan dibahas beberapa sifat dan siklus rekayasa dalam bidang pertanian, khususnya dalam *intensifikasi pertanian*.

1. Intensifikasi Pertanian

- 1) Aplikasi rekayasa genetik untuk memproduksi dan meningkatkan kualitas Rhizobium, ektomikoriza, dan endomikoriza: bioteknologi prospek cerah.
- 2) Revolusi hijau, *chemo* teknologi dalam memberantas biota pengganggu.
- 3) Penggunaan pestisida berlebihan dan timbulnya polusi.

- 4) Siklus biokimia:
- a) siklus karbon dan oksigen,
 - b) siklus nitrogen,
 - c) siklus fosfor, dan
 - d) siklus hidrologi.

Pengembangan intensifikasi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dan dipusatkan di Pulau Jawa. Tujuannya adalah untuk meningkatkan laboratorium rekayasa genetika dan pemuliaan pada tanaman, baik tanaman pangan, biji-bijian, sayuran, maupun buah-buahan. Ke depannya hal ini dapat dikembangkan melalui ekstensifikasi di luar Pulau Jawa sebab lahan di Pulau Jawa makin menyempit, padahal di pulau-pulau lain, seperti Sumatra, Kalimantan, Papua, dan Sulawesi hamparan lahannya masih sangat luas.

Beberapa siklus biokimia ada yang bersifat karbon dan oksigen. Siklus ini dibutuhkan oleh tanaman untuk penguatan sinar matahari dan mengeluarkan karbon dioksida setelah menyerap tanaman. Siklus biokimia pada siklus nitrogen bermanfaat untuk meningkatkan hasil biji yang maksimal pada proses pembuahan, sedangkan pada fosfor kegunaannya untuk memperkuat batang tanaman. Adapun manfaat siklus biokimia pada siklus hidrologi adalah pemanfaatan peran air sebagai media perakaran dan pembentukan batang dan buah.

B. Penghematan Energi Dalam Penggunaan Fiksasi Nitrogen

Bioteknologi pada fiksasi nitrogen al. Tahap pertama, penggandaan jumlah sel di zona perakaran. Tahap kedua, leghemoglobin dan nitrogenase mengikat nitrogen di zona perakaran. Salah satunya ialah paku air (*Azolla sp*) yang menjadi sebagai sumber nitrogen alam. Dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia tanpa mengganggu dan merusak lingkungan, kita dapat mengembangkan energi masukan yang cukup besar yang merupakan teknologi masa depan. *Azolla sp* merupakan alternatif untuk menyumbangkan

nitrogen secara alami. *Azolla sp* bisa digunakan sebagai pengganti pupuk pada padi.

Selanjutnya, hal yang diperlukan dalam penggunaan fiksasi nitrogen adalah fungsi perakaran. Proses mikoriza (cendawan yang bersimbiosis dengan tumbuhan) akan tampak apabila peran dari penghematan energi dapat berfungsi sebagai pemberi nutrisi pada tanaman. Tahapan penggunaan nitrogenase sangat penting sebagai penstimulus tanaman sehingga tanaman akan terbentuk sesuai dengan keinginan kita, terutama pada zona perakaran.

Jenis-jenis yang termasuk *azolla* adalah sebagai berikut:

- 1) *Azolla filiculoides*.
- 2) *Azolla caroliniana*.
- 3) *Azolla mexicana*. dan
- 4) *Azolla microphylla*.

1. Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

- 1) Aspek fisik: tanaman memerlukan keseimbangan antarekosistem yang dapat memberikan penampilan fisik supaya dapat berkembang lebih cepat. Tanaman yang mengalami kerusakan pada fisiologi dan morfologi dapat menimbulkan perkembangan yang lambat.
- 2) Radiasi kalor: beberapa insulasi pada suatu tempat di permukaan bumi pada suatu lintang, kejernihan atmosfer, dan konstanta Matahari.
- 3) Aspek fisiologis: hubungan suhu dengan pertumbuhan tanaman. Pengaruh suhu minimum dapat dijelaskan sebagai berikut.

a) Pertumbuhan:

tanaman pada tingkat pertumbuhan yang mengalami kelayuan akibat adanya reaksi gelap dan terang. Reaksi terang sering dikenal dengan reaksi fotosintesis yang menyerap sinar matahari pada siang hari (O_2) dengan membuka stomata,

sedangkan reaksi gelap pada malam hari mengeluarkan karbon dioksida (CO₂).

b) Pembelahan sel:

cara mempercepat pembelahan sel adalah dengan mengalirkan xilem dan floem. Artinya, jika tanaman cepat mengalami pembentukan bunga dan buah, pembelahan tersebut dapat diangkut melalui sistem yang dinamakan xilem ke floem.

c) Fotosintesis:

reaksi pada sinar matahari, yaitu zat hijau daun yang dapat bereaksi secara cepat ketika mulai dari jam 9 sampai dengan panjang gelombang jam 14.00. Hal ini sangat penting bagi tanaman, misalnya padi yang sangat membutuhkan sinar matahari dalam pertumbuhannya.

d) Respirasi:

pada tanaman dibutuhkan suatu proses yang dinamakan dengan respirasi. Respirasi berarti 'pernapasan pada tanaman'. Dengan demikian, ada keterkaitan fungsi fotosintesis, pembelahan sel, dan respirasi.

e) Peningkatan suhu bumi dan dampak El Nino:

- (1) El Nino adalah arus laut atau angin yang secara berkala bertiup 5 atau 10 tahun. Biasanya terdapat dekat pantai barat sampai tengah AS dengan arus yang melebihi suhu sekitarnya.
- (2) La Nina adalah gejala iklim yang berkala dan beruntun sebab adanya El Nino.
- (3) Pengalihan Hujan.

Ada beberapa penjelasan mengenai El Nino, salah satunya, adalah mengenai panjangnya kemarau yang tidak menentu. Contohnya, panas terik matahari yang kita rasakan dan yang membuat tanaman tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Sebaliknya, La Nina adalah kondisi iklim turun hujan yang tidak menentu dan tidak menghasilkan buah dan biji. Gambar 5.1 menjelaskan bahwa tanah dengan ketinggian permukaan laut 1200 (dpl) dengan curah hujan yang stabil memberikan dampak positif.



Sumber: Zainol Arifin (2023)

Gambar 5.1 Kondisi Lahan Pertanian

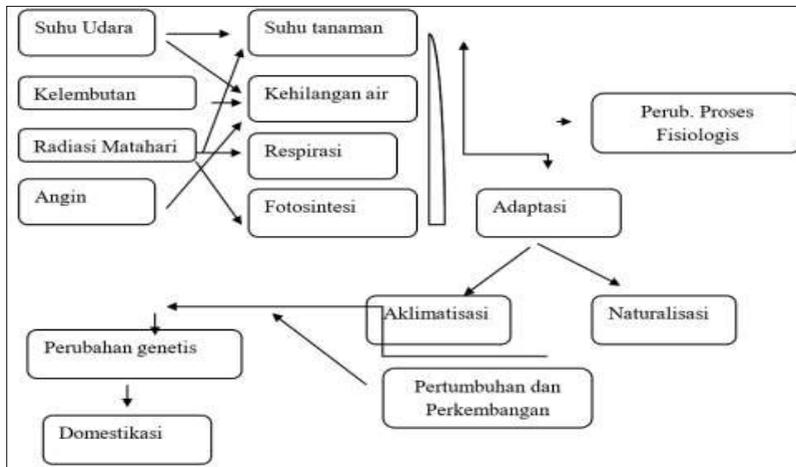
Berdasarkan Gambar 5.1, lahan yang tidak efektif dan efisien disebabkan konsep *feedback* terhadap kondisi lingkungan yang kurang baik. Secara ekologi tanaman mengandung dua pengertian, yaitu (1) ekologi sebagai timbal baliknya ilmu dan (2) tanaman sebagai objek. Tanaman dan tumbuhan dapat dibedakan sebagai berikut.

- 1) Tanaman adalah tumbuhan yang dibudidayakan untuk tujuan tertentu sehingga hasilnya dijadikan sebagai bahan pemenuhan kebutuhan yang hasilnya memiliki nilai ekonomi dan estetika.
- 2) Tumbuhan adalah semua vegetasi, semua tanaman juga termasuk tumbuhan, akan tetapi tidak semua vegetasi tergolong tanaman.

Ekologi tanaman adalah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara tanaman dan lingkungannya. Dalam hal ini, hubungan antara tanaman dan tanaman itu sendiri, serta tanaman dan lingkungannya. Tanaman tidak dapat berdiri sebagai individu atau sebuah kelompok tanaman yang terisolasi. Semua tanaman berinteraksi, baik dengan tanaman sesama jenis, tanaman lain, maupun lingkungan abiotik. Dengan begitu, berbagai faktor lingkungan akan memengaruhi kehidupan lingkungan yang spesifik untuk setiap jenisnya.

2. Pengaruh Lingkungan

Seperti yang diuraikan sebelumnya bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman sangat dipengaruhi oleh lingkungannya. Faktor-faktor lingkungan akan memengaruhi fisiologis tanaman. Respons tanaman (stimulus) sebagai akibat faktor lingkungan akan terlihat pada penampilan tanaman. Contohnya adalah vegetasi hutan bakau yang tumbuh di pantai berlumpur. Bakau mempunyai akar napas. Begitu pula tumbuhan yang tumbuh pada ekosistem rawa, mempunyai akar napas. Ini semua ada maksud dan makna yang terkandung di dalamnya, yakni bahwa tumbuhan itu juga menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Kita bisa melihat bahwa tumbuhan saling memengaruhi, termasuk terhadap lingkungannya. Pengaruh ini juga menyebar ke vegetasi yang tumbuh di sekitar ekosistem tersebut, yang juga spesifik atau tertentu. Oleh karena itu, hanya tumbuhan yang sesuai dan cocok saja yang dapat hidup berdampingan.



Keterangan: Perubahan fungsi tanaman akibat faktor-faktor lingkungan dalam jangka waktu tertentu (faktor lingkungan akan memengaruhi fungsi fisiologis tanaman)
Foto: Jumin dan Nito (1996)

Gambar 5.2 Pengaruh Lingkungan Pada Tumbuhan

Tumbuhan mempunyai sifat menolak terhadap tumbuhan yang tidak disukainya. Jika suatu tumbuhan tidak menyukai tumbuhan lain, ia akan mengeluarkan semacam zat kimia yang dapat bersifat racun bagi jenis tertentu—zat ini disebut alel. Pengaruh jenis tumbuhan terhadap jenis tertentu ini disebut dengan “sifat alelopati”.

Proses interaksi antara tanaman dan lingkungan saling berpengaruh. Artinya, hubungan keduanya ada yang diuntungkan, ada pula yang dirugikan. Walaupun demikian, ada juga hubungan yang satu untung yang lain tidak ataupun tidak memberikan pengaruh apa-apa. Ada sembilan bentuk interaksi sesama tanaman, yaitu

- 1) protokoperasi,
- 2) komensalisme,
- 3) amensalisme,
- 4) mutualisme,
- 5) predasi,
- 6) kompetisi,
- 7) interaksi antarspesies,
- 8) genetika, dan
- 9) pelestarian lingkungan.

Bentuk interaksi ini perlu dipelajari karena akan memengaruhi aspek genetika dan pelestarian lingkungan.

a) Fotoperiodisma

Lamanya periode penyinaran matahari dapat memberikan tanggapan tertentu yang memengaruhi kegiatan fisiologis tanaman. Tanggapan tersebut dinamakan fotoperiodisme. Fotoperiodisme adalah respons tanaman terhadap lama penyinaran matahari dan lama gelap atau panjang hari relatif. Tanaman berhari panjang menunjukkan bahwa tanaman tersebut akan lebih cepat berbunga apabila panjang hari lebih panjang dari panjang minimum, yaitu tanaman yang bermalam pendek. Dengan demikian, pembungaan dapat dirangsang dengan kombinasi suhu dan panjang hari. Misalnya, tanaman mendapatkan perlakuan penyinaran dalam waktu tertentu pada malam hari.

Tanaman berhari pendek adalah golongan tanaman yang baru akan berbunga jika panjang hari kurang dari panjang hari maksimum antara 12–14 jam (nilai kritis). Apabila panjang hari melewati nilai kritis, ia akan merangsang pertumbuhan vegetatif. Contohnya padi, tebu, kopi, dan sayur yang banyak diusahakan pada daerah tropis. Tanaman netral, yaitu tanaman yang tidak dipengaruhi oleh fotoperiodisme, adalah jenis tanaman yang dapat berbunga secara terus menerus, misalnya bunga Soka (*Ixora sp.*). Tanaman di daerah tropis pada umumnya adalah tanaman berhari netral.

Tabel 5.1 Panjang siang dan malam di berbagai tempat dalam jam dan menit.

Tempat- Tempat PadaDaerah Lintang Utara	Tanggal 22 Desember (winter)		Tanggal 21 Juni (winter)	
	Lamanya siang	Lamanya malam	Lamanya siang	Lamanya malam
0" (equator)	12 j. 07 m	11 j. 53 m	12 j.,07 m	11 j.53 m
10' L.U	11.33	12.27	12.43	11.17
30' L.U	10.13	13.47	14.05	9.55
40" L.U	9.20	14.40	15.01	8.59
50" L.U	8.05	15.55	16.22	7.38
55" L.U	7.13	16.47	17.23	6.37
50: L.U	5.52	18.08	18.52	5.08

Sumber: Jumin dan Nito (1996)

Dari Tabel 5.1 diketahui bahwa pada tempat yang sama, misalnya, pada lintang 60" LU, hari yang terpanjang adalah pada musim panas dan hari yang terpendek adalah musim dingin. Oleh karena itu, lamanya periode penyinaran matahari (fotoperiodisme) dapat memengaruhi lamanya fase-fase suatu perkembangan tanaman dengan bahan genetik tertentu. Fase-fase perkembangan tanaman yang dapat dipengaruhi oleh fotoperiodisme, antara lain, perkecambahan, vegetatif, dan fase berbunga (reproduktif).

b) Kebutuhan Air Tanaman

Kekurangan air pada tanaman disebabkan oleh:

- 1) kekurangan persediaan air di daerah perakaran,
- 2) kelebihan kebutuhan air oleh daun karena laju “evapotranspirasi” melebihi laju absorpsi air oleh akar tanaman walaupun keadaan air cukup (jenuh). Transpirasi adalah hilangnya uap air dari permukaan tumbuhan—berkeringat. Evatranspirasi adalah gabungan evaporasi dan transpirasi tumbuhan yang hidup dipermukaan bumi. Air yang diuapkan oleh tanaman dilepas ke atmosfer.

c) Hubungan Sesama Tanaman

Dalam usaha mengomposisikan jenis-jenis tanaman, misalnya, untuk kepentingan budi daya, perlu diketahui bahwa hubungan sesama tanaman itu tidak selalu memberikan nilai ekonomis. Bahkan, ada pula jenis tanaman tertentu yang memerlukan bantuan tanaman tertentu pula, contohnya untuk perlindungan. Berbagai jenis metabolit yang dihasilkan tumbuh-tumbuhan belum banyak diketahui kegunaannya. Diduga pula bahwa tumbuh-tumbuhan dapat mengeluarkan dan menghasilkan zat-zat kimia yang dapat merangsang, serta meracuni jenis tumbuhan lain, bahkan meracuni jenis tanaman itu sendiri.

Senyawa-senyawa ini dapat meracuni biji-bijian tanaman yang ada di sekitarnya, malahan meracuni perkembangan tanaman. Tingginya konsentrasi senyawa kimia tersebut, dalam hubungan sesama tumbuhan, diduga disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut,

- 1) Adanya kompetisi karena kurangnya sumber energi atau sumber daya, seperti sinar matahari, unsur hara, ataupun air. Kompetisi ini disebut “alelopoli”.
- 2) Tumbuhan tertentu apakah masih hidup ataupun sudah mati akan menghasilkan senyawa kimia yang dapat memengaruhi tumbuhan lain, yang tertentu pula. Senyawa kimia ini disebut alelopati.

- 3) Adanya pengaruh terhadap faktor fisik ataupun yang terjadi secara biologis di lingkungan. Pengaruh ini dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan jenis-jenis tumbuhan yang bertindak sebagai tuan rumah atau inang. Misalnya, jenis tumbuhan tertentu menjadi habitat serangga, tetapi serangga tersebut mencari makan atau memakan tumbuhan lain dalam komunitasnya. Gangguan semacam ini disebut alelomediasi.

d) Alelopati

Terdapat dua bentuk alelopati yang ada di alam, yaitu (1) *alelopati yang sebenarnya* (yang merupakan senyawa beracun dari tumbuhan ke lingkungan sekitarnya dalam bentuk senyawa asli yang dilepaskannya) dan (2) *alelopati yang fungsional* (senyawa kimia yang dilepaskan, kemudian senyawa tersebut telah mengalami imodifikasi oleh mikroba tanah).

Semua jaringan tumbuh-tumbuhan mempunyai potensi untuk menghasilkan senyawa-senyawa alelopati apakah itu akar, rizoma, batang dan daun, bunga, ataupun buah, serta biji. Senyawa alelopati ini dapat dilepaskan dari jaringan tumbuhan dengan berbagai cara. Misalnya, melalui penguapan, eksudat akar, hingga pencucian dan pembusukan bagian-bagian organ yang membusuk.

Alelopati yang dikeluarkan melalui penguapan, misalnya, dirilis oleh beberapa jenis tumbuhan yang berasal dari daerah-daerah gersang dan kering, seperti artemisia, eukaliptus, dan salvia. Senyawa kimia ini dapat melakukan reaksi melalui penguapan yang akan diserap oleh tumbuhan lain di sekitarnya dalam bentuk uap ataupun embun dan dapat masuk ke dalam tanah untuk kemudian diserap oleh akar.

Alelopati yang dikeluarkan melalui pencucian adalah asam-asam organik, gula, asam-asam amino, pektat, giberelin, terpenoid, dan fenol. Sebagai contoh, hasil pencucian daun tanaman *Chrysanthemum sp* sangat beracun sehingga tidak ada jenis tumbuhan lainnya yang dapat hidup di sekitar tumbuhan tersebut. Tambahan pula, produksi tanaman rami (*Linum utissasimum L.*) akan sangat menurun jika di sekitarnya tumbuh jenis *camelina alyssum*. Hasil cucian daun alang-alang akan memengaruhi pertumbuhan jagung

dan mentimun, sedangkan alang-alang yang berakar merah akan menghambat pertumbuhan tomat. Hasil pencucian daun dan umbi teki dapat menghambat pertumbuhan kedelai dan jagung. Senyawa alelopati berpengaruh terhadap beberapa hal berikut:

- 1) penyerapan hara,
- 2) menghambat pembelahan sel,
- 3) menghambat pertumbuhan,
- 4) menghambat aktivitas fotosintesis,
- 5) memengaruhi respirasi,
- 6) memengaruhi sintesis protein,
- 7) memengaruhi ketegangan membran,
- 8) menghambat aktivitas enzim,
- 9) memengaruhi suksesi pertumbuhan,
- 10) menghambat fiksasi nitrogen dan nitrifikasi,
- 11) menghambat pola penyebaran tumbuhan, dan
- 12) menghambat pembusukan biji dan perkecambahan.

C. Organisme Pengganggu Tanaman

Jenis organisme pengganggu tanaman (hama dan penyakit) yang menyerang pertanaman talas, antara lain, hama, ulat lundi, penyakit bercak daun, dan penyakit kering pada daun, serta hawar. Perkembangan tanaman talas bentul yang banyak mengalami gangguan terhadap penyakit, biasanya terjadi pada bercak daun, yang lama-kelamaan bisa merusak tangkainya sehingga menjadi busuk. Selanjutnya, talas tidak akan menjadi umbi. Hal ini kalau segera tidak teratasi akan mengakibatkan proses pembesaran umbi sulit dihindari, bahkan justru ukuran umbi mengecil.

Adapun cara mengatasinya ialah dengan menyemprotkan pestisida ke daun pada siang hari supaya binatang atau virus yang menjadi sumber kerusakan segera hilang dan kemungkinan tanaman untuk pulih makin besar. Beberapa langkah yang dapat dikendalikan dengan cara-cara yang sudah petani lakukan adalah sebagai berikut.

1. Hama

Kebanyakan jenis hama yang menyerang pertanaman talas bentul adalah ulat/lundi yang merusak perakaran atau kulit dari umbi talas. Tanaman yang terserang ulat/lundi tersebut memperlihatkan gejala seperti layu daun. Pengendalian hama ulat ini biasanya dilakukan secara mekanis yaitu dengan mencari dan memusnahkan ulat/lundi tersebut. Pencarian ulat/lundi dilakukan pada saat dilaksanakannya kegiatan pembumbunan.

2. Penyakit

Tanaman talas yang sering kali menderita gangguan penyakit adalah pada pertanaman yang diusahakan di lahan-lahan yang becek, sedangkan pada lahan yang kering umumnya hampir tidak pernah ditemukan adanya gangguan penyakit. Jenis penyakit yang biasa menyerang pertanaman talas adalah penyakit bercak daun, penyakit kering pada daun.

1) Penyakit bercak daun

Pada permukaan bagian atas daun yang terserang penyakit ini kelihatan adanya bercak-bercak berwarna merah cokelat. Bercak-bercak ini pada awalnya hanya berupa titik ungu yang kadang-kadang berbentuk menyerupai garis cincin berwarna kuning. Titik yang berwarna kuning tersebut makin lama, makin melebar dan mengeluarkan cairan kental. Akhirnya, daun menjadi kering dan tampak seperti disobek-sobek. Cara pengendaliannya adalah dengan membuang bagian daun yang terserang, kemudian dibakar. Selain itu, cara lainnya dapat juga dilakukan secara kimiawi dengan menggunakan fungisida.

2) Penyakit kering pada daun

Pada permukaan bagian atas atau tepi daun yang terserang mula-mula tampak bintik-bintik berwarna cokelat muda. Kemudian, bintik-bintik tersebut berubah menjadi bercak-bercak (tanpa dikelilingi semacam cincin sebagaimana yang terjadi pada serangan penyakit bercak daun). Lama-kelamaan bercak akan makin melebar. Bercak-bercak yang letaknya berdekatan akan menyatu dan akhirnya daun menjadi

kering. Jika serangan dimulai dari tepi daun, tepi daun tersebut akan tampak terlipat ke atas.

Serangan kedua jenis penyakit tersebut dapat menyebabkan terhalangnya pembentukan umbi talas sehingga jenis umbi-umbi yang diperoleh menjadi kecil-kecil dan produksi umbi ataupun daunnya akan menurun. Cara pengendalian kedua penyakit ini dapat dilakukan dengan pemberantasan langsung, misalnya penyemprotan fungisida, pemusnahan tanaman yang terserang penyakit, dan tidak menanam talas untuk jangka waktu tertentu sekurang-kurangnya satu musim. Pemberantasan juga dapat dilakukan secara tidak langsung, yaitu dengan memusnahkan dedaunan tanaman yang terserang penyakit atau dengan menanam jenis talas yang tahan terhadap serangan penyakit tersebut.

3. Panen

Umbi talas mulai dapat dipanen setelah tanaman berumur dari 6–9 bulan yang ditandai dengan mengeringnya daun. Proses pemanenan talas pada umumnya dilakukan dengan acara memangkas atau mengupas daun dan menyisakan pelepahnya sepanjang 30 cm. Kemudian, tanaman dibongkar dengan cara menggali tanah di sekitarnya. Pembongkaran tanah harus dilakukan secara hati-hati agar umbi tidak terluka karena jika terluka dapat mempercepat kerusakan pada saat umbi dalam penyimpanan.

Sementara itu, cara panen talas belitung dilakukan tanpa membongkar pohonnya. Caranya adalah dengan menggali tanah di sekitar tanaman dan melepaskan umbi anak dari induknya. Selanjutnya, tanaman ditimbun lagi untuk kembali tumbuh setelah 3–4 bulan. Panen pada talas belitung ini tidak bermusim. Apabila karena sesuatu hal tanaman talas yang sudah saatnya dipanen ternyata belum dapat dipanen, panen dapat ditunda dengan cara membiarkan umbi tetap di pertanaman. Namun, seluruh pelepah daun tanaman yang belum akan dipanen mesti dipotong. Tanaman talas yang dibiarkan di tempat seperti ini tanpa dibongkar, hanya dipotong pelepah daunnya saja, dapat tahan sampai musim tanam berikutnya tanpa merusak umbi. Cara penyimpanan dengan membiarkan umbi

tetap berada di pertanaman seperti ini harus dilakukan secara hati-hati dan dengan penuh perhitungan karena apabila umbi disimpan terlalu lama, ia dapat tumbuh menjadi tanaman baru sehingga kualitasnya akan menurun, baik kandungan gizinya maupun rasa umbinya.

Hasil rata-rata per hektare dari talas bogor yang dipanen pada saat tanaman berumur sekitar 68 bulan mencapai kurang lebih 57 ton umbi basah, sedangkan jika dipanen sekitar umur 910 bulan hasilnya dapat mencapai 810 ton umbi basah. Adapun umbi sente dan kimpul dengan umur panen antara 4 dan 5 bulan hasil yang diperoleh adalah antara 4 dan 5 ton umbi basah per hektare.

Tanaman talas tidak menuntut syarat tumbuh yang khusus. Tanaman ini dapat tumbuh di berbagai jenis tanah dengan berbagai kondisi lahan, baik lahan becek (talas bogor) maupun lahan kering, seperti tadah hujan (Eyasu et al., 2017). Tanah yang memiliki kandungan humus dan air yang cukup dengan pH sekitar 5,5–5,6 sangat cocok untuk budi daya tanaman talas. Tanaman talas dapat tumbuh pada ketinggian maksimal dari 250 hingga 1.100 meter dpl. Talas juga dapat ditanam di berbagai kondisi curah hujan. Namun, pertumbuhan tanaman akan lebih baik lagi apabila ditanam di tempat-tempat yang hampir selalu dalam keadaan lembab dengan curah hujan rata-rata 1.000 mm per tahun. Suhu maksimal untuk pertumbuhan tanaman talas adalah dari 21 hingga 27°C.

Terdapat beberapa hal yang sangat penting untuk diperhatikan saat menanam talas salah satunya ialah tanaman ini harus mendapat penyinaran matahari secara penuh selama pertumbuhannya (Sama et al., 2012). Oleh karena itu, tanaman talas ditanam di tempat-tempat yang terbuka karena jika ditanam pada tempat yang terlindung dari matahari, tanaman talas bentul tidak akan tumbuh dengan baik dan produksinya tidak akan mencapai tingkatan optimal. Penyinaran matahari secara penuh, minimum 11 jam per hari, adalah sangat baik untuk pertumbuhan tanaman talas.

Perbanyakan yang umum dilakukan petani adalah secara vegetatif, yaitu menggunakan bibit yang berasal dari anakan-anakan yang tumbuh di sekitar umbi pokok (Sama et al., 2012). Perbanyakan

secara vegetatif juga dapat dilakukan dengan menggunakan sulur atau pangkal umbi yang berada di bawah pelepah daun dengan cara mengikutsertakan sebagian tangkai daunnya. Apabila bibit tanaman yang akan digunakan berasal dari anakan atau sulur, setelah anakan/sulur tersebut dipisahkan dari umbi induknya jangan langsung ditanam, tetapi ditanam di persemaian terlebih dahulu dengan jarak tanam yang agak rapat. Kemudian, bibit pada persemaian dirawat seperlunya sampai umbinya mulai terbentuk. Jika bibit di persemaian akan dipindahkan, bibit tersebut digali dan sebagian akarnya dibuang dan daunnya dipotong, kecuali daun termuda yang masih kuncup. Bagian bawah umbi dipotong dengan menyisakan bagian umbinya yang berada di pangkal batang berikut akar-akarnya. Umbi yang baik untuk digunakan sebagai bibit adalah yang berukuran besar dengan diameter kurang lebih 6,5 cm karena umbi yang berukuran besar seperti itu akan lebih cepat tumbuh dan tanaman akan menghasilkan umbi, daun, ataupun anakan yang lebih banyak dan lebih besar.

Di samping dengan cara seperti itu, perbanyak tanaman juga dapat dilakukan dengan menggunakan umbi yang dipotong-potong menjadi bagian yang tipis-tipis. Ukuran setiap irisan sekitar 75 dan 150 gram dan minimum terdapat satu mata tunas. Irisan umbi tersebut biasanya tidak langsung ditanam sebab irisan bagian dalam (daging umbi) masih basah sehingga kemungkinan busuk sangat besar apabila langsung ditanam. Untuk menghindari hal tersebut, setelah dipotong-potong umbi lantas diangin-anginkan agar bagian dalam dari irisan menjadi kering. Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan cara melapisi bagian dalam irisan dengan abu. Sebaiknya bibit yang mengalami proses tersebut tidak langsung ditanam, tetapi disemaikan terlebih dahulu pada media pasir atau tanah yang baik. Pindahkan ke lapangan, untuk dilakukan penanaman, adalah setelah bibit di persemaian berdaun 2 dan 3 helai. Pertanaman yang bibitnya berasal dari persemaian biasanya pertumbuhannya lebih seragam sebab umumnya memiliki daya tumbuh yang sama (Sama et al., 2012).

Pengolahan tanah umbi sama seperti pengolahan tanah pada palawija lainnya, yaitu tanah dibajak atau dicangkul sampai gembur

dan dibersihkan dari sisa-sisa tanaman ataupun rumput. Selanjutnya, ada 10 bedeng yang dibuat dengan lebar 120–150 cm dan panjang yang sesuai dengan keadaan di lapangan. Tinggi bedeng 25–30 cm dan jarak antarbedeng 30–50 cm. Di samping itu, ada 10 gulud yang disiapkan yang berfungsi sebagai saluran pemasukan ataupun pengeluaran air. Tanaman talas bogor dapat diusahakan/ditanam di lahan sawah pada musim kemarau, di pekarangan dan tegalan, di pematang-pematang sawah/galengan, di pinggir kolam, serta tepi selokan.

Jika penanaman dilakukan di lahan sawah, pekarangan, atau tegalan, lahan tersebut perlu diolah terlebih dahulu sebaik mungkin dengan cara membajak atau mencangkul. Selanjutnya, tanah dihaluskan lagi dengan pencangkulan kedua yang dilakukan sambil membuat saluran pembuangan air sepanjang tepi lahan/petakan dan dengan memotong bagian tengah lahan guna memudahkan pembuangan air yang berlebihan agar kondisi lahan tetap kering (Eyasu et al., 2017).

Saat bertanam talas yang tepat di lahan pekarangan, tegalan, atau hampan lahan adalah pada musim hujan. Air yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman akan selalu tercukupi. Jika musim kemarau datang, penanaman bisa dilakukan di sawah. Namun, pada daerah-daerah yang mempunyai curah hujan yang hampir merata sepanjang tahun, penanaman talas dapat dilakukan setiap saat.

Jika pengolahan dan pembajakan tanah untuk menanam talas telah selesai, kegiatan yang harus dilakukan berikutnya adalah membuat lubang-lubang tanam dengan ukuran kurang lebih 40 x 40 x 40 cm yang digunakan sebagai tempat penanaman bibit. Isilah lubang tanam dengan pupuk kandang atau kompos yang sudah matang, kemudian diaduk dengan tanah melebihi permukaan guludan/bedengan. Jarak antara lubang yang satu dengan yang lainnya disesuaikan berdasarkan jenis/varietas talas yang akan ditanam. Ukuran jarak tanam yang baik untuk mendapatkan hasil maksimal adalah sekitar 30 x 30 cm atau sekitar 10–11 tanaman untuk setiap meter persegi. Namun, jarak tanam yang dilakukan dapat disesuaikan dengan jenis/varietas yang digunakan sehingga

jarak tanam dapat bervariasi misalnya 100 x 50 cm, 75 x 75 cm, dan 100 x 25 cm. Setelah bibit ditanam, lubang tanaman lantas ditutup kembali dengan tanah. Usahakan, agar bibit yang akan ditanam pada suatu area lahan tertentu, ukurannya seragam supaya pertumbuhan tanaman menjadi serempak dan dapat panen secara bersamaan.

Pemberian pupuk organik biasanya berupa kompos atau pupuk kandang sebanyak satu kaleng (wadah seperti ukuran timba). Umumnya petani mengambilnya dengan tangan— ukuran kecil seperti ukuran tangan anak kecil—sehingga takaran jumlah pupuknya tidak terlalu besar dan sesuai dengan lubang tanaman. Cara ini sangat dianjurkan pada tanaman talas, apalagi jika kondisi tanahnya padat dan keras karena jenis pupuk tersebut dapat berfungsi untuk memperbaiki sifat-sifat fisik tanah.

Pupuk organik yang sudah matang diberikan pada saat pengolahan tanah atau pada lubang tanaman. Pada umumnya petani belum terbiasa menggunakan pupuk anorganik buatan pabrik dalam membudidayakan tanaman talas, padahal pemberian pupuk anorganik dapat memberikan peningkatan hasil secara mencolok. Jenis pupuk anorganik yang dianjurkan adalah urea, SP36, dan KCl masing-masing dengan dosis 100 kg/hektare.

Sebagian pupuk anorganik diberikan pada waktu tanam dan bagian lainnya pada saat tanaman berumur 3–4 bulan. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara ditugal sedalam 5 cm pada jarak 5 cm dari pangkal tanaman. Manfaat pupuk anorganik (yang mengandung unsur nitrogen (N) pupuk urea, dan fosfor (P) seperti pupuk SP36, serta kalium seperti pupuk KCl) untuk pertanaman talas dapat dijelaskan sebagai berikut: nitrogen (N) umumnya tanaman talas responsif terhadap pemupukan N, baik pada pertanaman di lahan tegalan maupun sawah. Sementara itu, fosfor (P) sebagai penambahan unsur P diperlukan, terutama pada tanah yang kekurangan P karena penambahan unsur P ini akan menstimulasi pertumbuhan anakan.

D. Karakteristik Lahan

Keunikan tanaman talas bentul adalah kemampuannya untuk tumbuh di daerah yang sedikit panas dengan tanah yang berpasir.

Talas bentul biasanya ada pada dataran tinggi, yakni daerah pegunungan. Talas bentul dapat menyerap unsur hara tanaman pada jenis tanah aluvial dan endapan pada lahan yang habis ditanami padi, terutama padi yang menggunakan irigasi tadah hujan setiap tahunnya. Salah satu cara peningkatan kualitas tanaman talas bentul ini biasanya mencakup penyediaan bibit yang berkualitas dan bebas dari hama penyakit, terutama pada bagian yang luka dan tidak bisa digunakan lagi. Karakteristik bibit talas bentul yang secara fisik memenuhi kelayakan 8 cm (diameter penggunaan bibit talas bentul), tidak ada yang luka, cukup waktu panen, dan cara penyimpanan yang aman, serta tidak cepat membusuk.

1. Kondisi Lahan Pertanian

Tanah merupakan salah satu komponen dasar dalam meningkatkan produktivitas tanaman. Pemahaman mengenai karakteristik tanah sangat diperlukan sebagai dasar dalam menentukan tindakan kultur teknis yang akan dilakukan dalam rangka menjamin kesinambungan produktivitas lahan. Pertumbuhan tanaman tidak hanya tergantung pada tersedianya unsur hara saja yang memang mesti cukup dan seimbang. Akan tetapi, ia juga harus ditunjang dengan keadaan sifat fisik dan kimia tanah yang baik. Pentingnya sifat-sifat fisik dan kimia tanah yang baik dalam menunjang pertumbuhan tanaman sering tidak disadari karena kesuburan tanah selalu dititikberatkan hanya pada kesuburan kimia saja.

Tanah dikatakan subur apabila fase padat mengandung cukup unsur hara, air, serta udara bagi pertumbuhan tanaman. Jika ruang-ruang pori yang terdapat di antara partikel-partikel padat menyebar sedemikian rupa sehingga dapat menyediakan air yang cukup untuk pertumbuhan tanaman dan pada waktu yang bersamaan memungkinkan aerasi yang cukup pada air, tanah itu dinilai mempunyai hubungan air dan udara yang cocok. Banyaknya unsur hara di dalam tanah tidak menjamin tanaman dapat tumbuh dengan baik dan berproduksi tinggi. Sebenarnya, ini tergantung juga

dari hubungan air dan udara yang memungkinkan tanaman untuk dapat mempergunakan unsur hara yang tersedia secara efisien. Sifat fisik tanah dapat digambarkan dengan tekstur tanah, sedangkan sifat kimia tanah dapat digambarkan dengan nilai pH, kapasitas tukar kation (KTK), dan unsur-unsur hara yang ada di dalam tanah.

2. Tekstur Tanah

Tekstur tanah adalah perbandingan relatif dalam persen (%) antara fraksi-fraksi pasir, debu, dan liat. Tekstur erat hubungannya dengan plastisitas, permeabilitas, keras dan kemudahan, serta kesuburan dan produktivitas tanah pada daerah geografis tertentu. Tekstur tanah dikatakan baik apabila komposisi antara pasir, debu, dan liatnya hampir seimbang. Tanah seperti ini disebut tanah lempung. Makin halus butir-butir tanah, makin kuat tanah tersebut memegang air dan unsur hara. Tanah yang kandungan liatnya terlalu tinggi akan sulit diolah. Apabila basah, tanah tersebut akan menjadi lengket. Tanah jenis ini akan sulit melewatkan air sehingga apabila tanahnya datar akan cenderung tergenang dan pada tanah berlereng erosinya akan tinggi.

Tanah dengan butir-butir yang bersifat terlalu kasar tidak dapat menahan air dan unsur hara. Tekstur tanah Kabupaten Pamekasan mempunyai tekstur kasar (50%), tekstur halus (40%), dan tekstur sedang (10%). Tekstur tanah yang kasar atau keras meliputi pasir berlempung. Tekstur halus meliputi liat dan lempung berliat. Tekstur sedang meliputi lempung dan lempung berpasir (Schutter, 2010). Kabupaten Pamekasan sebagian besar bertekstur kasar. Tanah dengan butir-butir yang terlalu kasar tidak dapat menahan air dan unsur hara oleh karena itu aplikasi pemupukan pada komoditas tanaman talas harus tepat waktu. Artinya, pupuk harus diaplikasikan pada waktu yang tepat ketika tanaman talas membutuhkannya.

3. Reaksi Tanah (pH)

Reaksi tanah menunjukkan sifat keasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Makin tinggi kadar

ion H^+ di dalam tanah, makin asam tanah tersebut (pH 5,5–4,5). Hal ini berbanding terbalik dengan ion OH^- di dalam tanah. Pada tanah alkalis kandungan OH^- lebih banyak dari H^+ (pH > 8,5). Jika kandungan ion H^+ sama dengan OH^- , tanah bereaksi netral yaitu mempunyai pH 6,6–7,5. Pengukuran pH tanah dapat menjelaskan kondisi yang ada di dalam tanah, khususnya yang berhubungan dengan unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman dan memengaruhi kehidupan mikroorganisme di dalamnya. Selain itu, pengukuran pH juga bisa menjelaskan kondisi tanah terkait unsur-unsur beracun bagi tanaman yang ada di dalam tanah.

Kabupaten Pamekasan mempunyai pH 5,6–7,8 (Arifin, 2015). Pamekasan mempunyai pH netral. Dengan demikian, Kabupaten Pamekasan tidak memiliki masalah dengan pH karena pada pH kurang dari 5,5 Al berada dalam bentuk Al^{3+} . Al atau aluminium hampir selalu digunakan dalam bentuk paduan yang secara signifikan meningkatkan sifat mekaniknya, terutama setelah proses pengerjaan panas. Dalam bentuk tersebut, Al mempunyai kemampuan yang tinggi untuk mengikat anion-anion, misalnya P. Akibatnya, ketersediaan anion yang diikat menjadi terbatas.

Pada umumnya unsur hara mudah diserap akar tanaman di tanah dengan kadar pH yang netral. Di dalam tanah berkadar netral tersebut kebanyakan unsur hara mudah larut dalam air. Pada tanah masam unsur fosfat (P) tidak dapat diserap tanaman karena diikat oleh Al, begitu juga pada tanah alkalis unsur fosfat (P) juga tidak dapat diserap oleh tanaman karena diikat oleh Al. Sementara itu, pada tanah alkalis unsur fosfor (P) juga tidak dapat diserap oleh tanaman karena diikat oleh Ca.

Kadar pH tanah menunjukkan kemungkinan adanya unsur-unsur beracun. Pada tanah-tanah masam banyak ditemukan ion-ion Al di dalam tanah. Pada tanah-tanah rawa pH terlalu rendah (sangat masam) menunjukkan kandungan sulfat yang tinggi, yang juga merupakan racun bagi tanaman. Di samping itu, reaksi tanah masam tempat unsur-unsur kecil (mikro) juga menjadi mudah larut sehingga ditemukan unsur mikro yang terlalu banyak.

Unsur mikro adalah unsur hara yang diperlukan sebagai nutrisi tanaman dalam jumlah yang sangat kecil sehingga menjadi racun kalau terdapat dalam tanah dalam jumlah yang terlalu besar. Termasuk unsur mikro adalah Fe, Mn, Zn, Cu, Co. Unsur mikro yang lain, yaitu Mo yang dapat menjadi racun kalau tanah terlalu alkalis. Di samping itu, tanah yang terlalu alkalis juga dapat menjadi racun bagi tanaman. Kadar pH tanah juga memengaruhi perkembangan organisme. Bakteri dapat berkembang dengan baik pada pH 5,5 atau lebih, sedangkan pada pH kurang dari 5,5 perkembangannya sangat lambat. Jamur dapat berkembang dengan baik pada segala tingkat kemasaman tanah. Pada pH lebih dari 5,5 jamur harus bersaing dengan bakteri. Bakteri pengikat nitrogen dari udara dan bakteri nitrifikasi hanya dapat berkembang dengan baik pada pH lebih dari 5,5.

4. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas tukar kation adalah kemampuan tanah untuk menukar kation-kation yang terikat pada permukaan koloid tanah dengan kation-kation dalam larutan tanah. Kapasitas tukar kation ditentukan oleh jumlah fraksi yang halus, kandungan liat, susunan mineral liat, dan kandungan bahan organik tanah. Kabupaten Pamekasan mempunyai kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah, yaitu 7,86 me/100g (Arifin, 2015). Kabupaten Pamekasan mempunyai tekstur tanah kasar maka daya serap akan hara dan airnya lebih mudah lepas atau hilang sehingga mudah sekali terjadi pencucian yang dapat menurunkan KTK. Untuk meningkatkan KTK, kita perlu mengetahui beberapa faktor yang memengaruhi KTK. Misalnya, tekstur tanah, seperti di daerah penelitian yang mempunyai tekstur tanah kasar maka daya serap akan hara dan airnya lebih mudah lepas atau hilang sehingga mudah sekali terjadi pencucian yang dapat menurunkan KTK.

Makin halus atau liat tekstur pada tanah, makin meningkatkan kadar KTK pada tanah karena tanah akan lebih mampu dalam menahan air dan unsur hara. Makin halus tekstur tanah, unsur hara akan makin tertahan dan terjebak dalam koloid tanah. Akibatnya,

unsur hara tidak mudah mengalami pencucian. Hal ini dapat memudahkan pertukaran kation di dalam tanah, terutama pada kation yang monovalen. Hara yang ditambahkan ke dalam tanah melalui pemupukan akan diikat oleh permukaan koloid tanah dan dapat dicegah dari pelindian sehingga dapat menghindari kemungkinan pencemaran air tanah (*ground water*).

Faktor yang kedua adalah pH tanah. Reaksi tanah menunjukkan sifat keasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Kabupaten Pamekasan mempunyai nilai pH netral sehingga tidak perlu lagi untuk meningkatkan nilai pH tanah.

Faktor yang terakhir adalah kandungan bahan organik di dalam tanah. Seperti yang telah kita ketahui bahwa bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah sehingga terbentuk agregat tanah yang mengurangi terjadinya erosi. Bahan organik yang lambat laun terdekomposisi akan menghasilkan humus yang berguna bagi tanaman dan juga tanah. Tanah akan memiliki pH yang stabil dan baik untuk pertanaman. Bahan organik ini membuat tanah melangsungkan proses alaminya sehingga tidak terdapat residu dalam pengaplikasiannya. Selain itu, adanya kandungan c-organik yang tinggi berkorelasi positif terhadap kapasitas tukar kation karena lambat laun unsur hara akan tersedia dari dekomposisi bahan organik. Tambahan lagi, tanah juga akan lebih kuat menahan unsur hara karena strukturnya yang agregat. Jika kandungan humus dan bahan organik di dalam tanah sedikit, hal ini akan menyebabkan penurunan kapasitas tukar kation karena hilangnya unsur hara akibat pencucian ataupun erosi. Daerah penelitian membutuhkan peningkatan KTK dengan cara penambahan bahan organik, seperti penambahan pupuk kompos atau pemberian pupuk kandang yang dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan.

E. Kandungan Bahan Organik

Kandungan bahan organik dalam tanah merupakan salah satu faktor yang berperan dalam menentukan keberhasilan suatu budi daya pertanian. Hal ini karena bahan organik dapat meningkatkan

kesuburan kimia, fisika, ataupun biologi tanah. Penetapan kandungan dasar bahan organik dilakukan berdasarkan jumlah c-organik. Bahan organik tanah sangat menentukan interaksi antara komponen abiotik dan biotik dalam ekosistem tanah.

Kabupaten Pamekasan mempunyai nilai bahan organik yang sangat rendah, yaitu 0,31%–1,41%. Padahal, bahan organik memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman sehingga jika kadar bahan organik tanah menurun, kemampuan tanah dalam mendukung produktivitas tanaman juga menurun. Menurunnya kadar bahan organik merupakan salah satu bentuk kerusakan tanah yang umum terjadi. Kerusakan tanah merupakan masalah penting bagi negara berkembang karena intensitasnya yang cenderung meningkat sehingga tercipta tanah-tanah rusak yang jumlah ataupun tingkat intensitasnya meningkat.

Kehilangan unsur hara dari daerah perakaran juga merupakan fenomena umum pada sistem pertanian dengan masukan rendah. Pemiskinan hara terjadi, utamanya pada praktik pertanian di lahan yang miskin atau agak kurang subur tanpa dibarengi dengan pemberian input, baik pupuk buatan maupun pupuk organik yang memadai. Termasuk kelompok ini adalah kehilangan bahan organik yang lebih cepat daripada penambahannya pada lapisan atas. Dengan demikian, terjadi ketidakseimbangan masukan bahan organik dengan kehilangan yang terjadi melalui dekomposisi yang berdampak pada penurunan kadar bahan organik dalam tanah. Tanah-tanah yang sudah mengalami kerusakan akan sulit mendukung pertumbuhan tanaman. Sifat-sifat tanah yang sudah rusak memerlukan perbaikan agar tanaman dapat tumbuh dan memproduksi kembali secara optimal.

Musthofa (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kandungan bahan organik dalam bentuk bahan organik di tanah harus dipertahankan tidak kurang dari 2%. Ini dilakukan agar kandungan bahan organik dalam tanah tidak menurun seiring dengan waktu, akibat proses dekomposisi-mineralisasi. Oleh karena itu, sewaktu pengolahan tanah penambahan bahan organik mutlak harus diberikan setiap tahun.

1. Kandungan Nitrogen (N)

Nitrogen merupakan salah satu unsur utama yang dibutuhkan oleh tanaman talas. Keadaan nitrogen di dalam tanah ditemukan dalam pelbagai bentuk. Pada umumnya terdapat dua bentuk, yaitu (1) nitrogen organik dan (2) nitrogen anorganik. Bahan organik tanah tersusun dari amida (NH_2) dan kandungannya lebih dari 90% dari keadaan nitrogen total di alam. Bahan organik tanah disusun oleh humus dan ini gampang diuraikan oleh mikroba tanah. Pada umumnya humus mengandung 45 sampai 55 nitrogen dengan perbandingan C/N (12:1) untuk permukaan tanah, sedangkan di bagian permukaan mengandung nitrogen dan karbon.

Kandungan nitrogen total dalam tanah di Kabupaten Pamekasan tergolong rendah, yaitu 0,06–0,11. Pada kondisi tanah tergenang air dan konsentrasi oksigen rendah proses mineralisasi akan menghasilkan produk akhir amonium. Siklus nitrogen di lahan padi terdiri dari dua lapisan proses. Pertama, lapisan oksidatif pada tanah atau air permukaan. Kedua, terjadi proses reduktif pada lapisan bawah. Pada tanah yang tergenang air (*flooded*) nitrifikasi dihalangi oleh keterbatasan suplai O_2 dan akumulasi amonium (NH_4) di dalam tanah. Ketika menjelang tanaman mulai panen, N organik dan amonium mendominasi di dalam tanah, sedangkan nitrat hilang mengalami penguapan sehingga nitrat ditemukan sedikit di dalam tanah. Selanjutnya, periode kering akan membawa tanah pada kondisi aerobik. Nitrogen dalam bentuk nitrat mendominasi ketika tanah tidak tergenang air. Kemudian, asimilasi nitrat oleh tanaman padi dimulai pada periode dari kering ke basah.

Hilangnya nitrogen dari tanah ke atmosfer terjadi dalam tiga proses. Pertama, nitrogen dalam bentuk nitrat hilang ke atmosfer disebabkan adanya perubahan oleh proses denitrifikasi. Proses denitrifikasi adalah bentuk dari respirasi yang dibawa keluar oleh mikroorganisme di bawah kondisi oksigen yang rendah. Dalam proses ini nitrat direduksi ke nitrit dan hilang ke atmosfer. Sementara itu, kondisi di dalam tanah ketika oksigen sedikit dan pH tanah kurang dari 6 maka proses denitrifikasi akan tinggi. Proses yang kedua hilangnya nitrogen dalam bentuk nitrat juga disebabkan

proses *leaching*. Proses ini dikarenakan nitrat sangat *mobile* dan sangat larut dalam air. *Run off* melalui zona akar akan membersihkan (*clean*) nitrat ke bawah. Besarnya kehilangan nitrat melalui *leaching* tergantung pada jumlah dan intensitas *rain fall* atau aliran air dan jumlah dari persentase nitrat dalam tanah.

Proses yang ketiga hilangnya nitrogen dari tanah dalam bentuk NH_4 amonium dikarenakan proses volatilisasi, yaitu proses perubahan dari amonium diubah menjadi amonia. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi tanah yang alkalin ($\text{pH} > 7$). Amonia akan hilang ke atmosfer. Peningkatan kandungan nitrogen dapat ditingkatkan dengan dua cara. Pertama, menstabilkan pH tanah sehingga kehilangan nitrogen bisa diminimalkan. Kedua, penambahan pupuk organik ke dalam tanah yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil produksi yang maksimal sebab kandungan nitrogen pupuk organik rendah sehingga perlu kombinasi di antara kedua proses tersebut.

2. Kandungan Fosfat (P)

Fosfor merupakan salah satu nutrisi utama yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman. Fosfor tidak terdapat secara bebas di alam. Fosfor ditemukan sebagai fosfat dalam beberapa mineral dan tanaman. Fosfor merupakan unsur pokok dari protoplasma. Fosfor terdapat dalam air sebagai ortofosfat. Sumber fosfor alami dalam air berasal dari pelepasan mineral-mineral dan biji-bijian (Bausch et al., 2015). Fosfat terdapat dalam tiga bentuk, yaitu (1) H_2PO_4^- , (2) HPO_4^{2-} , (3) dan PO_4^{3-} . Fosfat umumnya diserap oleh tanaman dalam bentuk ion ortofosfat primer H_2PO_4^- atau ortofosfat sekunder HPO_4^{2-} , sedangkan PO_4^{3-} lebih sulit diserap oleh tanaman. Bentuk yang paling dominan dari ketiga fosfat tersebut dalam tanah bergantung pada pH tanah. Pada pH lebih rendah, tanaman lebih banyak menyerap ion ortofosfat primer. Sementara itu, pada pH yang lebih tinggi ion ortofosfat sekunder lebih banyak diserap oleh tanaman (Amin et al., 2005).

Kandungan fosfat lahan Kabupaten Pamekasan tergolong tinggi jika pH tanah netral (14,51). Apabila pH tanah < 7 , kandungan lahan

Kabupaten Pamekasan akan rendah (3,97). Perubahan fosfat organik menjadi fosfat anorganik dilakukan oleh mikroorganismenya.

Ketersediaan fosfat di dalam tanah ditentukan oleh banyak faktor, salah satunya di antaranya adalah pH tanah. Dalam tanah dengan pH yang rendah, fosfat akan bereaksi dengan ion besi dan aluminium. Reaksi ini membentuk besi fosfat atau aluminium fosfat yang sukar larut dalam air sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman. Pada pH tanah yang tinggi, fosfat akan bereaksi dengan ion kalsium. Reaksi ini membentuk ion kalsium fosfat yang sifatnya juga sukar larut dan tidak dapat digunakan oleh tanaman. Dengan demikian, andai kata tanpa memperhatikan pH tanah, pemupukan fosfat tidak akan berpengaruh bagi pertumbuhan tanaman.

Faktor selanjutnya dalam menentukan ketersediaan fosfat adalah ketersediaan oksigen di dalam tanah (aerasi). Oksigen diperlukan untuk meningkatkan pasokan fosfat lewat proses perombakan bahan organik oleh mikroorganismenya tanah. Pada tanah padat atau tergenang air (*water cooling*), penyerapan fosfat dan unsur-unsur lainnya akan terganggu. Untuk membantu ketersediaan fosfat di dalam tanah, penambahan bahan organik perlu dilakukan. Sebagian besar fosfat yang mudah larut diambil oleh mikroorganismenya tanah untuk pertumbuhannya. Fosfat ini akhirnya diubah menjadi humus. Oleh sebab itu, untuk menyediakan cukup fosfat, kondisi tanah yang menguntungkan bagi perkembangan mikroorganismenya tanah perlu dipertahankan.

Faktor terakhir yang memengaruhi ketersediaan fosfat di dalam tanah adalah jumlah unsur hara lain dapat meningkatkan penyerapan fosfat. Amonium yang berasal dari nitrogen dapat meningkatkan penyerapan fosfat. Kekurangan unsur hara mikro dapat menghambat respon tanaman terhadap pemupukan fosfat.

3. Kandungan Kalium (K)

Kalium merupakan hara utama ketiga setelah N dan P. Kalium dapat diserap dalam bentuk ion K^+ . Kalium yang tersedia dalam tanah tidak selalu tetap dalam keadaan tersedia, tetapi masih berubah bentuk yang lambat untuk diserap oleh tanaman. Hal ini disebabkan

oleh keseimbangan antara kalium yang tersedia dan bentuk-bentuk yang lain. Pada umumnya penyerapan unsur kalium tinggi akan menyebabkan penyerapan unsur yang lain akan rendah, seperti unsur Ca, Na, dan Mg. Di kerak bumi kadar kalium cukup tinggi, yaitu 2,3% yang kebanyakan terikat dalam mineral primer atau terfiksasi dalam mineral sekunder dari mineral lempung. Oleh karena itu, tanah lempung sebenarnya kaya kadar kalium.

Kandungan kalium di Kabupaten Pamekasan menunjukkan klasifikasi yang tergolong rendah, yaitu 0,07 me/100g. Unsur hara kalium di dalam tanah selain mudah tercuci, tingkat ketersediaannya sangat dipengaruhi oleh pH dan kejenuhan basa. Pada pH dan kejenuhan basa rendah, kalium mudah hilang tercuci, sedangkan pada pH netral dan kejenuhan basa tinggi kalium diikat oleh Ca. Kapasitas tukar kation yang makin besar meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan kalium. Dengan demikian, larutan tanah lambat melepaskan kalium dan menurunkan potensi pencucian.

Untuk mendukung ketersediaan hara kalium tanah, diperlukan upaya-upaya untuk mendukung ketersediaannya. Salah satu upaya tersebut adalah penambahan pupuk kandang sebagai sumber bahan organik yang secara kimia merupakan bahan yang mudah terurai melalui proses mineralisasi dan akan menyediakan sejumlah ion hara seperti K^+ .

Senyawa sisa mineralisasi dan senyawa sulit terurai lainnya, yang melalui proses humifikasi, akan menghasilkan humus tanah yang terutama berperan secara koloidal. Koloid organik ini, melalui muatan listriknya, akan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) yang akan menyebabkan ketersediaan basa-basa meningkat. Sehubungan dengan itu, secara fisik, bahan organik akan meningkatkan daya tahan tanah untuk menahan air sehingga hara K^+ , yang terfiksasi oleh koloid liat, akan terlepas memenuhi permukaan koloid liat dan larutan tanah yang mengakibatkan K^+ lebih mudah diserap oleh bulu akar (Amin et al., 2005).

4. Kandungan Natrium (Na)

Natrium adalah unsur hara non-esensial. Akan tetapi, keberadaannya dalam tanah kadang-kadang dapat menggantikan peran unsur kalium bagi tanaman tertentu sehingga unsur ini dikenal sebagai unsur fungsional. Selain itu, fungsi natrium ialah dapat meningkatkan kelarutan kalium dari mineral ke larutan tanah. Keberadaan unsur natrium tidak saja berpengaruh pada kimia tanah, tetapi juga pada sifat fisik tanah, terutama dalam kemantapan struktur. Kandungan natrium di dalam tanah mempunyai sifat negatif bagi tanaman. Jika konsentrasi natrium di dalam tanah tinggi, secara fisiologis dapat menimbulkan gangguan metabolisme tanaman dan berpengaruh pada sifat osmosis dan kemantapan agregat tanah.

Kandungan natrium di Kabupaten Pamekasan tergolong rendah, yakni 0,12 me/100g. Secara umum konsentrasi natrium rendah menguntungkan karena natrium bukan unsur esensial. Keberadaannya dalam tanah, jika dalam konsentrasi tinggi, dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, yaitu menaikkan nilai osmosis sehingga dapat menaikkan nilai plasmolisis. Ditinjau dari fisikokimia tanah, keberadaan natrium dalam konsentrasi tinggi dapat merusak struktur tanah sehingga tanah menjadi padat. Namun, pada tanaman tertentu natrium dapat menggantikan fungsi kalium, yakni meningkatkan turgor sel. Pada tanaman padi saat konsentrasi kalium rendah natrium akan meningkatkan produksi gabah padi.

5. Kandungan Kalsium (Ca)

Kalsium adalah unsur hara makro esensial yang diperlukan oleh setiap tanaman. Keadaan kalsium di dalam tanah dipengaruhi oleh pH tanah, bahan organik, dan tekstur tanah. Kalium sangat berperan dalam merangsang pembentukan bulu-bulu akar, mengeraskan batang, dan merangsang pembentukan biji. Bahkan, apabila tanah kandungan kalsiumnya rendah, daun mudah rontok dan mengalami klorosis. Kuncup-kuncup muda akan mati karena perakaran kurang sempurna dan bisa sering salah bentuk. Warna daun akan berubah dan jaringan di beberapa tempat pada helai daun akan mati. Pada tanaman padi kalsium berperan dalam memperkuat fungsi akar

dan membuat tanaman tidak mudah keracunan Fe. Kalsium juga meningkatkan ketahanan penyakit. Kabupaten Pamekasan termasuk kategori dengan tanah yang kandungan kalsium rendah, yaitu 4,30 me/100 g.

6. Kandungan Magnesium (Mg)

Magnesium merupakan hara makro esensial. Tanaman mengambil unsur ini dalam bentuk ion Mg^{2+} . Magnesium (Mg) yang terdapat di dalam tanah berada dalam 3 bentuk, yaitu (1) segera tersedia, (2) lambat tersedia, dan (3) tidak tersedia bagi tanaman. Unsur Mg yang tersedia bagi tanaman berada dalam bentuk yang dapat dipertukarkan dalam larutan tanah. Bentuk lambat tersedia dalam adalah bentuk yang dapat dipertukarkan. Adapun kalsium yang tidak tersedia terdapat dalam mineral-mineral primer biotit, serpentin, olivin, dan hornblende, serta dalam mineral-mineral sekunder klorit, vermikulit, illit, dan *montmorilonit*. Jika mineral-mineral tersebut terlapuk, akan dibebaskan unsur Mg yang dapat diserap oleh tanaman.

Kandungan magnesium yang tinggi dalam tanah berhubungan dengan taraf perkembangan tanah. Makin tua tanahnya akan makin kecil pula kandungan magnesium. Kadar magnesium tinggi berkaitan dengan pH yang netral atau agak alkalis. Sebagai unsur hara makro, magnesium mempunyai fungsi yang penting pada tanaman. Magnesium merupakan komponen dari klorofil dan berperan pula dalam pembentukan lemak dan minyak pada tumbuhan. Kekurangan magnesium dalam tanah dapat menghambat perkembangan normal pada jaringan muda.

Kandungan magnesium di Kabupaten Madiun tergolong rendah, yaitu 0,70 me/100 gr. Peningkatan magnesium di Kabupaten Pamekasan dilakukan dengan berbagai strategi. Pertama, penambahan pupuk kandang atau pupuk yang mengandung organik dan bokhasi. Bokhasi sendiri adalah pupuk yang dibuat dari kotoran hewan dan tumbuhan kedua, pengelolaan air untuk menekan terjadinya perkolasi dan yang terakhir adalah pengelolaan tanah guna meminimalkan terjadinya erosi tanah.

BAB VI

KERAWANAN PANGAN



Buku ini bertujuan untuk memberikan elemen dasar yang diperlukan untuk mengenali ciri-ciri kerawanan pangan dan merancang responsnya. Pemahaman ini sangat penting jika mengingat tujuan *zero hunger* yang ditetapkan oleh agenda pembangunan berkelanjutan untuk tahun 2030—yang dapat memberikan solusi untuk gizi penduduk.

A. Pemahaman Kerawanan Pangan

Pentingnya akses pangan pada tingkat individu untuk mencapai ketahanan pangan tercermin dalam penjelasan teknis konsep yang diadopsi oleh masyarakat internasional pada World Food Summit 1996. Dimensi ini diintegrasikan berdasarkan pengertian ketersediaan, pemanfaatan, dan stabilitas pangan. Seperti yang dikemukakan oleh Pinstруп-Andersen (2009), definisi ini memberikan tujuan yang berguna yang harus diupayakan oleh dunia. Definisi tersebut mengandung elemen yang berguna untuk memantau, merancang, menerapkan, mengevaluasi kebijakan, program, serta proyek yang ditujukan untuk memerangi kelaparan dan kekurangan gizi.

1. Dasar-dasar Ketahanan Pangan

Mengatasi tantangan ketahanan pangan global sangat sulit. Secara global, satu dari sembilan orang kekurangan gizi. Gizi buruk menyebabkan hampir setengah dari kematian pada anak di bawah usia 5 tahun. Satu dari 4 anak dari 3 negara berkembang menderita keterhambatan pertumbuhan. Negara maju dan berkembang sama-sama terkena masalah kelaparan dan kekurangan gizi. Namun, sebagian besar orang yang menderita kerawanan pangan tinggal di negara berkembang. Secara khusus, Asia Selatan menghadapi beban kelaparan terbesar, begitu juga Afrika sub-Sahara yang memiliki prevalensi kekurangan gizi tertinggi. Terlebih lagi, masyarakat internasional mengkhawatirkan kemungkinan pemenuhan permintaan pangan dalam beberapa dekade mendatang (Ingram, 2011). Krisis harga pangan global tahun 2008 dan lonjakan harga pangan berikutnya memperbaharui minat politik, sosial, dan ilmiah dalam gagasan ketahanan pangan di seluruh dunia (Barrett, 2010).

Namun, penggunaan konsep ketahanan pangan yang dominan di tingkat global atau nasional telah mengonsentrasikan sebagian besar perdebatan ini pada masalah pasokan: bagaimana menghasilkan pangan yang cukup untuk memberi makan semua orang (Pinstrup-Andersen, 2009). Menurut pandangan ini, peningkatan produksi dan produktivitas tanaman merupakan sasaran strategis untuk memerangi kelaparan dan kekurangan gizi. Hal ini sangat penting di negara-negara berpenghasilan rendah. Dalam perekonomian ini sebagian besar penduduk pedesaan bergantung pada hasil pertanian untuk pendapatan mereka. Oleh karena itu, merangsang produksi pangan tambahan akan meningkatkan pendapatan petani kecil yang kemungkinan berimplikasi positif pada pangan dan status gizi mereka.

Ketersediaan pangan diperlukan untuk ketahanan pangan, tetapi tidak menjamin akses dan pemanfaatan pangan yang stabil bagi semua orang. Saat ini ada cukup makanan yang diproduksi per kapita pada tingkat global. Akan tetapi, hampir 800 juta orang tetap berada pada risiko rawan pangan dan 2 juta orang menderita kekurangan gizi makro. Oleh karena itu, kerawanan pangan bukan

hanya masalah teknis yang terkait dengan produksi pangan, melainkan juga masalah akses. Sebuah masalah yang hanya dapat diatasi melalui perubahan cara pandang. Pergeseran fokus harus dilakukan dari kerawanan pangan di tingkat global atau nasional ke kerawanan pangan ada di tingkat rumah tangga atau individu.

2. Kerentanan

Orang-orang yang rentan terhadap kerawanan pangan adalah mereka yang mampu mempertahankan tingkat asupan pangan yang memadai saat ini, tetapi mungkin berisiko menderita rawan pangan pada masa depan (FAO, 2002). Kerentanan mengacu pada berbagai faktor alam atau aktivitas manusia yang menempatkan individu atau rumah tangga pada risiko menjadi oblat rawan pangan kovarians. Rawan kovarians ini ialah suatu kondisi ketidakcukupan pangan yang dialami daerah, masyarakat, atau rumah tangga pada waktu tertentu. Sumber risiko kerawanan pangan beroperasi pada tingkat yang berbeda, yaitu mikro, meso, dan makro. Tingkat mikro berkaitan dengan karakteristik individu dan lingkungan keluarga. Tingkat meso berkaitan dengan masyarakat, desa, atau, negara bagian. Tingkat makro berkaitan dengan faktor-faktor pada tingkat global.

Status ketahanan pangan tertentu pada waktu t_0 (resiko selama periode tertentu), tingkat kerentanan individu, atau rumah tangga terhadap kerawanan pangan ditentukan oleh tiga elemen: (1) paparan faktor risiko selama periode tertentu (t_0-t_1), (2) kemampuan untuk mengatasi atau menahan guncangan tersebut selama periode yang sama (t_0-t_1), dan (3) hasil yang diharapkan dalam hal dimensi ketahanan pangan pada waktu t_1 (Heitzman, 2001). Berikut penjelasan lebih lanjut terkait pendekatan risiko.

- 1) *Ex-ante*, yaitu sebelum realisasi kejadian risiko. Orang-orang yang rentan terhadap kerawanan pangan adalah mereka yang mampu mempertahankan tingkat asupan pangan yang memadai saat ini, tetapi mungkin berisiko menderita rawan pangan pada masa depan (FAO, 2014). Kemungkinan sumber risiko beroperasi pada tingkat yang berbeda: pada tingkat mikro, yang terkait dengan

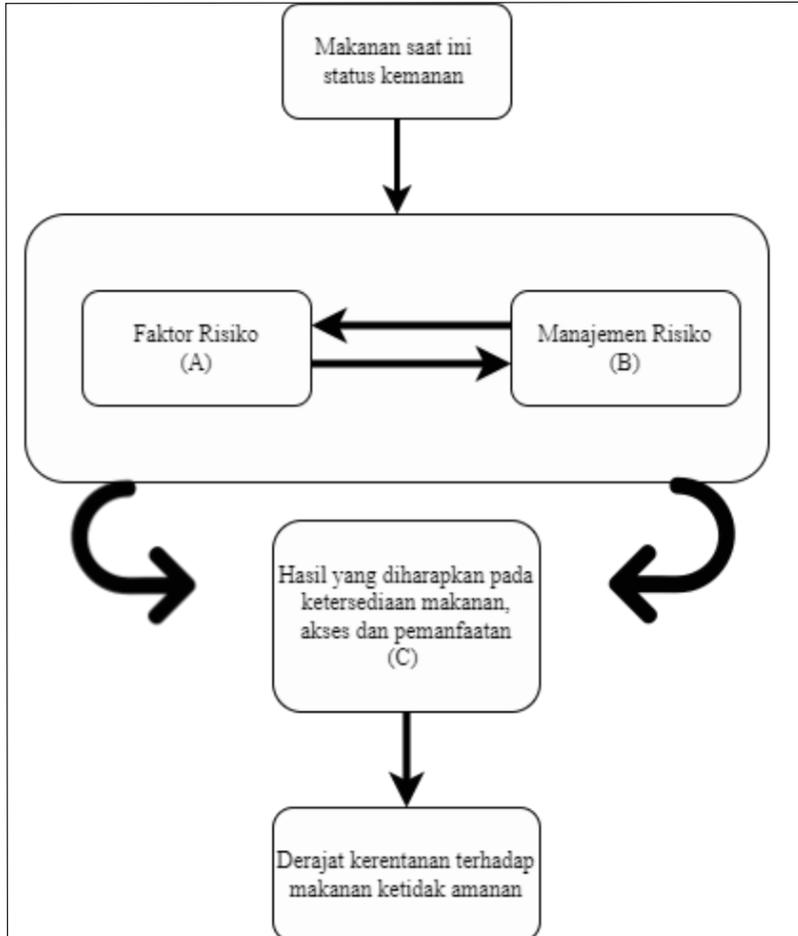
karakteristik individu dan lingkungan keluarga; di tingkat meso, yaitu ditingkat masyarakat, desa, atau negara bagian; dan di tingkat makro, yang mencakup faktor-faktor yang bertindak di tingkat global. Oleh karena itu, kerentanan tersebut hanya dapat diatasi melalui intervensi manajemen risiko Goldshmid et al. (2004).

- 2) *Ex-post*, yaitu setelah manifestasi dari peristiwa risiko. Intervensi dilakukan untuk memerangi kerawanan pangan demi mencegah risiko manifestasinya. Intervensi bisa formal atau informal, baik dengan kelompok yang terakhir diadopsi oleh rumah tangga maupun masyarakat.

Tabel 6.1 Kemungkinan Sumber Risiko

No.	Kategori	Mikro	Meso	Makro
1	Alami		Curah hujan Tanah longsor Gunung berapi letusan	Gempa bumi, banjir, keke- ringan, angin kencang
2	Kesehatan	Sakit, cedera, cacat	Epidemi	
3	Lingkaran Kehidupan	Kelahiran, usia tua, kematian		
4	Sosial	Kejahatan, kekerangan dalam rumah tangga	Terorisme, geng	Perselisih- an, Perang sipil, pergolakan sosial.
5	Ekonomis	Pengangguran, gagal panen, kegagalan bisnis.	Pemukiman kembali	Neraca pembayaran, keuangan atau krisis mata uang, ketentuan guncangan perdagangan
6	Politik	Etnis, deskriminasi	Kerusuhan	Default politik di sosial, kema- juan, kudeta

Sumber: Goldshmid et al. (2004)



Sumber: Goldshmid et al. (2004)

Gambar 6.1 Kerentanan Terhadap Kerawanan Pangan

Strategi pencegahan/pengurangan risiko berhubungan dengan blok A pada Gambar dan Tabel 6.1. Keduanya mencakup kebijakan mengenai ekonomi makro, lingkungan, kesehatan, pendidikan dan pelatihan, promosi produksi yang kurang berisiko, dan migrasi. Strategi mitigasi risiko mengompensasi kerugian yang diprediksi berdasarkan hasil yang diharapkan. Dengan kata lain, mereka mengurangi konsekuensi negatif terkait dengan peristiwa risiko. Mereka bertindak berdasarkan “portofolio” orang-orang yang rentan berinvestasi, misalnya, dalam modal fisik, keuangan, manusia, dan sosial, serta dalam sistem pensiun. Investasi ini memiliki tujuan ganda, yakni

- 1) mendorong diversifikasi portofolio melalui mekanisme asuransi formal dan informal yang ditujukan untuk berbagi risiko, seperti pernikahan, sewa bersama, dan asuransi hari tua, dan
- 2) melindungi nilai berdasarkan pertukaran risiko, misalnya, di antara keluarga besar (mengedepankan penetapan keluarga yang dapat dipertanggungjawabkan) atau penetapan kontrak kerja.

Strategi untuk mengatasi (atau mengurangi) paparan risiko dapat dilakukan dengan membantu ketahanan pangan untuk mengatasi efek sisa dari peristiwa risiko sehingga mereka tidak mengalami efek negatif yang permanen. Strategi-strategi ini berkaitan dengan blok B, yaitu manajemen risiko, termasuk bantuan sosial, subsidi, pekerjaan umum, pinjaman rumah tangga dari bank, dan amal.

Kelompok pertama, *Ex-Ante*, sangat penting dalam memerangi kerawanan pangan karena mencegah risiko manifestasinya. Intervensi bisa dilakukan, baik secara formal maupun informal dengan kelompok yang terakhir diadopsi oleh rumah tangga atau masyarakat. Adapun strategi manajemen risiko *Ex-Post* dapat diatur ke dalam tiga kategori sebagai berikut.

- 1) Strategi pencegahan risiko atau pengurangan risiko yang mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya risiko. Mereka berhubungan dengan blok A pada Gambar 6.1 dan mencakup kebijakan mengenai ekonomi makro, lingkungan, kesehatan, pendidikan, dan pelatihan, serta promosi produksi yang kurang berisiko (kegiatan perekonomian yang makin baik

dan bernilai tawar tinggi yang dimaksudkan untuk mengurangi risiko yang dihadapi dalam rangkaian kegiatan di lapangan).

- 2) Strategi untuk mengatasi atau mengurangi paparan risiko dengan membantu ketahanan pangan untuk mengatasi dampak suatu kelaparan yang efeknya sangat berisiko (buruk). Strategi ini dilakukan supaya efek negatifnya tidak berlangsung secara permanen. Strategi-strategi ini berkaitan dengan blok B pada Gambar 6.1 dan termasuk bantuan sosial, subsidi, pekerjaan umum, pinjaman rumah tangga dari bank, dan amal.

Orang-orang sangat rentan terhadap kerawanan pangan ketika mereka dihadapkan pada berbagai guncangan, seperti ketika pendapatan mereka rendah dan tidak pasti atau sedikitnya aset yang dimiliki (Maliro, 2011). Oleh karena itu, kita mesti memperkuat sumber pendapatan dan aset masyarakat sehingga bisa mengurangi kerentanan mereka terhadap kejadian buruk pada masa depan. Misalnya, menurut United Nations (UN) dalam dokumennya “UN International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR)” disebutkan bahwa resiliensi adalah:

Kemampuan untuk mencegah bencana dan krisis, serta mengantisipasi, menyerap, mengakomodasi atau memulihkan diri dari bencana. Mereka secara tepat waktu, efisien dan berkelanjutan. Ini termasuk melindungi, memulihkan, dan meningkatkan sistem mata pencaharian dalam menghadapi ancaman yang berdampak pada pertanian, nutrisi, ketahanan pangan, dan keamanan pangan.

- 3) Strategi mitigasi risiko, yang mengompensasi kerugian yang diharapkan berdasarkan hasil yang diharapkan. Dengan kata lain, mereka mengurangi konsekuensi negatif yang terkait dengan peristiwa risiko (blok C pada Gambar 6.1). Mereka bertindak berdasarkan “portofolio” orang-orang yang rentan berinvestasi, misalnya, dalam modal fisik, keuangan, manusia dan sosial, serta dalam sistem pensiun.

3. Ketahanan dalam Konteks Ketahanan Pangan

Setelah krisis pangan tahun 2008, minat penelitian tentang ketahanan pangan meningkat dan banyak definisi telah dikembangkan.

Misalnya, menurut UNISDR (2008) dalam dokumen United Nations (UN) berjudul “International Strategy for Disaster Reduction”, resiliensi adalah kemampuan untuk mencegah bencana dan krisis, serta mengantisipasi, menyerap, mengakomodasi, atau memulihkan diri dari bencana. Strategi ini mesti dirancang tepat waktu, efisien, dan berkelanjutan. Ini termasuk melindungi, memulihkan, dan meningkatkan sistem mata pencaharian dalam menghadapi ancaman yang berdampak pada pertanian, nutrisi, ketahanan pangan, dan keamanan pangan.

Untuk Uni Eropa ketahanan adalah kemampuan individu, rumah tangga, komunitas, negara, atau wilayah untuk bertahan, beradaptasi, dan cepat pulih dari tekanan dan guncangan (Eurostat European Commission, 2012). Adaptasi dan pulih dari guncangan, serta tekanan ini dilakukan dengan cara yang mengurangi kerentanan kronis dan memfasilitasi pertumbuhan inklusif (FAO, 1999).

Kapasitas transformatif adalah kapasitas untuk menciptakan sistem (atau cara hidup) yang baru secara fundamental ketika kondisi ekologi, ekonomi, atau sosial memerlukannya. Kapasitas ini dibutuhkan ketika guncangan hebat terjadi. Perubahan yang terkait dengan kapasitas adaptif tidak cukup untuk mencegah runtuhnya sistem mata pencaharian (Armitage et al., 2012). Untuk mengetahui konsep definisi masalah ketahanan pangan, ada tiga dimensi yang dapat diketahui sesuai hasil referensi sebagai berikut. Pertama, hasil yang mereka berikan dan hubungannya dengan intensitas guncangan dan tekanan, serta pengaruh yang digunakan masyarakat untuk menyangga diri mereka sendiri dari ketidakmampuan. Kedua, untuk memoderasi dampak pengaruh pada mata pencaharian dan kebutuhan dasar mereka supaya mereka bisa melanjutkan cara hidup mereka saat ini. Upaya ini diwujudkan dengan mengacu pada strategi koping yang dilakukan di rumah tangga sesuai kapasitas adaptasi. Ketiga, kemampuan dan cara diri untuk belajar dari pengalaman seseorang, termasuk untuk menyesuaikan respons terhadap dampak kejutan atau tekanan yang melebihi kapasitas penyerapan tanpa membuat perubahan besar dalam hal kuantitas ataupun kualitas pada fungsi atau struktur.

4. Tingkat Kerawanan Pangan

Ketahanan pangan dapat dianalisis pada tingkat global, nasional/regional, rumah tangga, atau individu. Setiap tingkat analisis memerlukan jawaban kebijakan yang spesifik. Definisi ini didasarkan pada dua konsep kunci. Konsep pertama adalah hak. Konsep hak diperkenalkan untuk menunjukkan kumpulan komoditas alternatif yang dapat dikuasai seseorang dalam masyarakat dengan menggunakan totalitas hak dan peluang yang dia hadapi. Selain itu, ketahanan pangan pada satu tingkat tidak berarti ketahanan pangan pada tingkat yang lebih rendah (Sassi et al., 2018). Konsep kedua adalah kondisi daerah. Konsep ini berbicara tentang sebuah kondisi suatu daerah, masyarakat, atau rumah tangga yang tingkat ketersediaan dari konsumsi pangannya tidak cukup untuk memenuhi standar kebutuhan fisiologis bagi pertumbuhan dan kesehatan sebagian masyarakat.

Referensi yang dikemukakan oleh Sassi et al. (2018) menunjukkan bahwa ada empat katagori dengan beberapa tahapan dan fase tingkat kerawanan pangan, yaitu (1) kategori minimal, (2) ringan, (3) sedang, dan (4) berat. Kategori minimal berarti bahwa kelompok rumah tangga mampu memenuhi kebutuhan pokok dan nonpangan tanpa terlibat dalam atiptikal (Jenis infeksi paru-paru dengan gejala ringan yang disebabkan oleh bakteri). Kategori ringan artinya kelompok memerlukan untuk mengurangi risiko bencana kerawanan pangan. Kategori sedang artinya krisis sudah terjadi dan diperlukan tindakan segera untuk melindungi mata pencaharian. Sementara itu, kategori berat ialah fase berat yang dinamakan bencana kelaparan. Artinya, kelompok membutuhkan tindakan segera untuk mencegah perluasan kematian dan keruntuhan total mata pencaharian kelompoknya.

Ketahanan pangan di tingkat global menggambarkan situasi di mana cukup pangan diproduksi di dunia. Ketahanan pangan nasional/regional terjadi ketika ada keseimbangan yang memuaskan antara permintaan dan penawaran pangan dengan harga yang wajar. Dengan kata lain, konsep ini menggambarkan situasi di mana tidak ada gejolak besar yang terjadi di pasar pangan belakangan ini, ketersediaan pangan cukup, dan sebagian besar penduduk memiliki

akses terhadap pangan. Menurut literatur, sebagian besar populasi berada dalam ketahanan pangan ketika orang lapar mencapai kurang dari 5% dari total populasi. Ketahanan pangan di tingkat rumah tangga tercapai apabila hak rumah tangga lebih besar atau sama dengan kebutuhan pangannya dalam hal kebutuhan energi.

Definisi ini didasarkan pada dua konsep kunci. Konsep pertama adalah hak untuk menunjukkan kumpulan komoditas alternatif yang dapat dikuasai seseorang dalam masyarakat dengan menggunakan totalitas hak dan peluang yang dia hadapi (Sen, 1981a). Komponen kedua dari definisi ketahanan pangan tingkat rumah tangga adalah konsep kebutuhan energi. Konsep ini sangat mendasar dalam mengkarakterisasi ketahanan pangan dari perspektif teoretis dan dalam mengukur kondisinya. Laporan Konsultasi Ahli FAO/WHO/UNU tentang Kebutuhan Energi dan Protein mendefinisikan kebutuhan energi pada tingkat individu sebagai “tingkat asupan energi dari makanan yang akan menyeimbangkan pengeluaran energi ketika seorang individu memiliki ukuran, komposisi tubuh, dan tingkat aktivitas fisik, serta konsistensi kesehatan jangka panjang yang baik dan itu akan memungkinkan pemeliharaan aktivitas fisik yang diperlukan, baik secara ekonomi maupun secara sosial. Pada anak-anak dan wanita hamil atau menyusui, kebutuhan akan energi meliputi kebutuhan energi yang berhubungan dengan deposisi jaringan atau sekresi susu pada tingkat yang sesuai dengan kesehatan yang baik” (FAO, 1996).

B. Kerangka Konsep untuk Analisis Ketahanan Pangan

Kerangka konseptual ketahanan UN dalam dokumen “Resilience Index Measurement and Analysis II” (RIMA-II) diadopsi oleh Somalia untuk zona mata pencaharian. Somalia, dalam ambang perlindungan mata pencahariannya, menambahkan biaya untuk mempertahankan mata pencaharian lokal ke dalam biaya keranjang makanan dan non-makanan minimum. Pengeluaran ini untuk pelayanan dasar, termasuk biaya medis dan sekolah reguler, serta pelestarian mata pencaharian dalam jangka menengah dan panjang. Contohnya, pembelian benih dan pupuk secara rutin dan

penanganan masalah kelangkaan sarana-prasarana, terutama pupuk, serta bibit, baik penggunaan bahan dasar pada tanaman kopi maupun teh. Komponen-komponen tersebut memerlukan perangsang untuk proses pembentukan perakaran, daun, cabang, dan buah.

Jika tidak diatasi, masalah ketahanan pangan ini akan menimbulkan gizi buruk dan komunitas tidak akan bisa memiliki daya saing dalam pemikiran. Upaya-upaya yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut, antara lain,

- 1) memberikan gambaran ekonomi rumah tangga, akses terhadap makanan secara keseluruhan anggota keluarga, dan pendapatan keluarga pada tahun normal;
- 2) menunjukkan peningkatan kualitas gizi yang dapat menanggulangi kehidupan yang apabila tidak tertangani secara baik, akan berdampak buruk pada kesehatan.
- 3) menentukan kapasitas orang untuk bereaksi terhadap bahaya. Artinya, menentukan akses mereka ke makanan dan sumber pendapatan ketika bencana terjadi.

Hasil yang diproyeksikan akan menunjukkan kapasitas rumah tangga dalam memenuhi kebutuhan dasar mereka setelah *guncangan*. Nilai ini diwakili oleh poin ambang batas kelangsungan hidup dan poin untuk melindungi mata pencaharian mereka. Nilai-nilai tersebut diukur dengan ambang perlindungan mata pencaharian yang berdasarkan laporan.

Keranjang non-makanan minimal terdiri dari dua komponen. Komponen pertama diwakili oleh biaya persiapan dan konsumsi makanan, yang meliputi barang-barang seperti garam, sabun, kayu bakar untuk memasak, dan penerangan dasar (FAO, 2014). Untuk meningkatkan hasil yang efektif dan efisien, dibutuhkan sumber usaha yang mengurangi jumlah pengeluaran guna meningkatkan pendapatan. Hasil yang dicapai melalui model dan mekanisme yang dinamakan koping. Koping merupakan strategi atau cara yang dilakukan seorang individu untuk menghadapi stress.

Setelah mekanisme koping diperkenalkan (hasil panen ikan), rumah tangga dapat memenuhi kebutuhan dasar makanan dan

non-makanannya karena bar ketiga berada di atas ambang batas kelangsungan hidup. Namun, baru-baru ini kembali berada di bawah ambang batas perlindungan mata pencaharian. Ini berarti bahwa rumah tangga tersebut tidak dapat sepenuhnya melindungi mata pencahariannya. Keadaan ketahanan pangan pada waktu nol, Y_0 , diwakili oleh serangkaian karakteristik R_0 yang beberapa di antaranya bergantung pada waktu, sementara yang lain bersifat *time-invariant*. Keadaan ketahanan pangan pada waktu nol, Y_0 , diwakili oleh serangkaian karakteristik R_0 yang beberapa di antaranya bergantung pada waktu, sementara yang lain bersifat *time-invariant*.

1. Sistem Informasi Ketahanan Pangan dan Sumber Data Ketahanan Pangan

Sistem informasi ketahanan pangan (FSIS) adalah metode pengumpulan data yang memantau akses masyarakat terhadap pangan. Tujuannya adalah untuk membantu mencegah krisis dan menghindari dampak bencana terhadap ketahanan pangan, baik dalam jangka pendek, menengah, maupun panjang. Selanjutnya, FSIS berkontribusi dalam mengelola krisis pangan.

FSIS modern—yang dapat dikembangkan pada paruh kedua tahun 1970 di bawah Sistem Informasi Ketahanan Pangan (FSIS)—menggunakan metode pengumpulan data yang memantau akses masyarakat terhadap pangan. Datanya dipergunakan untuk Konferensi Pangan Dunia 1974 dan Komite Ketahanan Pangan Dunia 1996. Kedua acara tersebut menggarisbawahi perlunya mendukung kebijakan pangan nasional dengan data dan indikator yang sesuai sebagai dukungan dalam mengelola krisis pangan. Data akan membantu pencegahan krisis dan menghindari dampak bencana terhadap ketahanan pangan, baik dalam jangka pendek, menengah, maupun panjang. Semua dilakukan dengan mendukung tanggapan yang tepat (yang disebut tujuan utama).

Penyebab utama krisis pangan tahun 1970-an adalah kondisi cuaca buruk di daerah penghasil pangan dan lingkungan pembangunan yang kurang stabil. Bantuan diberikan kepada orang-orang yang paling rentan dan mengkarakterisasi mereka dengan

tepat (mengklasifikasi ciri khas permasalahan dan penanganannya). Untuk itu, pemantauan status gizi balita diperkenalkan sebagai variabel kebijakan yang tepat selain pengendalian produksi pertanian. Pada tahun 1974 Konferensi Pangan Dunia menggarisbawahi bahwa informasi yang dikumpulkan oleh sistem statistik tidak berguna untuk memantau ketahanan pangan. Data tersebut sangat terkotak-kotak dan tidak dapat dibandingkan satu dengan lainnya, serta sering kali tidak tersedia dan ketinggalan zaman.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan ini, konferensi membentuk sistem informasi dan peringatan dini global FAO. Selain itu, beberapa mitra pembangunan lebih memilih untuk membangun, membiayai, dan mengawasi sistem informasi paralel yang dapat memberikan mereka informasi yang dibutuhkan dengan tepat waktu, terutama untuk menargetkan bantuan-bantuan ketahanan pangan mereka.

Dampak negatif dari program penyesuaian struktural tahun 1980-an terhadap ketahanan pangan mengakibatkan donor menggabungkan kebijakan bantuan mereka dengan skema yang ditargetkan untuk menghindari krisis pangan besar. Perhatian mereka terfokus pada informasi yang cocok untuk menggambarkan permasalahan terkait akses pangan pokok dan pengorganisasian bantuan sosial.

Langkah penting lainnya dalam evolusi FSIS adalah pengenalan teknologi baru (khususnya sistem satelit) dan sistem komunikasi (internet, faks, satelit selular, dsb.) yang membuat pengelolaan informasi yang dikumpulkan menjadi lebih mudah.

Seiring berjalannya waktu, ketahanan pangan menambahkan dimensi baru: perkotaan. Dengan demikian, data dikumpulkan dengan menggunakan variabel untuk memantau ketahanan pangan perkotaan dan pedesaan beserta masyarakat rentannya. Selanjutnya, pengambilan keputusan yang terdesentralisasi dilakukan dengan area yang lebih luas untuk tindakan bersama. Tindakan-tindakan ini mencakup berbagai aktor yang terkait ketahanan pangan (seperti publik, swasta, dan masyarakat sipil). Urgensi ini mendukung naiknya FSIS sebagai pusat pertukaran informasi di semua tingkatan di seluruh negara.

Pada bulan Oktober 2012 Jaringan Informasi Ketahanan Pangan (FSIN) diluncurkan untuk berbagi pengetahuan dan praktik yang baik, serta untuk memperkuat sistem informasi negara dan regional demi ketahanan pangan dan gizi. Program Pangan Dunia (WFP), FAO, dan Institut Penelitian Kebijakan Pangan Internasional (IFPRI) berpartisipasi dalam FSIN. Dari hasil kajian terhadap jaringan informasi ketahanan pangan, ada enam tujuan utama, yaitu

- 1) peringatan,
- 2) definisi tindakan,
- 3) manajemen pertolongan,
- 4) pengelolaan stok ketahanan pangan,
- 5) identifikasi, dan
- 6) definisi cara yang efisien.

Tujuan di atas menunjukkan adanya peringatan yang mesti sesuai dengan kebijakan pangan internasional. Adapun definisi tindakan, manajemen pertolongan dan bantuan darat, serta pengelolaan stok ketahanan pangan dilakukan supaya lebih efisien. FSIN mewakili langkah terakhir dalam 5 tahun terakhir. Sistem informasi ketahanan pangan dan sumber ketahanan pangan dapat mengidentifikasi kelompok yang rentan terhadap perubahan dalam fungsi komunitas. Praktik ini dilakukan untuk membangun penyediaan akses yang standar, metode dan alat yang selaras, dan membantu upaya bersama atau kolaborasi. Dengan demikian, penguatan kapasitas nasional dan regional untuk pengumpulan, analisis, komunikasi, dan penyebaran data ketahanan pangan & gizi, serta pengambilan keputusan evolusi sistem informasi—untuk pengumpulan data ketahanan pangan—dapat dilaksanakan.

b. Indikator Pemantauan Ketahanan Pangan

Konsep yang diberikan bab ini memberikan elemen interpretasi indikator yang digunakan untuk pemantauan ketahanan pangan. Bab ini juga menjabarkan metodologi yang paling banyak diadopsi untuk menilai indikator ketahanan pangan di tingkat rumah tangga dan individu. Dengan berfokus pada tingkat nasional, bab

ini menggambarkan rangkaian indikator ketahanan pangan yang diadopsi oleh FAO, indeks kelaparan global, indikator multidimensi yang dapat diproduksi oleh IFPRI, dan skala pengalaman kerawanan pangan yang dikembangkan oleh FAO sebagai ukuran pengalaman hidup, serta cukup atau tidaknya pangan dalam kehidupan sehari-hari.

Bagian ini diikuti dengan presentasi pendekatan konsolidasi untuk perhitungan skor konsumsi makanan, indeks pengeluaran untuk makanan, indeks keanekaragaman makanan, indeks strategi mengatasi, dan skala kelaparan rumah tangga (termasuk juga informasi terkait interpretasinya). Di akhir bab ini pembaca akan dapat memahami dan menggunakan indikator yang paling banyak diadopsi untuk memantau ketahanan pangan dengan tujuan membangun kemauan politik, merancang kebijakan yang efektif, dan menargetkan alokasi sumber daya. Kebutuhan untuk mengatasi kendala ketahanan pangan membutuhkan ketersediaan indikator ketahanan pangan yang akurat, cepat, dan konsisten. Metrik ketahanan pangan yang kami miliki berfokus pada keadaan atau evolusi dari waktu ke waktu berdasarkan empat pilar utama konsep ini, yaitu (1) ketersediaan, (2) akses, (3) pemanfaatan, dan (4) stabilitas, atau kombinasi dari semuanya. Indikator-indikator ini dihitung dari data di tingkat nasional, rumah tangga, ataupun individu.

Dalam hal ini, ulasan matrik ketahanan pangan dilakukan di tingkat nasional dengan memanfaatkan metodologi gabungan yang digunakan untuk menilai indikator ketahanan pangan, baik di tingkat rumah tangga maupun individu. Banyak lembaga telah mengembangkan indeks ketahanan pangan di tingkat negara. Dalam ketahanan bab ini, kami fokus pada yang diusulkan oleh FAO dan IFPRI. FAO mengadopsi serangkaian indikator ketahanan pangan berdasarkan komponen dan dimensi untuk memantau sifat kompleks ketahanan pangan dan gizi. Sementara itu, IFPRI menyarankan penggunaan indeks multidimensi—*Global Hunger Index* (GHI).

Baru-baru ini, FAO telah mengembangkan skala untuk mengukur pengalaman nyata kerawanan pangan. Skala ini diadopsi

sebagai bagian dari agenda pembangunan berkelanjutan tahun 2030. Dengan kata lain, skala ini digunakan sebagai salah satu alat untuk memantau tujuan 2 (tentang pemberantasan kelaparan). Skala ini menangkap aspek psikologis yang terkait dengan kecemasan, yakni tentang kemampuan mengakses makanan. Ketahanan pangan di tingkat rumah tangga dapat diukur dengan berbagai cara. Indikator terbaik diwakili oleh konsumsi makanan dalam kkal. Namun, pengumpulan data tentang asupan makanan rinci sulit dan memakan waktu. Untuk alasan ini, beberapa tindakan proxy digunakan. Bab ini menggambarkan skala yang paling banyak diadopsi, yakni

- 1) skor konsumsi makanan (FCS),
- 2) pengeluaran untuk makanan,
- 3) indeks keanekaragaman makanan,
- 4) indeks keanekaragaman makanan,
- 5) indeks strategi mengatasi, dan
- 6) skala kelaparan rumah tangga.

3. Sejarah Ketahanan Pangan Melalui Pendekatan dan Kebijakan

Hasil penelitian dan lapangan beberapa jawaban ini mengulas evolusi pendekatan dan kebijakan ketahanan pangan menurut tiap-tiap dekade. Dimulai pada tahun 1940-an, periode ini menekankan peran pemangku kepentingan. Perhatian khusus mengenai ketahanan pangan ditujukan pada kerawanan pangan pada era milenium baru melalui deskripsi krisis pangan dan konsekuensi kelembagaan, serta kebijakannya. Dalam konteks ini, arsitektur baru dari intervensi ketahanan pangan, yang ditetapkan oleh komunitas internasional, disajikan Bab ini menyimpulkan pemeriksaan tantangan masa depan yang terkait dengan kebutuhan kemauan politik, tata kelola yang baik, dan partisipasi.

- 1) Tahun 1970-an dan peran akses ekonomi terhadap pangan: Berdasarkan pelajaran dari masa lalu, Swaminathan, peneliti agricultural dari India, menyimpulkan bahwa ketahanan pangan saat ini membutuhkan pendekatan interdisipliner. Selain itu, masalah ketahanan pangan harus dipertimbangkan sebagai masalah akses fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan (Hall, 1998).

- 2) Tahun 1980-an dan kepedulian terhadap ketahanan pangan di tingkat individu:

Swaminathan memeriksa sejarah India dan mengartikulasikan kemajuan. Dalam per analisis sejarah ketahanan pangan hingga milenium baru, dijelaskan oleh berbagai kontribusi dalam literatur. Di antara mereka, yang paling banyak dikutip adalah Swaminathan (Hall, 1998; Maxwell et al., 2008). India mengalami kerawanan pangan dalam empat fase:

- 1) Tahun 1940-an–1960-an dan pentingnya ketersediaan fisik makanan.
- 2) Tahun 1970-an dan peran akses ekonomi terhadap pangan.
- 3) Tahun 1980-an dan kepedulian terhadap ketahanan pangan di tingkat individu.
- 4) Tahun 1990-an dan relevansi mikronutrien.

Pembaca akan dapat memahami pelajaran kelembagaan dan kebijakan di bidang kerawanan pangan yang akan digunakan untuk mengintegrasikan informasi dari penyelidikan kuantitatif untuk merancang intervensi yang tepat yang ditujukan untuk memerangi kelaparan dan kekurangan gizi. Maxwell et al. (2008) memulai analisisnya pada tahun 1974. Dia menekankan lima fase dalam evolusi agenda ketahanan pangan di bawah pengaruh perubahan ekonomi global.

Berdasarkan pemikirannya, pada pertengahan 1980-an beratnya krisis ekonomi, konsekuensi negatifnya pada orang miskin, serta peningkatan kemiskinan dan kelaparan yang berkepanjangan di Afrika (1983–1985) menyebabkan penekanan baru pada konsep ketahanan pangan.

Seperti yang disarankan oleh Maxwell et al. (2008) bahwa ini adalah zaman keemasan masalah ini. Hasil Putaran Uruguay telah dikritik keras ketika dianalisis dari perspektif negara-negara berkembang. Menurut banyak ahli, negara-negara maju telah menjadi pemenang utama dalam perjanjian ini, sedangkan negara-negara berkembang hanya mendapatkan keuntungan yang relatif lebih kecil dengan distribusi yang tidak merata. Dengan berdasarkan hasil

analisis ini, Putaran Uruguay secara negatif memengaruhi negara-negara miskin yang melakukan ekspor, terutama produk-produk tropis, sedangkan negara-negara yang sebelumnya diuntungkan dari perlakuan istimewa (seperti negara-negara Afrika yang termiskin di bawah Konvensi Lomé dengan Uni Eropa) kehilangan margin preferensial mereka (FAO, 2002).

Pendekatan dan kebijakan tahun 1980-an menandai titik balik dalam persepsi dan pendekatan akademis internasional terhadap konsep ketahanan pangan. Keadaan darurat pangan tidak lagi dianggap sebagai kekurangan pasokan pangan, justru mereka malah diakui sebagai sekadar kehilangan akses.

4. Bantuan Pangan

Respons kemanusiaan menjadi respons yang dominan terhadap populasi yang terkena dampak guncangan yang menyebabkan suatu keadaan genting. Keadaan darurat ini adalah penyediaan makanan (Maxwell et al., 2008; Barrett, 2006). Namun, tujuan pembangunan internasional dan gambaran khusus dari konteks saat ini telah menyebabkan beberapa orang merenungkan kembali peran bantuan pangan.

Dalam beberapa tahun terakhir kita telah menyebabkan munculnya masalah struktural dalam ekonomi global, peningkatan jumlah dan tingkat keparahan bencana terkait cuaca, dan berlanjutnya konflik internal di beberapa negara. Peristiwa-peristiwa ini telah berkontribusi pada pertumbuhan keadaan darurat kemanusiaan besar yang pada gilirannya, menjadi lebih kompleks untuk diartikulasikan (Sassi, 2018). Sementara itu, dana bantuan pangan makin berkurang (yang disebut kelelahan donor). Bantuan pangan saat ini kira-kira dua pertiga lebih rendah daripada 30 tahun yang lalu, padahal penggunaan bantuan tunai, serta perlindungan dan jaring pengaman sosial telah meningkat. Keadaan ini membuat batas-batas wilayah yang harus mendapatkan bantuan makanan berdasarkan prinsip pemetaan menjadi lebih kabur. Selain itu, bantuan makanan dalam bentuk barang sebagian besar telah digantikan oleh pengadaan lokal dan regional. Perubahan dalam pendekatan dan perangkat program,

terutama dalam menanggapi konteks yang berubah, mengakibatkan pergeseran akibat banyaknya kerugian karena penanganan masalah dari bantuan pangan ke bantuan modal (Kementerian Perdagangan RRT, 2005)

Makin banyak donor dan lembaga bantuan yang menggunakan istilah bantuan pangan sebagai cara alternatif untuk memasukkan alat yang lebih luas untuk digunakan dalam konteks darurat (selain sekadar penyediaan makanan dalam bentuk langsung). Mereka terdiri dari serangkaian tindakan yang sangat bervariasi menurut pemangku kepentingan. Program bantuan tersebut, seperti bantuan tunai, program yang berhubungan dengan makanan, dukungan pertanian dan peternakan, serta subsidi makanan dan keringanan biaya.

Bentuk bantuan makanan dalam penanganan krisis yang dihadapi adalah dengan mengutamakan masalah kelaparan. Masalah ini ditanggulangi dengan menentukan wilayah atau zona daerah yang membutuhkan melalui data yang akurat. Dalam hal ini, disajikan skema yang umumnya diadopsi dalam kerangka bantuan pangan. Skema ini berfokus pada transfer tunai dan dapat dijadikan rumusan dalam menentukan kebijakan tentang program yang berhubungan dengan makanan. Namun, konsep bantuan pangan masih kurang memiliki definisi yang jelas. Definisi ini menyoroti tiga karakter pembeda dari bantuan makanan:

- 1) Bantuan pangan terdiri dari transfer pangan eksternal gratis atau dengan persyaratan yang sangat lunak untuk membantu memenuhi kebutuhan pangan oleh satu negara kepada penerima manfaat di negara lain, baik secara langsung maupun tidak langsung (FAO, 2002). Sumber pendanaan menjadi pembeda antara bantuan pangan pemerintah daerah dan internasional dalam neraca pembayaran. Sumber-sumber pendanaan ini merupakan modal utama untuk membantu ketahanan dan kelangkaan pangan.
- 2) Pembelian lokal terjadi ketika makanan dibeli di negara penerima. Bantuan pangan program dijual dengan harga murah atau disumbangkan. Dalam kasus sebelumnya, ini merupakan

bentuk bantuan luar negeri yang diberikan atas dasar pemerintah-ke-pemerintah, baik sebagai pinjaman maupun hibah dengan dengan tingkat bunga yang lebih rendah dari pasar. Pengelolaan dan penggunaannya tunduk pada beberapa bentuk persyaratan kebijakan yang disepakati dengan pendonor. Negara penerima biasanya menggunakan uang yang ditransfer untuk membeli makanan.

- 3) Program bantuan pangan juga bisa merupakan bentuk natura. Makanan ditanam di negara donor untuk didistribusikan atau dijual ke luar negeri. Makanan yang diterima biasanya dimonetisasi dan ditujukan untuk dijual di pasar lokal. Kemudian, pemerintah penerima bantuan akan mengontrol hasil sesuai kesepakatan dengan pendonor (FAO, 2014).

5. Tiga Karakter Pembeda dari Bantuan Makanan

Swasembada pangan yang lebih pragmatis berkaitan dengan suatu negara yang memproduksi proporsi kebutuhan pangannya sendiri yang mendekati atau melebihi konsumsi pangannya. Definisi ini tidak mengecualikan perdagangan. Sebaliknya, dalam situasi swasembada pangan, produksi pangan harus lebih besar atau sama dengan konsumsi. Berikut dua transaksi swasembada pangan.

- 1) Transaksi segitiga terjadi ketika bantuan pangan dibeli di negara selain negara donor dan digunakan sebagai bantuan pangan, keuangan, atau teknis di negara lain (Barrett, 2006; Maxwell et al., 2008).
- 2) Transaksi terjadi dalam suatu bentuk bantuan pangan yang berbeda dari bantuan non pangan, Misalnya, bantuan pangan program atau non-proyek ataupun persyaratan konsesional dari sumber daya yang ditransfer (kondisi harga, penjualan atau pembayaran yang lebih menguntungkan daripada yang dapat dicapai di pasar terbuka).

BAB VII

PEMBANGUNAN PERTANIAN BERKELANJUTAN



Beberapa hasil studi yang dilakukan oleh lembaga pemerintah ataupun Swasta menunjukkan bahwa pembangunan yang berwawasan global adalah indikator terciptanya suatu layanan yang selalu berubah. Layanan berbentuk mulai dari teknologi sampai tersedianya fasilitas yang dapat senantiasa dinikmati melalui layanan yang optimal dengan mengedepankan profesionalitas dan kesesuaian proporsi sebagai mana mestinya.

A. Pendekatan Pembangunan Pertanian

Agar petani memperoleh harga yang layak bagi hasil-hasil pertaniannya, diperlukan sistem pemasaran yang efisien meliputi transportasi, penyimpanan, pengolahan, pendanaan, dan pengelolaan. Sistem pemasaran yang efisien akan mengurangi margin pemasaran dan biaya pemasaran ditambah keuntungan pelaku pemasaran. Pengurangan margin pemasaran akan menurunkan harga hasil pertanian pada tingkat konsumen sekaligus meningkatkan harga hasil pertanian pada tingkat petani. Penurunan harga pada level konsumen akan meningkatkan kesejahteraan konsumen. Sebaliknya, peningkatan harga di tingkat petani akan meningkatkan kesejahteraan petani.

Kepercayaan petani terhadap sistem pemasaran menentukan keputusan petani dalam memilih komoditas yang akan diusahakan. Faktor yang memengaruhi kepercayaan petani terhadap sistem pemasaran adalah

- 1) pelayanan pihak pihak pemasar,
- 2) kinerja sistem pemasaran sebelum-sebelumnya,
- 3) fluktuasi dan prediksi harga pelbagai hasil pertanian, dan
- 4) tersedianya fasilitas pengolahan.

Kepercayaan terhadap sistem pemasaran oleh semua pihak yang terlibat merupakan dasar harus dibangun untuk menuju ke pertanian modern. Pemasaran mempunyai peranan sebagai berikut:

- 1) membantu menjembatani kesenjangan antara kebutuhan produsen dan konsumen;
- 2) membantu pengertian produsen yang lebih baik terhadap kebutuhan konsumen sehingga produsen dapat melakukan pekerjaan yang lebih baik pula untuk memenuhinya;
- 3) membantu produsen untuk memutuskan apa yang harus diproduksi dan kapan memproduksinya.

1. Teknologi Yang Selalu Berubah

Dengan teknologi yang sama produksi pertanian tidak dapat ditingkatkan secara terus menerus karena adanya faktor pembatas (kekurangan sumber daya manusia dan teknologi). Oleh karena itu, harus selalu dicari teknologi baru atau varietas baru yang responsif terhadap pemupukan, budi daya tanaman, dan kegiatan lainnya. Teknologi baru akan diterima petani apabila teknologi tersebut dapat menaikkan produksi atau menurunkan biaya dalam jumlah yang cukup besar.

Teknologi baru dapat berasal dari pelbagai sumber, yaitu praktik petani, perusahaan swasta, dan lembaga penelitian.

- 1) Praktik petani. Petani dapat menghasilkan teknologi baru, baik dari hasil rekayasa maupun hasil adaptasi lingkungan lokal yang spesifik, misalnya, budi daya jagung hibrida, kedelai edamame, dan ubi kayu.

- 2) Daerah lain/negara lain. Daerah tertentu ataupun negara tertentu menghasilkan bibit dalam jumlah besar sehingga melebihi kebutuhan daerah/negara itu sendiri sehingga perlu diekspor.
- 3) Hasil percobaan dan riset, baik dari perguruan tinggi, lembaga riset nasional, maupun internasional mempunyai balai penelitian dan percobaan. Misalnya, benih padi IR 64 dan benih lainnya yang dihasilkan oleh International Rice Research Institute (IRRI).

2. Tersedianya Saprodi dan Alsintan secara Lokal

Sarana produksi pertanian, seperti pupuk atau pestisida dan alat mesin-mesin pertanian berupa traktor, alat pemanen, alat perontok, dan *sprayer* dihasilkan oleh pabrik berskala besar. Petani akan membeli dan dapat menggunakan sarana produksi dan alat mesin pertanian apabila memenuhi syarat-syarat sebagai berikut.

- 1) Secara teknis efektif, misalnya, tingkat produktivitasnya lebih tinggi, masaknya lebih serempak, rasanya lebih enak, dan banyak diminati para petani.
- 2) Kualitasnya terjamin, misalnya, kebenaran komposisi bahan.
- 3) Harganya rasional yang berarti rasio input dan *output* menguntungkan petani.
- 4) Tersedia di lokasi pada waktu dibutuhkan.
- 5) Dijual dalam ukuran yang sesuai dengan kebutuhan petani.

3. Insentif Produksi bagi Petani

Akses terhadap pasar hasil pertanian, cara-cara usaha tani yang lebih baik, dan ketersediaan input pertanian merupakan peluang yang dapat dimanfaatkan oleh petani untuk meningkatkan produksinya. Peluang ini akan dimanfaatkan oleh petani yang bergantung pada (1) harga input dan harga *output*, (2) bagian hasil yang diterima petani, dan (3) ketersediaan barang dan jasa yang dibutuhkan rumah tangga tani.

Ketersediaan input pertanian meningkatkan produksi untuk pasar meskipun tergantung pada harga dan kondisi pasar. Pertama, harga hasil pertanian yang diterima petani harus cukup menarik sehingga usaha tani memberikan pendapatan dan keuntungan

yang cukup bagi petani. Kedua, dalam memproduksi, petani lebih memilih komoditas yang harganya paling tinggi dengan catatan pilihan ini tidak mengganggu pasokan pangan untuk rumah tangga. Dengan kata lain, petani akan memilih komoditas yang paling menguntungkan. Ketiga, petani akan menggunakan cara-cara usaha tani baru apabila petani mempunyai input yang dibutuhkan secara lokal dan mengetahui cara penggunaannya. Keempat, peningkatan efisiensi pemasaran dapat meningkatkan harga yang diterima petani.

4. Transportasi

Transportasi sangat penting bagi daerah pertanian. Biaya transportasi yang murah diperlukan agar (1) harga yang diterima petani dari hasil penjualan produknya relatif tinggi dan (2) harga yang harus dibayar petani atau pembelian input relatif rendah. Besarnya biaya transportasi tergantung pada seberapa berat volume barang yang diangkut. Makin berat dan besar volumenya, makin mahal biaya transportasinya. Begitu pula terkait faktor angkutan jarak dari asal ke tujuan. Makin jauh jaraknya, makin mahal biaya transportasinya. Selain itu, pengangkutan yang dilakukan lebih mahal apabila tidak dapat diangkut sekaligus, apalagi terpaksa menggunakan berbagai macam alat angkut. Berbagai kasus menunjukkan bahwa biaya transportasi yang murah dan memadai dapat menentukan keberhasilan pembangunan pertanian

B. Syarat Pelancar Pembangunan Pertanian

Selain syarat-syarat untuk pembangunan pertanian, ada syarat-syarat pelancar pembangunan pertanian. Syarat pelancar ini sifatnya mempercepat lajunya pembangunan pertanian. Apabila semua syarat pelancar dipenuhi, pembangunan pertanian akan berjalan dengan laju yang tinggi. Syarat-syarat pelancar pembangunan pertanian tersebut adalah sebagai berikut.

1. Pendidikan Untuk Pembangunan

Pendidikan bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan, kemampuan, dan keterampilan melalui pembelajaran dari pengalaman masyarakat

pada masa yang lalu dan dari masyarakat lainnya. Pendidikan ada bermacam-macam:

- 1) pendidikan dasar dan lanjutan selama 9 tahun,
- 2) pendidikan pembangunan petani,
- 3) sekolah lapang atau SLPHT,
- 4) pelatihan untuk teknisi pertanian, dan
- 5) pendidikan pertanian bagi masyarakat perkotaan (*Urban Farming*)

Prinsip-prinsip penyelenggaraan pendidikan bagi petani adalah sebagai berikut.

- 1) Pendidikan diselenggarakan di tempat petani.
- 2) Petani adalah orang dewasa.
- 3) Sesuai dengan waktu yang tersedia pada petani.
- 4) Berkaitan dengan cara-cara baru dalam usaha tani.
- 5) Harus segera diikuti dengan kesempatan untuk mencoba.
- 6) Sesuatu secara teknis dapat dilakukan oleh petani dan menguntungkan bagi petani.
- 7) Petani didorong untuk mencoba.

Pendidikan yang diselenggarakan dengan prinsip-prinsip tersebut dikenal sebagai pendidikan penyuluhan. Berikut unsur-unsur profesionalisme teknisi penyuluhan:

- 1) spesialis dalam pengetahuan dan keterampilan teknis;
- 2) memahami pertanian;
- 3) memahami sifat dan pentingnya pembangunan pertanian;
- 4) memahami petani dan organisasi atau komunitasnya;
- 5) memahami bahwa petani umumnya adalah rasional;
- 6) menghargai dan memahami spesialisasi di bidang lain;
- 7) memahami pentingnya hubungan individu dalam suatu organisasi; dan
- 8) terus belajar dan mencoba.

Pendidikan pertanian bagi orang kota atau *urban farming* diperlukan karena banyak di antara orang kota yang menjadi

petani unggul sehingga dapat memengaruhi proses pembangunan pertanian.

2. Kredit Produksi Pertanian

Umumnya petani tidak memisahkan secara tegas dana yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dan produksi. Perilaku petani ini menimbulkan kekhawatiran bahwa kredit produksi tidak digunakan secara benar. Akibatnya, kenaikan produksi dan pendapatan tidak tercapai dan petani tidak mampu mengembalikan kredit. Macam-macam kredit untuk petani:

- 1) kredit dikembalikan dalam bentuk hasil panen,
- 2) kredit dengan pengawasan,
- 3) kredit bank,
- 4) kredit koperasi, dan
- 5) kredit perorangan.

Beberapa Pertimbangan Petani dalam mengambil kredit adalah sebagai berikut.

- 1) Kenaikan Hasil Pertanian yang akan diperoleh.
- 2) Harga yang akan diterima pada waktu panen.
- 3) Biaya kredit berupa bunga dan biaya pengurusan.
- 4) Kemudahan dalam memperoleh kredit.
- 5) Kredit diperoleh pada saat dibutuhkan.

Beberapa masalah yang dihadapi pemberi kredit, yakni (1) biaya administrasi kredit biasanya tinggi dan (2) periode pengembalian kredit yang bervariasi, tergantung dari macam usaha tani yang dibiayai dengan dana kredit.

3. Kegiatan kelompok Tani

Beberapa kegiatan usaha tani harus dikerjakan secara serempak atau diatur oleh petani secara bersama-sama. Untuk itu, diperlukan adanya organisasi petani yang mengelola kegiatan bersama. Adanya organisasi semacam ini dikenal sebagai kelompok tani. Berbagai kegiatan yang dilaksanakan secara berkelompok di antaranya

- 1) pembangunan, pemeliharaan, dan pengoperasian sarana, serta prasarana pertanian,
- 2) pengendalian hama dan penyakit termasuk OPT,
- 3) kegiatan koperasi pertanian, dan
- 4) pengaturan-pengaturan di kalangan petani.

4. Perencanaan Pembangunan Pertanian Nasional

Perencanaan pembangunan pertanian nasional meliputi perencanaan kebijakan dan program pemerintah. Kebijakan pemerintah berkaitan dengan pemilikan dan penguasaan lahan, pajak, (*value/nilai uang*) dan nilai tukar, tarif, harga-harga domestik, serta investasi publik. Adapun program pemerintah berkaitan dengan pendidikan, penelitian, kredit, peraturan perdagangan, pengembangan lahan, fasilitas transportasi dan lain-lain.

5. Kelembagaan

Lembaga adalah organisasi atau kaidah-kaidah, baik formal maupun informal, yang mengatur perilaku dan tindakan anggota masyarakat tertentu, baik dalam kegiatan-kegiatan rutin sehari-hari maupun dalam usaha untuk mencapai tujuan tertentu. Ada lembaga asli yang berasal dari adat kebiasaan turun temurun. Namun, ada pula yang berasal dari berbagai kegiatan, semacam pemilikan tanah, jual beli, sewa, “penyakapan” atau bagi hasil, gotong royong, kelompok tani, koperasi, dan arisan. Lembaga ini mempunyai peranan dan mesti ditaati. Kalau ada anggota masyarakat yang menyimpang dari kelembagaan ini, mereka akan disorot atau mendapatkan sanksi sosial.

C. Keberlanjutan Pangan dan Air

Dengan pesatnya pertumbuhan penduduk, industri ekonomi, dan urbanisasi yang progresif, peningkatan permintaan akan sumber daya air telah dan akan terus menjadi masalah serius bagi pembangunan ekonomi yang berkelanjutan di Indonesia. Di Tiongkok, misalnya, sumber daya air yang tersedia tidak cukup—padahal, negeri ini

menjadi salah satu referensi penggunaan air yang sangat efektif dan efisien.

Eksplorasi sumber daya air tanah secara berlebihan, terutama untuk memenuhi kebutuhan irigasi dan keperluan rumah tangga, telah memengaruhi produktivitas akuifer. Kualitas air terus menurun dari selatan ke utara, dari hilir ke hulu. Walaupun demikian, penelitian senantiasa dilakukan demi menghasilkan berbagai kriteria dan konsep yang ditawarkan dalam memberikan gambaran tentang fitur hidrologi, ketersediaan sumber daya yang ada, terutama kaitannya dalam hal kebutuhan air (pemanfaatan air, penggunaan air, dan proyeksi kebutuhan air). Penyesuaian kebijakan yang efisien dan terpadu untuk pemanfaatan air dan teknik konservasi yang relevan di berbagai sektor konsumsi air disarankan. Contohnya, daur ulang air dan pengisian ulang air tanah buatan. Tiongkok terus berupaya agar air permukaan dan air limbah yang diolah harus disesuaikan pada skala yang lebih besar.

Proyek *south-north water transfer* adalah salah satu cara yang tepat untuk mengatasi masalah kekurangan air di Tiongkok. Kelangkaan air bersih akan membuat negara tersebut memperkenalkan strategi pengelolaan air yang berorientasi pada permintaan (*supply and demand*) untuk melengkapi atau menggantikan praktik pengelolaan air yang sekadar berorientasi pada pemenuhan pasokan air pada masa mendatang.

Selama beberapa dekade terakhir telah terjadi peningkatan perhatian global pada pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan dan secara luas diakui sebagai tantangan besar bagi dunia (Johnson dan Handmer, 2002; Al-Salihi dan Himmo, 2003). Dengan pesatnya perkembangan ekonomi dan pertumbuhan penduduk yang cepat, pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan untuk keperluan industri, pertanian, dan domestik yang meningkat menjadi isu penting di Tiongkok (Liu, 2005). Sejak tahun 1960-an dan seterusnya, permintaan akan air telah meningkat pesat. Dari 600 kota besar di Tiongkok, hampir 400 di antaranya menderita kekurangan air dan lebih dari 100 kota berada dalam keadaan kritis kekurangan air.

Dengan pembangunan yang tidak terkendali dan eksploitasi berlebihan pada sumber daya air permukaan dan air tanah, banyak mata air dan sumur mengering. Banyak sungai dan aliran air sebelumnya menjadi terputus-putus atau mengering. Tambahan pula, ratusan danau menghilang selama beberapa dekade terakhir. Beberapa sungai, seperti Sungai Kuning, Huai, dan Hai/Luan, serta rawa-rawa Baiyang, yang menopang peradaban Tiongkok selama 5.000 tahun, berada di bawah ancaman penghentian aliran. Aliran sungai di Sungai Kuning, sungai terpanjang kedua di China, telah menurun karena penggunaan air yang berlebihan. Bagian hilir mengering lebih dari 700 km dari laut selama 226 hari pada tahun 1997.

Selain dampak kegiatan antropogenik, pemanasan global juga memberikan tekanan besar pada pasokan air di Tiongkok. Di bagian Dataran Tiongkok Utara, pengambilan air tanah yang berlebihan, bahkan mengakibatkan genangan air asin, yang menyebabkan kontaminasi persediaan air tawar yang tersisa. Diperkirakan bahwa air tanah diekstraksi beberapa kali lebih cepat daripada tingkat pengisiannya. Penggunaan sumber daya air mendekati tingkat yang tidak berkelanjutan karena peningkatan konsumsi sebagai akibat dari pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, perluasan lahan irigasi, dan eksploitasi yang tidak terkendali terhadap air tanah. Dalam beberapa tahun terakhir masalah yang terkait dengan peningkatan permintaan akan air makin diperparah dengan penurunan drastis kualitas air. Hal ini diakibatkan oleh kontaminasi limbah industri dan limbah domestik yang tidak diolah, serta pupuk dan pestisida pertanian.

Kekurangan sumber daya air yang terus berlanjut ini telah menjadi faktor penting yang membatasi pembangunan ekonomi dan sosial yang berkelanjutan di Tiongkok. Berdasarkan sejumlah makalah ilmiah dan buku yang terkait dengan berbagai aspek sumber daya air di Tiongkok, studi-studi ini memberikan gambaran umum tentang sumber daya air, seperti permintaan dan kemungkinan pasokan, serta penilaian sumber daya air yang tersedia di Tiongkok untuk masa depan. Dengan dasar pemeriksaan, beberapa langkah dan strategi berkelanjutan perlu Tiongkok jalankan untuk mengantisipasi kemungkinan kekurangan air.

Lahan yang cocok untuk produksi pertanian menurut studi yang dilakukan oleh Kementerian Sumber Daya Air Tiongkok terbagi menjadi sembilan cekungan/wilayah utama, yakni

- 1) Sungai Songhua/Liao,
- 2) Sungai Hai/Luan,
- 3) Sungai Huai,
- 4) Sungai Kuning,
- 5) Sungai Yangtze,
- 6) Sungai Zhujiang (Mutiara),
- 7) Wilayah Tenggara,
- 8) Wilayah Barat Daya, dan
- 9) Daerah aliran sungai pedalaman.

1. Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan

Dengan pesatnya pertumbuhan penduduk, sosial ekonomi, urbanisasi yang progresif, serta perkembangan pertanian dan industri, peningkatan permintaan akan sumber daya air telah dan akan terus menjadi masalah serius bagi pembangunan ekonomi yang berkelanjutan di Indonesia. Di Tiongkok sendiri sumber daya air yang tersedia tidak cukup.

Pengeboran air secara terus menerus akan berdampak negatif pada produktivitas dan kualitas air tanah. Berdasarkan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan, Tiongkok membutuhkan proyeksi kebutuhan air supaya pemanfaatan sumber daya air yang ada berlangsung efektif dan efisien (memanfaatkan teknik konservasi yang sesuai di pelbagai sektor).

2. Pengelolaan Sumber Daya Air di Kota

Wilayah Asia menyaksikan peningkatan yang signifikan dalam konsumsi air selama abad terakhir. Pertumbuhan penduduk dan pembangunan ekonomi dianggap sebagai faktor utama peningkatan konsumsi air. Akibatnya, peningkatan kebutuhan air telah menekan sumber daya air di wilayah tersebut. Pemanfaatan air terbesar di Asia adalah untuk keperluan pertanian dengan 80%

dari total konsumsi air di wilayah tersebut. Di sisi lain, apabila kita mempertimbangkan pengelolaan sumber daya air di masa depan, laju peningkatan kebutuhan air industri dan domestik harus disorot, terutama di daerah perkotaan tempat pertumbuhan penduduk dan pembangunan ekonomi agak terkonsentrasi.

Di Tiongkok ada lebih dari 400, di antara 668 kota, menghadapi kekurangan air dengan 108 kota mengalami dengan defisit air yang serius. Di samping itu, kerugian ekonomi tahunan yang disebabkan oleh kekurangan pasokan air perkotaan diperkirakan lebih dari 200 miliar yuan dalam industri produksi. Hingga tahun 2025, lebih dari separuh penduduk Asia diperkirakan akan tinggal di perkotaan (PBB, 2004) dan pertumbuhan penduduk yang terus-menerus terjadi dapat mempercepat masalah kekurangan air di perkotaan. Perlu diakui bahwa masalah air saat ini seperti kekurangan air sangat bergantung pada pengelolaan sumber daya air. Entah pengelolaan yang tidak tepat, entah tidak memadai. Oleh karena itu, peningkatan praktik pengelolaan sumber daya air saat ini adalah kunci untuk masa depan sumber daya air yang berkelanjutan.

Dengan mempertimbangkan pentingnya pengelolaan air yang baik secara eksperimental di daerah perkotaan untuk masa depan yang berkelanjutan di kawasan Asia, Institute for Global Environmental Strategies (IGES) sekarang melakukan proyek penelitian berjudul “Kebijakan Pengelolaan Air Berkelanjutan (SWMP) di Asia” dengan fokus khusus pada isu-isu pengelolaan air tanah di kota-kota Asia. Penelitian dilakukan dengan metode studi kasus di kota-kota Asia termasuk Tianjin (Tiongkok), Bangkok (Thailand), Bandung (Indonesia), dan Kota Ho Chi Minh (Vietnam).

Air tanah dapat diandalkan secara kualitas dan kuantitas, serta biaya pemanfaatannya lebih rendah dari pada pemanfaatan air permukaan, masyarakat cenderung memanfaatkan air tanah secara intensif. Seperti yang sering terjadi ketika penggunaan intensif seperti itu berlangsung tanpa kontrol yang tepat, air tanah menjadi sering habis dan menimbulkan permasalahan lingkungan. Ini karena penggunaan air tanah yang terdesentralisasi dan sulit dikendalikan. Dampak lainnya adalah kerusakan lingkungan,

misalnya, permukaan air terendah, penurunan tanah, dan intrusi air asin. Misalnya, di Tianjin dan Bangkok penggunaan air tanah yang meningkat berdampak pada insiden penurunan tanah. Jika diamati lebih jauh ternyata menyebabkan kerusakan infrastruktur bangunan dan peningkatan kerentanan terhadap banjir. Daerah perkotaan di Tianjin adalah daerah yang paling terdampak dengan rata-rata penurunan tahunan 119 mm pada tahun 1981. Tindakan intensif untuk mengurangi penurunan tanah pada tahun 1980, volume penurunan tanah tahunan di daerah perkotaan dan tiga distrik di daerah pesisir menurun pada tahun 1990–2000. Meskipun demikian, penurunan muka tanah tidak sepenuhnya berhenti dan bahkan penurunan muka tanah sebesar 20 mm/tahun masih bisa diamati terjadi di daerah pantai. Untuk wilayah lain di kota, penggunaan air tanah malahan meningkat, terutama untuk tujuan pertanian. Hal ini diduga menyebabkan perluasan penurunan muka tanah.

3. Penilaian Variasi Spasial Kualitas Air Permukaan

Aliran Kyeongan merupakan salah satu anak sungai dari Waduk Paldang yang merupakan sumber air minum terbesar di Korea Selatan. Aliran ini berfungsi sebagai salah satu kontributor utama polusi. Dalam studi ini *database* yang diperoleh selama program pemantauan menjadi sasaran analisis statistik multivariat (MVA) yang berbeda, seperti analisis cluster (CA) dan analisis faktor (FA). Tujuannya adalah untuk menyarankan pendekatan metodologis sederhana guna analisis dan interpretasi data yang kompleks.

Dengan menggunakan CA, data menghasilkan dendrogram yang mengelompokkan semua aliran yang dipantau ke dalam tiga kelompok yang signifikan secara statistik (polusi tinggi, polusi sedang, dan wilayah polusi rendah). Metode ini memungkinkan perancangan strategi pengambilan sampel spasial pada masa depan secara optimal melalui pengurangan jumlah lokasi pengambilan sampel dan biaya, tanpa kehilangan hasil yang signifikan. FA untuk tiga set data mengembangkan lima VF untuk wilayah LP dan MP, serta empat VF untuk wilayah HP (VF = varian factor (prosedur varimax yang digunakan untuk mencapai struktur sederhana; HP = Wilayah Poulsi tinggi). Nilai eigen lebih besar dari 1 yang menjelaskan bahwa

74%, 24%, 76%, 84% dan 78,25% dari total varians di masing-masing set data kualitas air. Ini termasuk kelompok polusi organik (limbah kota dan industri), kelompok nutrisi (limpasan pertanian), dan *Every Cost* (EC) atau *padatan* (proses pencucian dan limpasan tanah).

Pemantauan air merupakan salah satu prioritas tertinggi dalam kebijakan perlindungan lingkungan. Kualitas sungai ditentukan dari parameter fisik, kimia, dan biologi. Dalam asimilasi kota, sungai, air limbah industri, serta limpasan dari lahan pertanian di cekungan drainase yang luas, termasuk di antara badan air yang paling rentan terhadap polusi. Masalah utama dalam hal pemantauan kualitas air adalah kompleksitasnya. Hal ini terkait dengan kebutuhan analisis sejumlah besar parameter fisikokimia terukur yang sering kali terlalu sulit untuk ditafsirkan dan tidak sepenuhnya dieksplorasi. Teknik statistik multivariat seperti analisis klaster (CA) dan analisis faktor (FA) memungkinkan kita memperoleh informasi tersembunyi dari kumpulan data tentang kemungkinan pengaruh lingkungan terhadap kualitas air melalui reduksi dan klasifikasi data. Dalam studi ini database yang diperoleh selama program pemantauan menjadi sasaran analisis statistik multivariat (MVA) yang berbeda. Sebetulnya, ini dimaksudkan sebagai saran pendekatan metodologis sederhana untuk analisis dan interpretasi kumpulan data yang kompleks guna mengidentifikasi sumber/faktor polusi yang memengaruhi kualitas air sungai. Pendekatan ini juga dilakukan untuk mengidentifikasi parameter kualitas air yang bertanggung jawab atas variasi spasial dalam kualitas air sungai.

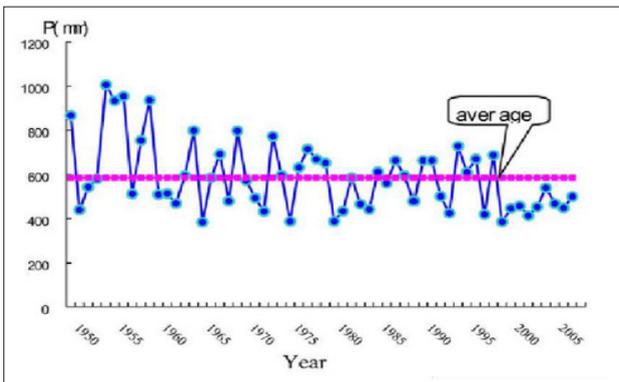
4. Analisis dan Penilaian Sumber daya Air *Real Time* untuk Mendukung Keberlanjutan

Aliran permukaan selama musim banjir 310 kali lebih tinggi daripada selama musim kemarau. Penguapan terjadi sekitar 450 mm dari permukaan tanah dan 1200 mm dari permukaan air. Karakteristik ini merupakan kerugian besar bagi pemanfaatan sumber daya air. Air sangat penting untuk keberlanjutan.

Kota Beijing terletak di wilayah semi-kering dan telah menderita kekurangan sumber daya air dalam beberapa dekade terakhir. Sumber daya air per kapita kurang dari 300 m³, yaitu sekitar 1/8 dari

rata-rata nasional dan 1/30 dari rata-rata dunia. Sementara itu, curah hujan di wilayah Beijing menunjukkan tren penurunan sejak tahun 1980-an.

Dengan demikian, untuk memahami situasi sumber daya air secara langsung, tepat waktu dan akurat, adalah sangat penting untuk mencapai pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan di Beijing. Berbagai sumber dijadikan rujukan dengan memperkenalkan situasi sumber daya air saat ini di Beijing dan menjelaskan kerangka teknis pendekatan penilaian sumber daya air dan metode analisis jumlah sumber daya air yang dihasilkan oleh peristiwa curah hujan langsung. Upaya-upaya tersebut dilakukan berdasarkan teori neraca air dan model curah hujan-limpasan terdistribusi dengan grid 1km x 1km. Platform operasional analisis sumber daya air canggih dengan fungsi interaktif yang dikembangkan berdasarkan Web GIS dan struktur B/S. Platform ini juga memperhitungkan efek aplikasi pada keberlanjutan masyarakat, ekonomi, dan lingkungan di Beijing. Pengembangan teknik ini bertujuan untuk menyediakan alat bisa berfungsi sebagai salah satu basis pengambil keputusan Kota Beijing. Dengan begitu, pemerintah bisa secara efektif mengirimkan sumber daya air dan sepenuhnya menggunakan sumber daya curah hujan perkotaan, bahkan air banjir.



Sumber: Xue dan Jinping (2007)

Gambar 7.1 Variasi curah hujan di Beijing dari tahun 1950–2007.

D. Model Bio-Ekonomi Berbasis GIS

Hasil referensi ini berfokus pada penerapan model bioekonomi (GBEM) berbasis GIS dalam pengelolaan air pada kasus DAS Shiyang, Provinsi Gansu, Tiongkok. Dengan mengintegrasikan analisis pada tingkat rumah tangga dan DAS, GBEM dapat memberikan alat analisis dan wawasan untuk mengoptimalkan alokasi spasial sumber daya air dan pengaruhnya terhadap *trade-off* antara tujuan ekonomi dan tujuan ekologis. Khususnya pada daerah aliran sungai yang heterogen secara spasial, alokasi spasial sumber daya air sangat penting untuk meningkatkan produktivitas air dalam pengelolaan air. Menurut rencana rehabilitasi daerah aliran Sungai Shiyang, setelah pengurangan penggunaan air pertanian untuk rehabilitasi lingkungan, termasuk perluasan teknologi hemat air dan rumah kaca surya, serta peningkatan kesempatan kerja di luar pertanian, pendapatan petani di Desa Minqin (yang memanfaatkan air DAS) tidak bisa naik ke level sebelumnya. Oleh karena itu, realokasi sumber daya air berdasarkan efisiensi penggunaan air dapat meningkatkan produktivitas air di tingkat DAS. Dengan kompensasi dari pihak yang menang kepada pihak yang kalah, baik Minqin maupun Liangzhou dapat mewujudkan peningkatan pendapatan petani. Dengan demikian, realokasi sumber daya air dalam rupa kompensasi dapat mendorong rehabilitasi lingkungan dan peningkatan pendapatan pertanian secara simultan.

Permintaan air yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan pembangunan ekonomi telah menyebabkan penggunaan sumber daya air yang berlebihan di daerah gersang di barat laut Tiongkok. Degradasi lahan dan penurunan yang disebabkan oleh penggunaan sumber daya air yang berlebihan telah menjadi masalah lingkungan yang serius (Yang et al., 2002). Muka air tanah menurun begitu banyak sehingga corong besar air tanah telah terbentuk disertai dengan peningkatan cepat mineralisasi air tanah dan salinisasi tanah. Akibatnya, salinisasi dan pengabaian tanah dipercepat (Tang et al., 2004; Liu et al., 2005; Ma et al., 2006).

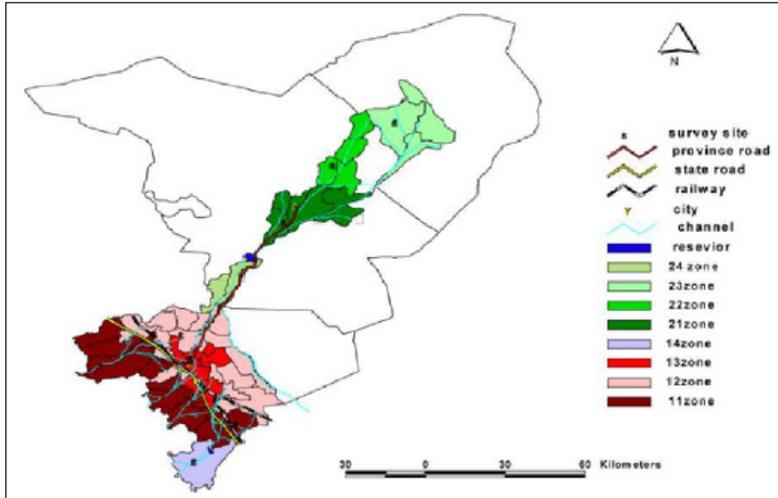
Restorasi ekologi tidak menghasilkan pembusukan. Kegiatan pertanian menghabiskan sebagian besar sumber daya air (Evans et

al., 2003). Oleh karena itu, sangat penting mengurangi penggunaan air pertanian untuk mencapai restorasi. Sementara itu, petani yang mencari nafkah, terutama dari kegiatan pertanian, menghadapi dilema bagaimana memberikan kesejahteraan pada petani dan keamanan ekologis (Bao & Fang, 2007). Teknologi hemat air, kesempatan kerja di luar pertanian, dan rumah kaca surya dianggap sebagai langkah penting untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pendapatan petani (Liu et al., 2004). Karena keragaman spasial yang besar DAS di daerah kering, patut diakui bahwa alokasi air penting untuk meningkatkan produktivitas air di tingkat daerah aliran sungai. Untuk analisis alokasi air di cekungan yang heterogen secara spasial, berbagai cara dikembangkan guna menyelesaikan materi dalam mengembangkan model bioekonomi (GBEM) berbasis GIS. Tujuannya adalah untuk menyimulasikan bagaimana alokasi air dapat meningkatkan produktivitas air di tingkat DAS di Indonesia.

1. Metode Bioekonomi

Model bioekonomi dapat memberikan kerangka terpadu untuk menghubungkan kegiatan ekonomi rumah tangga dengan kegiatan bioproduksi (Heerink et al., 2001; Shi et al., 2004, 2005, 2006; Janssen & Van Ittersum, 2007). Model ini dapat menyimulasikan perilaku rumah tangga dengan memaksimalkan pendapatan bersih di bawah kendala seperti tanah, air, tenaga kerja, pasokan dan permintaan makanan, pasar dan anggaran yang tidak sempurna. Contohnya, ketika pasokan air, peluang kerja di luar pertanian, atau teknologi penggunaan air berubah, perilaku rumah tangga baru (yang juga mungkin berubah) adalah *output*. Dalam konsep ini, kami membuat model bioekonomi berbasis program linier. Untuk menggabungkan tingkat petani dan tingkat regional, kami membangun model GBEM yang kerangkanya ditunjukkan pada Gambar 7.2. Parameter dalam model dihitung berdasarkan survei pertanian di Minqin dan Liangzhou.

Parameter kendala sumber daya lahan dalam model berasal dari database penggunaan lahan GIS. Parameter kendala sumber daya air dikonfirmasi sesuai dengan rencana rehabilitasi Sungai Shiyang dan alokasi penggunaan air.



Sumber: Janssen dan Van Ittersum (2007)

Gambar 7.2 Subzona di Lembah Sungai Shiyang

2. Desain Skenario

Berdasarkan langkah-langkah rehabilitasi lingkungan di atas, dirancang serangkaian skenario seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.1

Tabel 7.1 Skenario Rehabilitasi Lingkungan Sumber daya Air (Sumber GIS Indonesia)

Definisi Skenario	
A	Lari Dasar
B	Pengurangan sumber daya air
C	Teknologi hemat air + pekerjaan diluar pertanian
D	C + realokasi air

Sumber: Janssen dan Van Ittersum (2007)

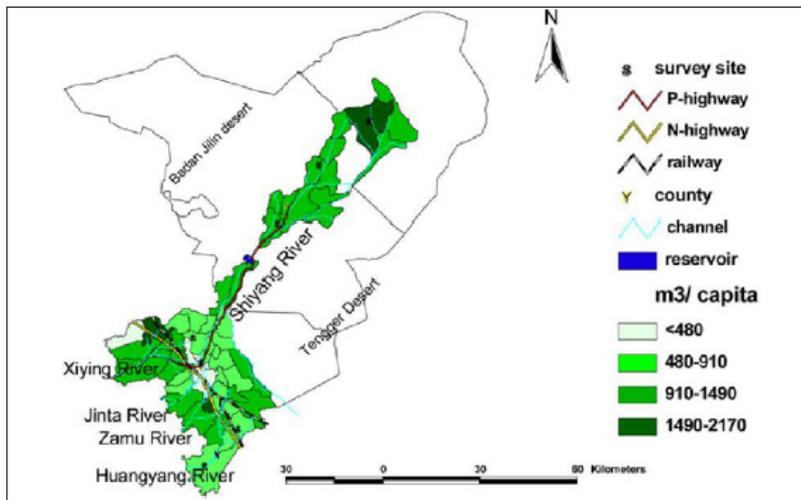
Skenario A adalah *base run* yang mewakili situasi saat ini. Skenario B adalah simulasi efek pendapatan petani dari pengurangan alokasi air dengan penyesuaian struktur pertanian. Skenario C dirancang

untuk mensimulasikan kemungkinan efek pada pendapatan dari langkah-langkah gabungan teknologi hemat air, rumah kaca surya, dan pekerjaan di luar pertanian di bawah alokasi air dari rencana rehabilitasi. Skenario D merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan produktivitas air dengan melakukan realokasi sumber daya air (Tabel 7.2 dan Gambar 7.3).

Tabel 7.2 Relokasi air dan sumber daya air tanah

Wilayah	Populasi 10^3 orang	Permukaan air alokasi sesuai dengan rencana 10^3 m ³	Air tanah alokasi sesuai dengan rencana 10^3 m ³	Air realokasi 10^3 m ³	Perubahan 10^3 m ³
minqin	226,74	210358	72007	225933	-56432
Liangzhou	209.63	80234	35359	172025	56432

Sumber: DAS Liongzhon (2001)



Sumber: DAS Minqin, Liangzhou (2001)

Gambar 7.3 Alokasi Air Setelah Pengurangan Air

Heterogenitas spasial yang besar dalam kondisi alam, ada perbedaan regional yang signifikan dalam efisiensi penggunaan air di

DAS Shiyang. Secara umum, efisiensi penggunaan air di Minqin lebih rendah daripada di Lianghzou. Rencana rehabilitasi mengalokasikan banyak air ke hilir karena menggabungkan air ekologis dengan air pertanian. Karena dapat mengakibatkan rendahnya efisiensi penggunaan air, pengoptimalan alokasi air dianggap dapat meningkatkan produktivitas air. Perubahan pendapatan dengan realokasi air harus dikompensasikan dari yang menang ke yang kalah.

3. Keberlanjutan Dalam Penggunaan Air Lokal

Hasil berbagai penelitian menunjukkan bahwa dalam penggunaan yang tepat, air limbah yang diolah makin diterima oleh masyarakat di seluruh dunia. Air limbah yang diolah dianggap sebagai sarana untuk melengkapi sumber daya air tawar yang langka. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki perawatan tersier yang paling layak untuk ditambahkan ke salah satu instalasi pengolahan air limbah Makau, di Taiwan. Diperlukan cara yang ekonomis untuk mencapai sejumlah kualitas sehingga air limbah yang diolah bisa diakui dan cocok untuk wilayah tersebut. Tujuan penggunaan kembali tentu diperuntukkan pada keperluan-keperluan seperti pencucian jalanan dan irigasi lanskap. Filtrasi pasir dan mikrofiltrasi dengan filter membran, baik sendiri maupun diikuti dengan disinfeksi UV di bagian hilir, diuji secara eksperimental. Hasil menunjukkan bahwa penyaringan pasir tidak cukup baik, sedangkan penyaringan membran dengan sterilisasi UV memberikan hasil yang menjanjikan. Dengan kata lain, jika memanfaatkan sterilisasi UV, kebutuhannya adalah oksigen biokimia karbon (CBOD 5), filtrat, *permeat* padatan tersuspensi (SS), total koliform (TC), dan air limbah olahan.

Penggunaan kembali air limbah yang diolah sebagai sarana untuk melengkapi sumber daya air tawar telah lama dipraktikkan di daerah gersang atau langka air di seluruh dunia. Aplikasi terbesar adalah pada industri pertanian yang membutuhkan air dalam jumlah besar. Kegiatan seperti pencucian jalanan, pencucian mobil, irigasi lanskap, serta pembilasan toilet juga diterima secara luas. Beberapa negara seperti Singapura, misalnya, bahkan mempromosikan air limbah

olahan berkualitas tinggi sebagai air kemasan. Makau adalah kota kecil yang praktis dan tidak memiliki sumber air. Menurut data yang dikeluarkan oleh Biro Statistik dan Sensor pemerintah SAR Makau, konsumsi air tahunan meningkat dari 51,63 Mm³ pada 2003 menjadi 65,83 Mm³ pada 2007, tumbuh sebesar 27,5% dalam lima tahun.

Dipercaya bahwa lebih dari 98% air yang digunakan oleh Makau harus diimpor dan dibeli dari daerah terdekat: Zhuhai di provinsi Guangdong, Tiongkok. Karena kondisi kekeringan yang tidak normal dalam beberapa tahun terakhir, sumber air tawar Makau menghadapi intrusi air laut dan kontaminan lainnya setiap musim dingin sejak tahun 2001. Selama beberapa tahun ini kandungan klorida air kota naik. Pertama menjadi 350 ppm, kemudian terus memburuk. Kandungannya naik ke titik terburuk ketika Makau mengalami gangguan pasokan air bersih pada bulan Februari 2006. Dengan pesatnya perkembangan industri dan perkotaan yang mendorong tingginya permintaan air internal di daerah hulu Makau seperti Zhuhai dan ditambah pertumbuhan ekonomi yang kuat di Makau itu sendiri, dapat diperkirakan bahwa pasokan air minum ke Makau akan berkurang di tahun-tahun mendatang. Artinya, jika air tidak dikelola dengan baik, kekurangan air akan terjadi secara berangsur-angsur.

Oleh karena itu makau perlu mengambil tindakan untuk memelihara dan memperluas sumber daya air tawarnya, serta mengubah pola konsumsi airnya—menggunakan kembali air limbah yang telah diolah adalah salah satu cara yang memungkinkan.

Sejak peraturan pabrik pengolahan air limbah Makau diberlakukan sekitar 15 tahun yang lalu, kualitas yang diperlukan untuk limbah yang diolah jauh lebih ketat daripada kualitas yang diakui secara internasional. Meskipun demikian, sampai sekarang Makau masih belum mempunyai peraturan resmi tentang penggunaan kembali air untuk tujuan-tujuan tertentu. Oleh karena itu, untuk menggunakan kembali limbah cair yang diolah, salah satu masalah terpenting di Makau adalah menetapkan sasaran kualitas limbah air yang diolah, serta kualitas untuk penggunaan kembali yang aman. Setelah penelitian literatur yang ekstensif, sekarang

sasaran kualitas untuk beberapa parameter utama dari limbah yang diolah yang sesuai dengan kondisi Makau diusulkan.

Tentu saja parameter lain, seperti konsentrasi logam berat, juga menjadi perhatian, tetapi secara komparatif kurang penting karena Makau adalah kota tanpa industri berat. Saat ini terdapat tiga instalasi pengolahan air limbah sekunder (WWTP) utama yang beroperasi di Makau pada Mei 2008—satu untuk semenanjung Makau, satu untuk Pulau Taipa, dan satu untuk Pulau Coloane. Ketiga IPAL tersebut adalah pabrik pengolahan biologis. Ketiganya saat ini tidak menghasilkan air limbah olahan yang memenuhi standar yang diakui secara internasional. Oleh karena itu, perawatan tersier lebih lanjut diperlukan untuk membuat air limbah yang diolah aman untuk digunakan kembali.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi potensi penggunaan limbah yang diolah di Makau, mengusulkan kualitas yang diperlukan, dan menyelidiki perawatan tersier yang diperlukan, baik fisikokimiawi maupun biologis. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat digunakan pada IPAL Taipa supaya dapat lebih meningkatkan kualitas air limbah sekunder yang diolah, serta menjadikannya air limbahnya untuk tujuan tertentu dengan cara yang aman dan ekonomis.

IPAL Taipa terpilih sebagai yang pertama setelah memastikan kualitas efluen dari IPAL melalui analisis pendahuluan, filtrasi pasir, dan mikrofiltrasi dengan filter membran (diidentifikasi sebagai solusi yang paling layak), serta percobaan skala laboratorium untuk menguji efluen yang diolah dari IPAL Taipa.

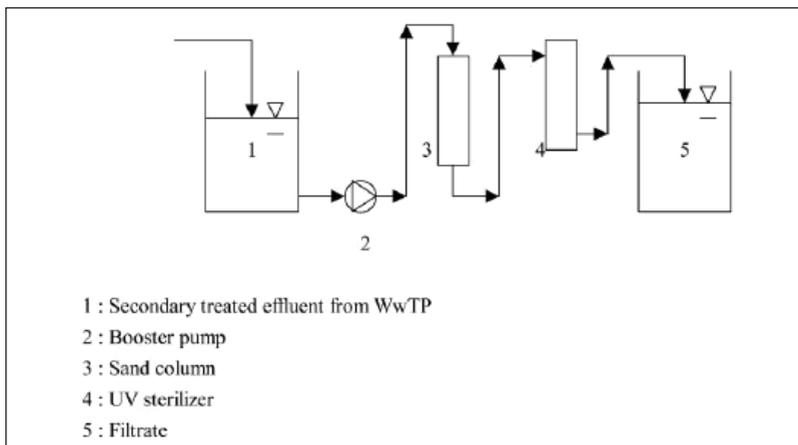
Analisis parameter kebutuhan oksigen kimia (COD Cr), kebutuhan oksigen biokimia karbon (CBOD 5 /BOD 5), padatan tersuspensi (SS), total koliform (TC), dan kekeruhan efluen, serta filtrat/permeat dilakukan setelah pencampuran menyeluruh sampel yang dikumpulkan. Metode pengujian parameter didasarkan pada “Metode Standar untuk Pemeriksaan Air dan Air Limbah” (APHA, 1995) dan metode HACH yang diterima oleh Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (U.S. EPA, 2004).

E. Metode analitis

COD diperiksa dengan reagen Hach. Ukurannya berkisar antara 0 sampai 1.500 mg/l dan diukur dengan spektrofotometer DR 2400. CBOD 5 / BOD 5 dan dianalisis menggunakan BODTrak Hach dengan atau tanpa inhibitor nitrifikasi pada 20°C selama lima hari. SS diukur menggunakan kertas saring 47 mm (Whatman 934-AH) dengan corong filter tiga bagian (Whatman) yang dihubungkan ke pompa vakum (Fisherbrand 70155). TC dianalisis dengan metode MPN Hach. Kekeruhan diukur dengan turbidimeter Hach 2100 N.

1. Filtrasi Pasir

Diagram skematis dari pengaturan penyaringan pasir ditunjukkan pada Gambar 7.4.



Sumber: Kwok Ho Chan (2010)

Gambar 7.4 Diagram skema dari pengaturan filtrasi pasir.

Pasir yang digunakan pada kolom pasir berasal dari Red Flint Sand and Gravel. Sebuah perusahaan yang menjual media komersial yang digunakan khusus untuk industri penyaringan air. Konfigurasi rinci kolom pasir ditunjukkan pada Gambar 7.4. Sampel diambil (sekitar 35 l) dari limbah yang diolah dikumpulkan dari IPAL Taipa

seminggu sekali selama total periode delapan minggu. Kemudian, sampel dimasukkan melalui kolom pasir dengan sterilisasi UV hilir oleh pompa *booster*. Dosis UV ditentukan oleh aliran filtrasi dan dijaga konstan dalam setiap pengujian. Dosisnya berkisar antara 100 sampai 106 mJ/ cm². Sampel efluen dan filtrat setelah penyaringan pasir dikumpulkan untuk selanjutnya dianalisis tingkat BOD 5, COD, SS, TC, dan kekeruhan.

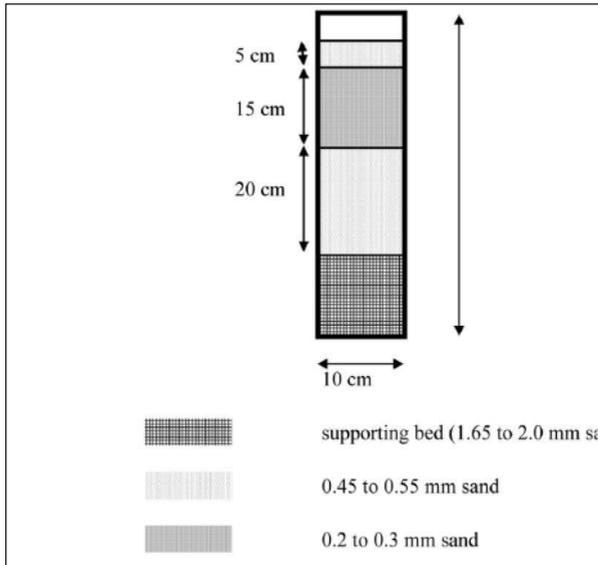


Foto: Illueca-Muñoz (2008)

Gambar 7.5 Konfigurasi Rinci Kolom Pasir

Hasil untuk kualitas percobaan penyaringan pasir ditunjukkan pada Gambar 7.5. Kualitas SS (tersuspensi) dan kekeruhan, terutama kekeruhan filtrat ditemukan lebih tinggi jika dibandingkan dengan tujuan penggunaan kembali. Kualitas limbah yang buruk dari IPAL juga dikaitkan dengan hasil ini. Efisiensi penyisihan rata-rata penyaringan pasir untuk SS dan kekeruhan masing-masing sekitar 45% dan 47%, yang sejalan dengan hasil yang diamati oleh Illueca-

Muñoz et al. (2008), yang melaporkan efisiensi penyisihan 50% untuk SS dan kekeruhan dalam percobaan serupa.

Di sisi lain, tingkat dosis UV dapat secara efektif menonaktifkan TC sebagian besar waktu (data tidak ditampilkan), kecuali untuk satu kesempatan dengan tingkat TC yang sangat tinggi, yang mengakibatkan ketidakpatuhan secara keseluruhan. Hasil BOD 5 tidak ditampilkan karena kesalahan eksperimen. Sebagian besar waktu hasilnya tidak normal sebagaimana dibenarkan dari tren BOD 5 yang tercatat pada alat pengukur BOD 5—terkadang BOD filtrat lebih tinggi daripada limbah. Fenomena ini diduga karena terjadinya nitrifikasi. Oleh sebab itu, inhibitor nitrifikasi ditambahkan ke sampel *permeat* dari filtrasi membran untuk pengujian BOD.

Tabel 7. 3 Data Kualitas Penyerapan Pasir

Limbah Taipa	Filtrasi	Efisiensi	
		Penghapusan (%)	
COD (mg?1) n = g	81 71 ± 32	64. 42 ±35	
	5	97	23.92±17.4
	29.08±10		
SS (mg) (n=8)	4	15.9±7.64	44.69±15.11
	23.36±16	12.81=-10	
Kekeruhan (NTU) (n=8)	8	98	46.95±15.14
			6.43±11
Total Coliform (MPN/100 ml) (n=7)	nm	72	TIDAK

Nm = tidak diukur, na = tidak berlaku

Sumber: Zhang dan Farahbakhsh (2007)

Sebagai perbandingan, filtrasi membran terbukti memiliki hasil yang lebih menjanjikan. Tabel 7.3 menunjukkan hasil analisis untuk efluen dan *permeat* dari percobaan filtrasi mikro. Seperti yang ditunjukkan hasil penelitian, tingkat SS, kekeruhan, dan CBOD 5 jauh di bawah tujuan penggunaan kembali dengan nilai masing-masing 1,39 mg/l; 0,26 NTU; dan 5,65 mg/l dalam kasus filtrasi

membran saja, sedangkan nilai 0,88 mg/l; 0,3 NTU; dan 5,43 mg/l; masing-masing dalam kasus filtrasi membran yang diikuti dengan sterilisasi UV.

Efisiensi penghilangan untuk SS dan kekeruhan bernilai lebih dari 90%. Meskipun total lebih dari tujuan penggunaan kembali, koliform masih terdeteksi dalam *permeat* ketika disinfeksi UV tidak dilakukan. Kepatuhan penuh tujuan penggunaan kembali dicapai setelah penambahan disinfeksi UV pada dosis rata-rata 67,5 mJ/cm². Alasan yang tepat untuk kehadiran TC dalam *permeat* dengan filtrasi membran saja belum diidentifikasi. Zhang dan Farahbakhsh (2007) telah melaporkan bahwa keberadaan total koliform dalam *permeat* filter membran yang utuh mungkin disebabkan oleh biofilm yang terbentuk di dalam garis *permeat* di bagian hilir.

Tabel 7.4 Kualitas dari mikrofiltrasi dengan atau tanpa disinfeksi UV.

	Tanpa UV Sterilizier			Dengan UV Sterilizier (Dosis UV rata-rata = 67,5 mJ/m ²)		
	Taipa Limbah (mg/l)	Menyerap (mg/l)	Pemindahan Efisiensi (%)	Taipa Limbah (mg/l)	Menyerap (mg/l)	Pemindahan Efisiensi (%)
Ukuran sampel	n = 13	n = 3	n=13	n=13	n=13	n=13
	97.57 ± 71	42.57±33	50.89±19	59.78 ± 29		62.05±21
COD (mg/l)	69	27	99	41	18.44 ± 2	64
	29.46 ± 26			21.67±15		
SS (mg/l)	13	1.39±1.24	91.94 ± 7.53	53	0.88 ± 1.52	97.44 ± 4.43
				12.28 ± 8		
Kekeruhan (mg/l)	17.67 ± 22.2	0.26±0.09	96.99±2.34	78	0.3 ± 0.19	96.1±3.13
	21.74 ± 19		63.24±19.	14.83±14		46.49±40
CBDO5 (mg/l)	18	5.65±1.69	22	76	5.43±1.7	38
Total Coliform (MPN/100ml)	nm	381±761	tidak	nm	12 ± 0	tidak

nm = tidak diukur; na = tidak berlaku

Sumber: Zhang dan Farahbakhsh (2007)

Kemungkinan lainnya adalah karena ukuran pori mutlak dari filter membran tidak diketahui. Beberapa pori mungkin cukup besar

untuk dilewati oleh koliform atau bisa juga karena penggunaan filter yang agak lentur dan dinamis.

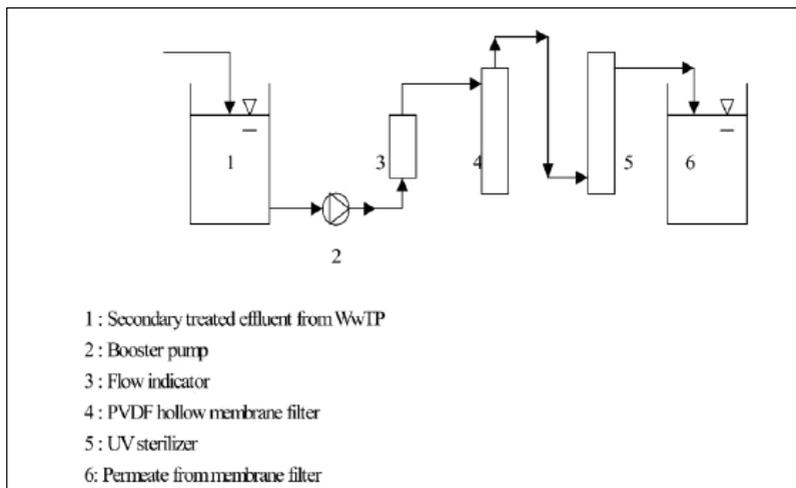
2. Filtrasi Membran

Filtrasi membran menggunakan serat berongga dengan luas total 4 m². Spesifikasi pengaturan eksperimental filter sangat mirip dengan penyaringan pasir: kolom pasir diganti dengan filter membran dan penambahan indikator aliran di bagian hulunya untuk kenyamanan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.6.

Alat sterilisasi UV dipasang di bagian hilir filter membran. Setelah serangkaian percobaan filtrasi dengan filter membran saja, hasilnya menunjukkan keberadaan total koliform dalam *permeat*. Dosis UV ditentukan oleh aliran filtrasi yang dijaga konstan dalam setiap pengujian. Nilainya berkisar dari 64 sampai 72 mJ/cm². Pengambilan sampel (sekitar 65 l) dari limbah yang diolah dikumpulkan dari IPAL Taipa dilaksanakan sekali atau dua kali per minggu untuk periode total sepuluh minggu. Penyaringan efluen yang dikumpulkan dilakukan dalam waktu empat jam. Sementara itu, kualitas limbah yang diolah, serta *permeat* filtrasi dianalisis dengan tepat.

Penggunaan kembali air limbah yang diolah telah dipraktikkan di seluruh dunia dan menjadi lebih populer saat ini sebagai cara yang efektif untuk menghemat sumber daya air tawar yang makin langka. Pesatnya perkembangan ekonomi Makau dalam beberapa tahun terakhir maka saat ini adalah waktu yang tepat bagi Makau untuk melakukan hal yang sama. Eksperimen skala lab telah dilakukan dengan limbah dari satu pabrik pengolahan air limbah lokal. Harapannya tentu menemukan cara yang paling ekonomis untuk mengolah limbah lebih lanjut sehingga dapat digunakan kembali dengan aman di kota. Setelah penyaringan pasir dan penyaringan membran diuji, baik dengan maupun tanpa disinfeksi UV, penyaringan pasir yang diikuti dengan disinfeksi UV tidak dapat menghasilkan air olahan yang cukup untuk memenuhi sasaran kualitas penggunaan kembali, sedangkan penyaringan membran saja memenuhi hampir semua sasaran, kecuali TC.

Kinerja filtrasi membran dua kali lebih baik dari filtrasi pasir. Efisiensi penyisihannya lebih tinggi dari 90% untuk SS dan kekeruhan. Dengan penambahan sterilisasi UV di bagian hilir, filtrasi membran menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan dan memenuhi semua sasaran kualitas penggunaan kembali. Kinerja jangka pendek dari filtrasi membran terbukti sangat baik, sedangkan kinerja jangka panjang dalam mode berjalan terus menerus masih memerlukan studi lebih lanjut.



Sumber: Facile et al. (1990)

Gambar 7.6 Setup Eksperimental Filtrasi Membran

3. Pengelolaan Air Berkelanjutan Penggunaan Air Reklamasi

Studi di Tianjin, karena kekurangannya yang parah dan penggunaan sumber daya air yang tidak efisien, sekarang menghadapi banyak masalah seperti kualitas bahan tanah dan polusi dari irigasi air limbah. Semua hal itu akan membatasi keberlanjutan pengembangan ekonomi sosialnya.

Sebagai sumber air baru yang tidak konvensional, potensial, dan telah terbukti berguna di tempat lain, air reklamasi dapat digunakan secara luas untuk meningkatkan keadaan pemanfaatan air yang tidak memuaskan di Tianjin. Dalam makalah ini, berdasarkan analisis *status quo* dari proyek penggunaan air reklamasi yang ada dan rencana terkait untuk pemanfaatan air reklamasi di masa depan, penulis membahas masalah secara rinci sembari mengajukan beberapa alternatif saran dan rekomendasi untuk meningkatkan keberlanjutan pengelolaan dan pemanfaatan air reklamasi di Tianjin.

Sebagaimana kita ketahui, Tianjin sangat kekurangan sumber daya air dan terkenal dengan kelangkaan air tawar. Penyebabnya bukan hanya karena kondisi alam, geografis, dan iklim semata, melainkan juga karena penggunaan sumber daya air yang saat ini tidak efisien. Sumber air yang ada tidak dapat memenuhi permintaan. Hal ini mengakibatkan eksploitasi air tanah yang berlebihan dan menimbulkan banyak masalah terkait. Di Tianjin ketersediaan air per kapita adalah 160 m^3 yang hanya $1/15$ dari rata-rata nasional dan $1/60$ dari rata-rata dunia. Bahkan, dengan tambahan air yang ditransfer, ketersediaan air per kapita kurang dari 360 m^3 yang juga jauh lebih rendah dari rata-rata nasional 2.200 m^3 .

Oleh karena itu, Tianjin menderita kekurangan air yang parah. Beberapa hal yang menyebabkan hal ini adalah

- 1) keterbatasan sistem manajemen tradisionalnya,
- 2) ketidakmatangan kebijakan dan peraturan relatifnya,
- 3) kegagalan pasar untuk memainkan peran yang kuat,
- 4) kurangnya dana untuk program pemanfaatan kembali, hingga
- 5) tingkat pemanfaatan kembali sumber daya air terbatas yang ada masih sangat rendah.

Selain itu, belum terbentuk industri skala besar yang memanfaatkan air reklamasi, limbah air (yang dianggap) merupakan bagian limbah sekunder sangat serius, dan manfaat dari penghematan air belum sepenuhnya ditunjukkan. Dengan demikian, pemerintah Makau perlu mempercepat langkah pempopuleran penggunaan air reklamasi dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya air

secara ilmiah. Ini adalah subjek studi yang sangat penting yang kita bahas saat ini.

Institusi dan departemen khusus harus dibentuk untuk menangani masalah regenerasi dan penggunaan kembali air limbah. Tanggung jawab departemen ini adalah

- 1) untuk mengelola fasilitas dan jaringan pipa,
- 2) bertanggung jawab secara terpisah atas pemeriksaan dan pengoperasian proyek,
- 3) mengawasi biaya dan kualitas air,
- 4) mengembangkan kebijakan atau peraturan terkait tentang penggunaan air reklamasi dan kualitas air reklamasi, serta
- 5) menetapkan rencana terkait untuk situasi darurat dan masalah relevan lainnya.

Selain itu makau perlu menyadarkan masyarakatnya akan parahnya situasi kelangkaan air saat ini dan perlunya menggunakan air reklamasi. Pengetahuan tentang air reklamasi harus disosialisasikan kepada masyarakat untuk memfasilitasi pemanfaatan lebih lanjut dari air reklamasi.

4. Produksi Tanaman

Efisiensi pemanfaatan air hujan dievaluasi untuk pertanian lahan kering di timur laut Iran. Limpasan yang dikumpulkan dari tangkapan plastik tertutup diarahkan ke reservoir tanah dan digunakan untuk irigasi tambahan pertanian gandum lahan kering. Hasil gabah meningkat antara 70% dan 87% setelah memenuhi 35% dan 70% kebutuhan air tanaman dalam dua tahun berturut-turut. Hasilnya mendorong perencanaan serupa untuk zona gersang yang luas di negara itu.

Pemanenan dan pemanfaatan air hujan untuk irigasi tambahan telah berhasil diterapkan di banyak daerah kering sebagai sarana untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan dari daerah tangkapan air yang berdekatan dan mengirimkannya ke area penanaman selama musim kemarau.

Pemanenan air hujan untuk pertanian lahan kering dibagi menjadi dua kategori besar (Oweis et al., 1999), yakni dengan menggunakan kategori (1) konvensional dan (2) filtrasi. Metode pemanfaatan air hujan yang lebih konvensional didasarkan pada penggunaan langsung limpasan yang dikumpulkan untuk irigasi tanaman, sedangkan sistem yang lebih menjanjikan melibatkan reservoir eksternal untuk mengumpulkan limpasan (melebihi penggunaan langsung tanaman) untuk periode kering berikutnya atau sebelum hujan berikutnya terjadi.

Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan langsung air hujan tidak berhasil di daerah yang musim hujannya tidak bertepatan dengan waktu irigasi karena hampir tidak mungkin untuk menyimpan air di dalam tanah dari satu musim hujan ke musim berikutnya. Akibatnya, gagal panen dapat terjadi jika hanya tanah yang digunakan untuk penyimpanan.

Penelitian ini menunjukkan pengaruh pemanfaatan air hujan menggunakan reservoir eksternal untuk menyediakan irigasi tambahan untuk budi daya gandum di NE Iran (Pertanian dan Stasiun Penelitian Sumber Daya Alam, Torogh, Mashhad). Ini adalah salah satu tempat yang menjadi penelitian di Iran. Dalam penelitian ini pertumbuhan hasil biji gandum asli diperbandingkan dengan metode panen air hujan dan pertanian lahan kering tradisional selama dua tahun berturut-turut. Salah dua penyebab perkembangan dan pertumbuhan tidak maksimal ialah kekurangan sumber daya air dan tidak optimalnya penanganan kondisi lahan yang kekurangan air sehingga hasil yang dicapai dalam produksi tidak maksimal.

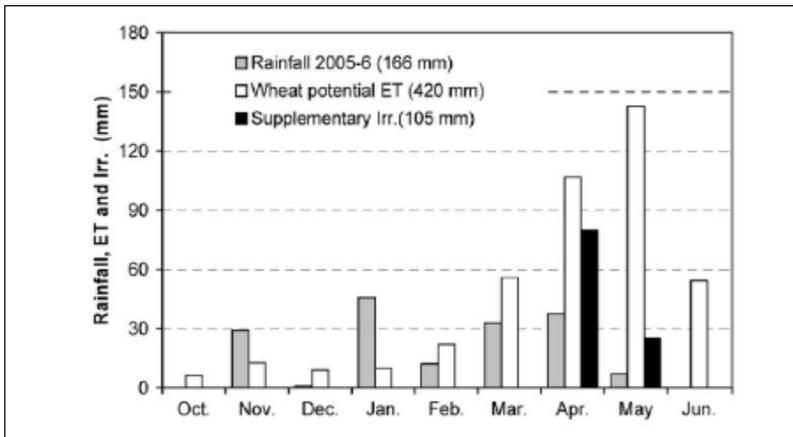
5. Budi Daya Gandum Menggunakan Irigasi Air Hujan

Pertanian irigasi air hujan dimulai pada tahun 2005. Upaya ini dimulai dengan penanaman benih gandum komersial menggunakan benih 120 kg/ha tepat setelah hujan pertama pada bulan November 2005. Proses persiapan dan pengendalian pertanian yang lengkap, termasuk disinfeksi dan pemupukan, dilakukan. Untuk mengevaluasi efisiensi pengelolaan air hujan untuk pertanian lahan kering, program irigasi tambahan direncanakan. Program irigasi tambahan ini adalah

penerapan jumlah air yang terbatas untuk tanaman ketika curah hujan gagal untuk menyediakan air yang cukup bagi pertumbuhan tanaman untuk meningkatkan dan menstabilkan hasil (Oweis et al., 1999).

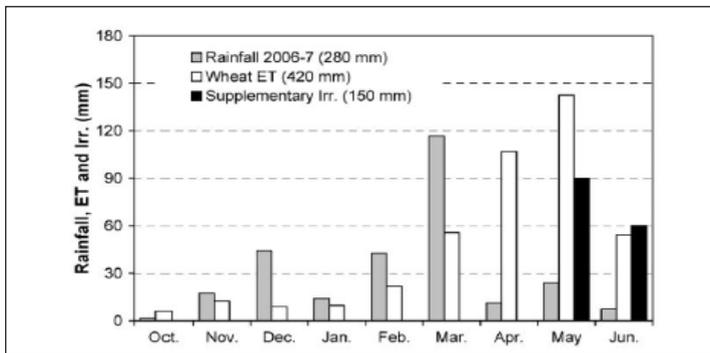
Data curah hujan selama masa tanam gandum dua tahun berturut-turut (2005–2007), bersama dengan evapotranspirasi gandum bulanan (Farshi, 1997) ditunjukkan pada Gambar 7.7. Dari total 420 mm gandum kebutuhan air, 116 mm disediakan dari curah hujan langsung. Jika sisa potensi air tanaman diambil dari daerah tangkapan air di sekitarnya, hasil yang maksimal pun dapat diperoleh.

Dengan mempertimbangkan waktu irigasi total, program diterapkan selama dua periode pertumbuhan kritis (29 April 2006 pada tahap *booting* gandum setara dengan 80 mm dan pada 18 Mei 2006 pada waktu pengisian gandum setara dengan 25 mm) dengan total 215 m³ air dialokasikan untuk pertumbuhan tanaman (35% dari air tambahan yang dibutuhkan melebihi curah hujan alami). Jika dibandingkan dengan pertanian lahan kering konvensional yang dilakukan di petak kontrol, hasil gabah meningkat 70% (dari 978 kg/ha di petak lahan kering menjadi 1.651 kg/ha untuk petak beririgasi).



Keterangan: Foto Curah Hujan
Sumber: Farshi (1997)

Gambar 7.7 Curah Hujan, ET, Dan Ketinggian Irigasi (2005–2006).



Keterangan: Foto Curah Hujan
 Sumber: Farshi (1997)

Gambar 7.8 Hujan, ET, Dan Ketinggian Irigasi (2006–2007)

Percobaan kedua praktik irigasi tambahan dilakukan pada tahun berikutnya (2006–2007). Jika catatan curah hujan dibandingkan dengan evapotranspirasi gandum pada histogram 6.8, bisa diamati bahwa sepanjang tahun 2006–2007 total 159 mm (dari total 420 mm kebutuhan air tanaman) dihasilkan dari hujan alami. Tiga irigasi tambahan dilakukan pada tahap pertumbuhan tanaman kritis dengan volume total 310 m³ (5, 24, dan 31 Mei 2007 pada tahap *booting*, tahap pengisian pembentukan sari pati dan masa pengisian biji-bijian dengan ketinggian irigasi diukur sebagai 35, 55, dan 60 mm).

Kekurangan air dan penurunan produksi pangan secara serius telah membahayakan orang-orang yang tinggal di bagian dunia yang gersang. Masalah ini sebagian telah diatasi dengan konsep pengelolaan air hujan. Konsep pengelolaannya menyiratkan pendekatan desentralisasi dan partisipasi untuk pemanfaatan air hujan dengan memanfaatkan lahan kosong yang sangat tersedia di wilayah sasaran. Air yang dibutuhkan tanaman yang melebihi hujan alami dapat dipanen dari daerah tetangga lalu dicadangkan untuk periode kering berikutnya atau digunakan di antara waktu sebelum terjadinya hujan.

Praktik ini telah menyebabkan ketergantungan pada pertanian lahan kering konvensional, terutama untuk meningkatkan produktivitas tanaman tertentu. Namun, praktik ini tidak menguntungkan, justru sebaliknya. Penelitian ini adalah salah satu upaya sistematis pertama untuk menguji pengaruh beberapa parameter. Tergantung kasusnya, misalnya, iklim dan jenis tanah dalam sistem pemanfaatan air hujan skala nyata yang berlangsung di suatu daerah yang terletak di Mashhad, Iran (Motagh, 2007).

Setelah pemasangan komponen proyek (termasuk 5.000 m² penutup plastik tangkapan, 500 m² tanah reservoir, saluran konveyor, sistem irigasi tetes, dan area pertanian 4.000 m²) irigasi tambahan dilakukan di atas petak skala budi daya gandum alternatif. Kemudian, hasil biji-bijian dibandingkan dengan mengendalikan petak lahan kering selama dua tahun secara kontinu yang berarti bahwa sekitar 58% dari kelebihan air yang dibutuhkan diperoleh dari sistem pemanenan air saat ini. Jika dibandingkan dengan pertanian lahan kering kontrol, hasil biji gandum pada tahun kedua rata-rata meningkat 87% (dari 744 kg/ha di petak kontrol menjadi 1.394 kg/ha di daerah irigasi) (Tabel 7.5).

Tabel 7.5 Peningkatan Hasil Gabah dengan Perlakuan Irigasi

Tahun	Lahan Kering (Kontrol), (kg/ha)	Tambahan Air (kg/ha)	Tanggapan (%)
2005-2006	975	1651	70
2006-2007	744	1394	87

Sumber: Ranaee (2021)

Pertumbuhan produksi seperti itu tentu menggembirakan karena terjadi di luar kebiasaan di daerah tetangga. Tambahan pula, budi daya gandum lahan kering adalah pertanian yang sangat kompetitif di daerah kering dan semi-kering di negara ini. Dapat dibuktikan bahwa peningkatan hasil gabah pada perlakuan irigasi, utamanya, disebabkan oleh peningkatan berat gabah rata-rata dan jumlah gabah rata-rata per satuan luas dibandingkan dengan petak kontrol.

Hasilnya memberikan indikasi bagaimana mengatasi dua masalah lahan kering, yaitu kekurangan curah hujan dan ketidaksesuaian musim hujan dengan kebutuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian lain yang menyatakan bahwa jika air minimum yang dibutuhkan untuk waktu kritis periode pertumbuhan tanaman dapat dipanen dari curah hujan yang mendahului, hasil biji-bijian secara keseluruhan dapat ditingkatkan secara signifikan. Hasil penelitian memberikan harapan bagi banyak petani lokal yang tidak dapat menutup pengeluaran mereka demi mengikuti proses pertanian lahan kering konvensional.

6. Pengembangan dan Produktivitas Talas di Lahan Sawah Tadah Hujan

Petani di Indonesia sudah terbiasa menanam talas di tegal atau pekarangan. Kendala budi daya talas di pekarangan, antara lain, kanopi yang rapat sehingga intensitas cahaya yang diterima tanaman rendah. Padahal, unsur radiasi matahari yang penting bagi tanaman ialah intensitas cahaya, kualitas cahaya, dan lamanya penyinaran. Jika intensitas cahaya yang diterima rendah, jumlah cahaya yang diterima oleh setiap luasan permukaan daun dalam jangka waktu tertentu juga rendah. Kondisi kekurangan cahaya mengakibatkan terganggunya metabolisme sehingga menyebabkan penurunan laju fotosintesis dan sintesis karbohidrat.

Pada kondisi kekurangan cahaya, tanaman berupaya untuk mempertahankan agar fotosintesis walaupun berlangsung dalam kondisi intensitas cahaya rendah. Keadaan ini dapat dicapai apabila respirasi efisien dan tergantung pula pada kemampuan tanaman untuk beradaptasi terhadap lingkungannya—ditentukan oleh sifat genetik tanaman. Secara genetik, tanaman yang toleran terhadap naungan mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan.

Peningkatan produktivitas tanaman pada prinsipnya dapat dilakukan melalui pengembangan varietas unggul, manajemen air, manajemen pupuk berimbang, manajemen organisme pengganggu

tanaman, seperti hama, penyakit, dan gulma, serta teknologi budi daya yang tepat.

F. Varietas Unggul Tanaman Talas Bentul

Varietas unggul didefinisikan sebagai varietas yang dapat berproduksi di atas rata-rata pada lingkungan spesifik. Benih bermutu sering dikaitkan dengan istilah benih bersertifikat atau benih bermutu. Sertifikat tersebut sebagai jaminan bahwa benih diperoleh dari proses yang terstandarisasi, memiliki kemampuan tumbuh dengan tingkat keseragaman tinggi, dan terbebas dari penyakit tular benih (*seed born diseases*).

Pemilihan varietas atau klon yang sesuai dengan karakteristik agroekologi lahan akan mengurangi biaya input seperti penggunaan kultivar ganjah dan toleran penyakit tertentu. Perakitan varietas atau klon dilakukan untuk memiliki kemampuan berproduksi tinggi pada lingkungan spesifik, seperti tahan terhadap intensitas cahaya yang rendah, kekeringan, dan genangan air. Hasil survei tentang bibit, yang dipakai dalam budi daya tanaman talas di Kecamatan Pegantenan, menunjukkan bahwa 100% bibit yang dipakai menggunakan bibit turun-temurun dari nenek moyang mereka. Dari bibit itu mereka menghasilkan produksi sedang, yaitu 2 sampai 7 Kg per ha. Akan tetapi, bibit yang mereka tanam mempunyai kelemahan, antara lain, tidak tahan terhadap penyakit, kekeringan, dan terhadap genangan air.

1. Manajemen Air

Air merupakan penyusun dari bobot makhluk hidup, yakni lebih dari 80%. Pengendalian air dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Kondisi kelebihan air pada banyak tanaman akan berdampak negatif, begitu pun sebaliknya. Hal tersebut disebabkan oleh efisiensi respirasi sistem perakaran yang terganggu akibat kondisi anaerob, penurunan sintesis sitokinin, dan akumulasi etilen pada batang yang berlebihan yang mengakibatkan tanaman layu dan daunnya berguguran.

Periode kritis terhadap air didefinisikan sebagai periode ketika tanaman membutuhkan air dalam jumlah yang cukup. Periode ini berbeda di antara tanaman, tetapi umumnya terjadi pada masa awal pertumbuhan, fase perkembangan bunga, dan fase pengisian umbi. Gangguan pada fase krisis air tersebut akan berpengaruh nyata pada produktivitas tanaman. Mempertimbangkan hal tersebut, terutama pada daerah yang ketersediaan airnya tidak mencukupi, perlu dilakukan upaya konservasi air seperti pemberian mulsa untuk mengurangi evaporasi tanah disertai dengan upaya pemanenan air seperti embung dan daerah resapan.

Berdasarkan hasil survei di tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Pegantenan, Kecamatan Palengaan, dan Kecamatan Proppo, sebesar 100% petani terkendala dalam menyediakan air untuk budi daya tanaman talas. Mereka yang berada di daerah lahan kering hanya mengandalkan tadah hujan. Untuk manajemen pemberian air bagi tanaman talas, mereka melakukan pengaturan tanam agar tanaman talas dapat tumbuh dan maksimal.

Penanaman tanaman talas dilakukan pada akhir musim kemarau. Di samping itu, masyarakat melakukan efisiensi atau mengurangi proses evaporasi tanah dengan cara pemberian seresah daun di sekitar tanaman talas pada fase awal pertumbuhan. Pada fase generatif masyarakat tidak perlu lagi menyediakan air bagi tanaman talas karena fase ini bertepatan dengan musim hujan. Itulah mengapa ketersediaan air bagi tanaman talas akan memengaruhi kelangsungan budi daya talas secara berkelanjutan.

2. Manajemen Pupuk Berimbang

Pemberian pupuk, baik unsur hara makro maupun mikro, didasarkan pada pertimbangan bahwa *high yielding variety* umumnya sangat responsif terhadap pemupukan. Selain itu, pemanenan yang berulang-ulang akan menguras unsur-unsur hara yang berada dalam tanah terbawa oleh hasil panen. Tanaman yang kekurangan pupuk akan menunjukkan gejala defisiensi yang dapat terlihat pada perubahan warna daun, penurunan laju pertumbuhan, dan pengurangan hasil, baik kualitas maupun kuantitas. Tanaman yang

kekurangan unsur hara akan rentan terhadap serangan hama dan penyakit, serta tidak mampu bersaing dengan gulma. Selain jenis unsur hara yang diberikan, beberapa aspek lain, seperti dosis pupuk, cara aplikasi, waktu pemberian, dan jumlah yang diberikan juga perlu mendapatkan perhatian.

Manajemen pemupukan yang dilakukan masyarakat di daerah penelitian menunjukkan bahwa 99% menggunakan pupuk N (urea) dan pupuk kandang, sedangkan sebesar 1% menggunakan pupuk N (urea), TSP, dan pupuk kandang. Sementara itu, masyarakat di daerah penelitian mengaplikasikan pupuk kandang pada awal penanaman, sedangkan pupuk N (urea) dan TSP diaplikasikan pada saat tanaman talas sudah berumur tiga bulan.

Berdasarkan survei, masyarakat yang memberikan pupuk kandang dua kali sebesar 98% dan sisanya memberikan sebanyak tiga kali. Sekalipun demikian, jumlah pupuk yang diberikan tidak konsisten. Jumlah tersebut hanya diberikan berdasarkan sisa pupuk yang dipakai pada tanaman tembakau atau tanaman padi. Untuk pupuk kandang, jumlah yang diberikan berdasarkan ketersediaan pupuk yang dipunya oleh masyarakat.

3. Manajemen Organisme Pengganggu Tanaman

Organisme pengganggu tanaman dapat berupa hama, penyakit, dan gulma. Kehadiran hama, penyakit, dan gulma dapat menurunkan produktivitas tanaman. Oleh karena itu, perlu langkah pengendalian. Seiring dengan adanya isu kelestarian lingkungan, pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) perlu diusahakan dilakukan di bawah ambang ekonomi dan bukan bersifat pemusnahan karena hama, penyakit, dan gulma tanaman pengganggu merupakan unsur penyeimbang ekologis.

4. Tata Guna Lahan

Pola penggunaan lahan di Kabupaten Pamekasan sebagian besar wilayahnya dipengaruhi oleh kondisi topografi daerahnya yang bergelombang. Dengan demikian, penggunaan lahan untuk permukiman, pusat layanan pemerintah, dan perdagangan

cenderung memusat di bagian selatan sepanjang jalan utama. Mulai dari wilayah Kecamatan Pamekasan, Proppo, Larangan, Pademawu, dan Galis.

Pola penggunaan lahan lainnya ialah dijadikan wilayah lahan usaha berupa sawah, tegalan hutan produksi, dan tambak/penggaraman, apalagi lokasi tambak/penggaraman sesuai dengan kondisi ruang yang ada di Kecamatan Tlanakan, Pademawu, dan Galis yang luasnya mencapai ± 2.095 ha. Penggunaan lahan di wilayah bagian barat didominasi untuk keperluan tegalan, sedangkan di wilayah Kabupaten Pamekasan bagian tengah (Kecamatan Palengaan, Pegantenan, Pakong, dan Kadur) permukiman penduduk menyebar secara sporadis ke wilayah-wilayah yang dekat dengan lahan usaha mereka. Di bagian utara permukiman penduduk tidak berbeda dengan di bagian tengah, hanya saja di sepanjang jalan utama daerah pesisir perkembangannya lebih pesat. Wilayah bagian timur merupakan daerah dataran tinggi dengan banyak kondisi lahan yang kritis sehingga pemanfaatan lahannya kurang optimal.

5. Aspek Fisik Geologis

Aspek fisik dan geologis suatu wilayah sangat berpengaruh terhadap pola keruangan, serta pengembangan perekonomian wilayah Pamekasan. Oleh sebab itu, aspek fisik dan geologis dijadikan salah satu dasar pertimbangan dalam suatu perencanaan tata ruang wilayah dan pembangunan daerah. Faktor- faktor yang perlu dikaji dalam aspek fisik dan geologis suatu wilayah adalah topografi, struktur geologis, jenis tanah, iklim, dan kondisi hidrologi daerah tersebut.

Secara umum Kabupaten Pamekasan memiliki luas wilayah $\pm 792,30$ km². Kabupaten ini merupakan daerah dataran rendah di bagian selatan dan utara, serta dataran tinggi di bagian tengah. Bagian utaranya mencakup Kecamatan Batumarmar yang memiliki ketinggian 0–100 mdpl dan sebagian bahkan mencapai ketinggian 250 mdpl. Bagian selatan wilayahnya relatif lebih datar, yang meliputi Kecamatan Tlanakan, Pademawu, dan Pamekasan. Kisaran ketinggiannya ± 50 mdpl, kecuali di bagian barat daya yang meliputi wilayah Kecamatan Proppo dan sebagian wilayah Kecamatan

Tlanakan yang ketinggiannya mencapai 250 mdpl. Di wilayah bagian tengah, yang merupakan perbukitan atau dataran tinggi, ketinggiannya hingga 477 meter di atas permukaan laut. Pembagian luas wilayah Kabupaten Pamekasan berdasarkan ketinggian dan kelerengan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 7.6 Luas daerah menurut ketinggian.

No	Ketinggian Tempat	Luas	
		ha	%
1.	0–100 M	39.608	49.99
2.	101–500 M	39.622	50.01
3.	501–1000 M	-	-
Jumlah		79.230	100.00

Sumber: BabasSingit (t.t.)

Tabel 7.7 Luas daerah menurut kelerengan

No	Klasifikasi Kelerengan	Luas	
		ha	%
1.	0%–2%.	23.263	29,4
2.	2%–15%	36.690	46,3
3.	15%–25 % dan 25%–40%	16.431	20,8
4.	> 40 %	2.742	3,5
Jumlah		79.230	100.00

Sumber: BabasSingit (t.t.)

Ditinjau dari topografinya, wilayah Kabupaten Pamekasan terdiri atas tiga macam wilayah, yaitu wilayah datar, bergelombang dan perbukitan, serta pantai. Topografi sangat berperan dalam menentukan potensi pengembangan lahan atau ruang pada suatu wilayah. Klasifikasi kelerengan di Kabupaten Pamekasan terbagi atas sebagai berikut.

- 1) Kelerengan 0%–2%: meliputi wilayah seluas 23.263 ha atau 29,4% dari luas wilayah Kabupaten Pamekasan secara keseluruhan,

kecuali daerah genangan air. Pada wilayah ini sangat berpotensi untuk pertanian tanaman semusim.

- 2) Kelerengan 2%–15%: meliputi wilayah seluas 36.690 ha atau 46,3% dari luas wilayah Kabupaten Pamekasan secara keseluruhan. Wilayah ini berpotensi sebagai lahan pertanian dengan tetap mempertahankan usaha pengawetan tanah dan air.
- 3) Kelerengan 15%–25% dan 25–40%: meliputi wilayah seluas 16.431 ha atau 20,8% dari luas wilayah Kabupaten Pamekasan secara keseluruhan. Wilayah ini berpotensi sebagai kawasan budi daya tanaman keras/tanaman tahunan karena wilayah tersebut mudah terkena erosi.
- 4) Kelerengan > 40%: meliputi wilayah seluas 2.742 ha atau 3,5% dari luas wilayah Kabupaten Pamekasan secara keseluruhan. Wilayah ini berpotensi sebagai daerah hutan, yang dapat berfungsi sebagai perlindungan hidrologis, serta menjaga keseimbangan ekosistem dan lingkungan hidup.

G. Struktur Geologis

Struktur geologi yang dimiliki oleh wilayah Kabupaten Pamekasan terdiri atas holosen, aluvium, pliosen, *limestone facies*, *miosen sedimentary facies*, dan *cleiston clay sedimentary*. Hal ini akan terlihat pada tabel yang disajikan berikut.

Tabel 7.8 Luas wilayah Kabupaten Pamekasan berdasarkan struktur batuan/geologi

No	Kala Pembentukan	Batuan Pembentuk	Luas	
			ha	%
1.	Holosen	<i>Alluvium</i>	17.689	22,33
2.	Pliosien	<i>Limastone Facies</i>	23.411	29,55
3.	Miosen	<i>Sedimentary Facies</i>	33.768	42,62
4.	Cleiston	<i>Clay sedimentary</i>	4.362	5,50
Jumlah			79.230	100,00

Sumber: Pertanian Kita (2010)

Lapisan batuan sedimen mendominasi hampir separuh luas wilayah Kabupaten Pamekasan. Ini menandakan bahwa sebagian besar wilayah lapisan tanah di Pamekasan telah mengalami erosi dan sedimentasi. Peristiwa erosi dan sedimentasi biasanya diberi dan disertai pembalikan horizon tanah, Dengan struktur yang demikian bisa dikatakan tanahnya berumur muda dan kurang cocok untuk pertanian. Hal ini diperparah oleh kondisi struktur batuan induk Madura secara keseluruhan, yang terbentuk oleh batuan gamping atau kapur yang bersifat basa dan kurang baik bagi pertumbuhan tanaman. Namun, pada kenyataannya tanah di Pamekasan tergolong subur karena masih terdapat batuan pembentukan aluvium yang cukup banyak. Batuan tersebut kaya akan mineral dan unsur hara yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman.

1. Jenis Tanah

Jenis tanah berhubungan dengan kepekaan terhadap erosi. Tanah di Pamekasan dibagi menjadi beberapa golongan berdasarkan kepekaannya terhadap erosi. Klasifikasi jenis tanah tersebut dijelaskan dalam tabel berikut.

Tabel 7.9 Jenis Tanah

Kelas	Jenis tanah	Tingkat kepekaan
I	Alluvial, tanah Glei, Planosal, hidromorf kelabu, laterik air tanah	Tidak peka
II	Latosol	Kurang peka
III	Brown forest soil, Noncolcic brown, mediteran	Agak peka
IV	Andosol, Loterik, Grumosol, Potsol, Podsolik	Peka

Sumber: Nofrian (2016)

Sementara itu, berdasarkan luas wilayahnya jenis tanah di Kabupaten Pamekasan diklasifikasikan sebagai berikut.

Tabel 7.10 Luas daerah berdasarkan klasifikasi tekstur tanah.

No	Klasifikasi Tekstur Tanah	Luas	
		ha	%
1.	Alluvial Hidromor	4.538	5,73
2.	Alluvial Kelabu Kuningan	6.707	8,47
3.	Asosiasi Kelabu dan Planosol Cokelat Kelabu	3.200	4,00
4.	Komplek Brown Forent Soil Litosol dan Mediteran	17.942	22,66
5.	Grumosol Kelabu	1.267	1,61
6.	Komplek Grumosol Kelabu dan Litosol	3.662	4,62
7.	Mediteran Merah dan Litosol	18.517	32,37
8.	Komplek Mediteran Grumosol	23.397	29,54
Jumlah		79.230	100,00

Sumber: Nofrian (2016)

Dari data Tabel 7.10 terlihat bahwa jenis tanah di wilayah Kabupaten Pamekasan didominasi oleh grumosol, yang kepekaan terhadap erosinya tinggi. Selain grumosol, Kabupaten Pamekasan memiliki karakteristik dan kandungan tanah yang terdiri dari tanah aluvial. Tanah ini berkembang dari bahan induk yang berupa endapan liat (*clay*) dan endapan liat yang bercampur pasir. Ciri yang paling menonjol adalah tanahnya berlapis-lapis dengan tingkat kesuburan yang relatif tinggi. Kandungan tanah lainnya adalah tanah litosol yang berbahan induk berupa batu kapur, batu pasir, campuran batu endapan tuf, batuan vulkanik, dan campuran batu kapur. Tanah ini belum mengalami perkembangan sehingga dianggap sebagai tanah yang paling muda. Kandungan lainnya adalah tanah regosol dan tanah mediteran.

2. Kondisi Hidrologi

1) Iklim

Menurut klasifikasi iklim oleh Köppen (1936) Kabupaten Pamekasan tergolong iklim Aw yaitu, iklim tropis, basah, dan kering dengan

curah hujan yang jelas. Yang terjadi sekurang-kurangnya ialah satu bulan < 60 mm (2,4 inci). Sementara itu, menurut klasifikasi iklim menurut Oldeman (dalam Bayong, 1999)—yang didasarkan atas bulan basah dan bulan kering untuk membantu usaha pertanian terutama padi—Kabupaten Pamekasan tergolong ke dalam iklim D yang berarti secara umum tergolong daerah kering. Berikut ini disajikan data curah hujan Kabupaten Pamekasan.

Tabel 7.11 Jumlah Curah Hujan Maksimal Dan Hari Hujan, serta Rata-Rata Curah Hujan Per Bulan Tahun 2007

	Bulan	Curah Hujan Maksimal(mm)	Hari Hujan	Rata-rataCurah Hujan
1	Januari	398	65	210
2	Februari	793	185	300
3	Maret	668	192	271
4	April	583	154	198
5	Mei	286	57	151
6	Juni	442	69	182
7	Juli	273	32	132
8	Agustus	33	6	30
9	September	-	-	-
10	Oktober	424	21	241
11	November	372	73	159
12	Desember	810	208	241
	Jumlah	5.082	1.062	2.115

Sumber: BabasSingit (t.t.)

Tabel 7.12 Jenis Musim Dan Temperatur Rata-Rata

Jenis Musim	• Hujan	: Oktober–April
	• Kemarau	: April–Oktober
Temperatur	• Maksimum	: 300 C
Rata-Rata	• Minimum	: 280 C
Kelas	Intensitas Hujan	Klasifikasi
I	< 13,6 mm/hari	Sangat rendah
II	13,6–20,7 mm/hari	Rendah
III	20,7–27,7 mm/hari	Sedang
IV	27,7–34,8 mm/hari	Tinggi
V	> 34,8 mm/hari	Sangat tinggi

Sumber: BabasSingit (t.t.)

Iklim menyangkut curah hujan dalam kaitannya dengan erosi. Curah hujan di Kabupaten Pamekasan rata-rata termasuk dalam kelas utama yang disebut I, yaitu di bawah 13,6 mm/hari. Berdasarkan kondisi hidrologi, kita bisa melihat kondisi curah hujan rata-rata wilayah Kabupaten Pamekasan di Madura yang tergolong sangat rendah jika dibandingkan dengan Pulau Jawa maka dapat dipastikan sebagian besar wilayah Pamekasan mengalami defisit/kekurangan air.

2) Pengembangan Kawasan Budi Daya

Kawasan budi daya pertanian merupakan kawasan yang kondisi fisik dan potensi sumber daya alamnya dapat dan perlu dimanfaatkan untuk kepentingan produksi dalam rangka memenuhi kebutuhan manusia dan pembangunan. Secara umum kawasan budi daya dibedakan menjadi kawasan budi daya tanaman musiman dan kawasan budi daya lahan kering pada tanaman tahunan. Kawasan budi daya tanaman musiman meliputi area sawah/pertanian dan perkebunan.

Pengembangan kawasan budi daya tanaman tahunan yang sangat potensial di Kabupaten Pamekasan adalah, Kecamatan Pasean,

Palengaan, dan Pegantenan. Daerah Palengaan tanaman tahunan yang potensial adalah tanaman konservasi, seperti akasia dan jati. Untuk pengembangan budi daya tanaman semusim, wilayah yang memiliki potensi adalah Kecamatan Pademawu dan Proppo karena area kedua wilayah tersebut paling luas jika dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Berikut ini dijelaskan mengenai pengembangan tanaman musiman yang terdapat di Kabupaten Pamekasan.

3) Pengembangan Potensi Pertanian

Kabupaten Pamekasan memiliki potensi di bidang pertanian. Luas area Pertanian Kabupaten Pamekasan seluruhnya mencapai 74.467,167 ha yang terdiri luas tegalan: 62.013,769 ha, sawah irigasi: 6.649,5 ha, dan sawah tadah hujan: 5.803,898 ha. Pola penyebaran kawasan pertanian sawah dan tegalan cenderung mengikuti pola sistem DAS yang ada. Area persawahan paling banyak terdapat di Kecamatan Pademawu, Proppo, Pegantenan, dan Palengaan, sedangkan kawasan tegalan banyak terdapat di Kecamatan Pamekasan, Pademawu, dan Proppo. Secara umum pertanian di Pamekasan dibagi menjadi dua sektor, yaitu sektor tanaman pangan dan tanaman hortikultura.

- 1) Sektor pertanian tanaman pangan cukup potensial untuk dikembangkan, terutama pada komoditas padi dan jagung karena komoditas ini terdapat di beberapa tempat di semua kecamatan yang ada di tingkat Kabupaten Pamekasan. Sementara itu, untuk jenis komoditas lainnya seperti umbi-umbian, kacang-kacangan, dan ketela pohon hanya kecamatan tertentu saja yang menghasilkan.
- 2) Sektor pertanian hortikultura yang potensial dikembangkan di wilayah Kabupaten Pamekasan adalah tanaman buah-buahan mengingat kondisi fisik wilayah yang kurang cocok bagi pengembangan tanaman sayur, kecuali di beberapa daerah tertentu. Itu pun luasan lahannya terbatas. Jenis komoditas yang sudah cukup dikenal sampai ke luar daerah adalah mangga. Komoditas ini terdapat di Kecamatan Galis, Proppo, Pegantenan,

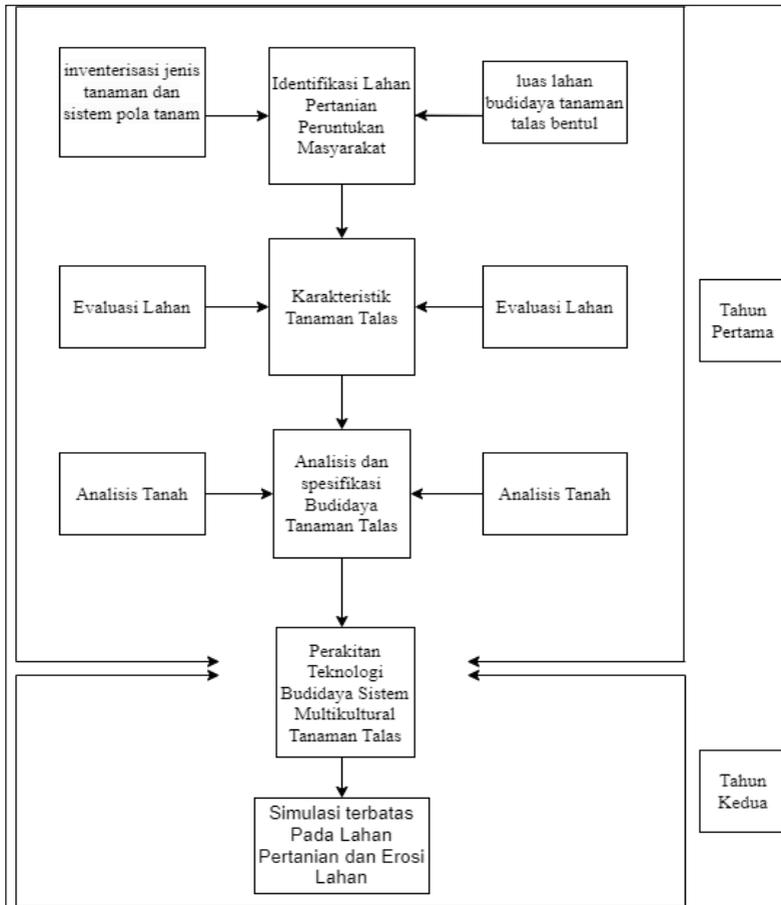
Batumarmar, Pasean, dan Waru. Selain itu, ada komoditas durian yang kualitasnya tergolong bagus, yaitu di Kecamatan Pegantenan, serta komoditas jeruk di Kecamatan Larangan. Namun, produktivitasnya sedikit dan belum sampai ke luar daerah sehingga perlu upaya pengembangan lebih lanjut.

4) Desain Pengembangan Talas Bentul

Pengembangan ini dilaksanakan sebagai sentra komoditas unggulan, yaitu studi untuk mengambil sampel tanah terhadap kandungan yang cocok terhadap talas bentul di Desa Palengaan Daya di Kecamatan Palengaan. Di samping itu, studi ini juga berusaha mengidentifikasi kecocokan kondisi lahan yang ada di lokasi tersebut.

Pertama, kami melakukan evaluasi terhadap kendala teknis dan manajerial yang dihadapi oleh petani sehingga upaya-upaya untuk meminimalan dan perbaikan terhadap beberapa kendala teknis dan manajerial bisa dilakukan. Dengan demikian, penerapan pertanian kesesuaian lahan terhadap jenis tanah dapat dilakukan secara menyeluruh dengan tetap memperhatikan prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan.

Kedua, kami merumuskan teknik budi daya dan pengembangan varietas talas bentul yang cocok terhadap kondisi iklim dan cuaca di Kabupaten Pamekasan, khususnya Desa Palengaan Daya sebagai sentra tanaman talas bentul dan kawasan Agropolitan. Kami mengelompokkan bahan kasar, kedalaman tanah, ketebalan gambut, dan alkalinitas warna kemerahan di Desa Palengaan Daya, Kecamatan Palengaan, Kabupaten Pamekasan. Dalam penilaian karakteristik dan identifikasi terhadap kesesuaian lahan, kami menggunakan metode perakitan varietas unggul talas bentul lokal Madura melalui kesesuaian lahan. Alur penelitian tahun I sampai tahun II disajikan pada Gambar 7.9.



Sumber: Zainol Arifin (2019)

Gambar 7.9 Siklus Dan Aturan Simulasi Terbatas Talas Bentul

Pengembangan ini akan dilaksanakan di Desa Palengaan Daya (75 mdpl) yang menjadi lokasi penelitian. Lahan desa ini cocok untuk ditanami talas bentul selaku komoditas unggulan Palengaan Daya sekaligus sentra komoditas unggulan talas bentul di Kabupaten Pamekasan. Selain itu, pertanian talas bentul sudah lama dilaksanakan dan dirintis di Desa Palengaan Daya, baik di Kecamatan Palengaan maupun kecamatan lain, yang memiliki ketinggian 45 dari

permukaan laut. Untuk kondisi saat ini pertanian talas bentul di Desa Palengaan Daya memiliki kuantitas lebih banyak jika dibandingkan dengan desa lain di Kab. Pamekasan, baik dalam jumlah luasan lahan (kurang lebih 6,4 ha) maupun dari jumlah pelaku. Desa Palengaan Daya dikenal sebagai sentra talas bentul yang oleh banyak orang dinilai mempunyai keunggulan dari aspek cita rasa dan bentuk apabila dibandingkan dengan talas bentul yang ditanam di daerah lain. Atas alasan inilah lokasi penelitian ditetapkan secara kawasan agropolitan.

H. Penghitungan Efisiensi Penggunaan Hara

Efisiensi penggunaan hara dihitung dari 5 indeks agronomi, yaitu sebagai berikut.

- 1) Faktor produktivitas parsial: nisbah antara hasil tanaman (kg) dalam per kg jumlah unsur hara yang diaplikasikan.
- 2) Efisiensi agronomi: nisbah antara peningkatan hasil tanaman (kg) per kg hara yang diaplikasikan.
- 3) Efisiensi *recovery*: jumlah hara yang diserap (kg) per kg yang dapat aplikasikan.
- 4) Efisiensi fisiologis: peningkatan hasil tanaman (kg) peningkatan hasil tanaman (kg) per kg unsur hara yang diserap.
- 5) Efisiensi pengambilan hara: jumlah hara yang diangkut berbagai dalam bentuk hasil panen tanaman dibagi dengan jumlah hara yang diaplikasikan dinyatakan dalam %.

1. Analisis Statistik

Data yang dikumpulkan dianalisis dengan analisis tanah yang digunakan untuk mengambil sampel di beberapa lokasi tingkat kepadatan tanah, baik tanah lempung berpasir maupun tidak berlempung. Untuk menunjukkan hasil yang baik sehingga petani dapat melaksanakan pertanian secara berkelanjutan, penulis membuat matriks penentuan tingkat erosi sebagaimana tabel dibawah ini.

Tabel 7.13 Matrik Penentuan Tingkat Bahaya Erosi

Tingkat Bahaya Erosi	Jumlah Tanah Permukaan yang hilang (cm/tahun)
Sangat ringan (SR)	$\leq 0,15$
Ringan (R)	0,15-0,9
Sedang (S)	0,9-1,8
Berat (B)	1,8-4,8
Sangat Berat (SB)	$\geq 4,8$

Sumber: Rayes (2017)

Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian tahun 2012 persyaratan penggunaan/karakteristik lahan untuk komoditas talas bentul dapat dilakukan dengan menggunakan faktor-faktor sebagai berikut:

- 1) temperatur (tc),
- 2) ketersediaan air (wa),
- 3) ketersediaan oksigen (oa),
- 4) media perakaran (rc),
- 5) gambut,
- 6) referensi hara (nr),
- 7) hara tersedia (na),
- 8) toksisitas (xc),
- 9) sodisitas (xn),
- 10) bahaya sulfidik (xs),
- 11) bahaya erosi (eh),
- 12) bahaya banjir/genangan pada masa tanam (th), dan
- 13) penyiapan lahan (lp): N.

Untuk menentukan faktor-faktor yang memengaruhi pengembangan pertanian talas bentul, kita dapat mengidentifikasi faktor-faktor persyaratan tersebut. Kita tentukan kelas kesesuaian, antara lain, hubungan antara skala, jarak, dan luasan dapat dilihat pada Tabel 7.14.

Evaluasi lahan skala tinjau umumnya dilakukan untuk kepentingan nasional dan sifatnya sangat kualitatif. Analisis ekonomi hanya dilakukan secara kasar. Hasil evaluasi biasanya digunakan untuk kepentingan perencanaan nasional dengan prioritas proyek-proyek besar untuk pengembangan wilayah. Evaluasi lahan pada tingkat tinjau akan menghasilkan peta-peta sumber daya alam dengan skala peta 1:500.000 sampai 1:125.000. Di sisi lain, beberapa pakar berpendapat bahwa pekerjaan evaluasi lahan pada skala tinjau akan menghasilkan kelas-kelas kemampuan lahan di suatu wilayah. Pekerjaan evaluasi lahan skala semi-detail akan menghasilkan peta kesesuaian lahan dengan skala 1:100.000 sampai dengan 1:25.000. Dalam hal ini, pekerjaan evaluasi lahan sudah mempertimbangkan aspek ekonomi dengan perhitungan yang lebih detail. Selain itu, pada skala detail akan dihasilkan peta pengelolaan lahan dengan skala 1:10.000 s/d 1:5.000.

Tabel 7.14 Hubungan di Antara Skala, Jarak, dan Luasan Terkecil Pada Peta dan Kegunaan

No	Skala	Jarak di peta dan lapangan	Luasan terkecil di peta	Nama survei
1	1: 2.000.000	1 cm = 20 km	10.000 ha	Inventarisasi sumber daya alam
	1: 500.000	1 cm = 5 km	625 ha	
2	1: 250.000	1 cm = 2,5 km	156 ha	Lokasi proyek
	1: 100.000	1 cm = 1 km	25 ha	
3	1: 50.000	1 cm = 0,5 km	6,25 ha	Studi Kelayakan
	1: 25.000	1 cm = 0,25 km	1,56 ha	
4	1: 10.000	1 cm = 100 m	0,5 ha	Studi pengembangan
	1: 5.000	1 cm = 50 m	0,25 ha	

Sumber: Lutfi Rayes (2005)

Tabel 7.15 Hubungan di Antara Tingkat Survei, Skala Peta Dan Kegunaan

Tingkat Survei	Skala Peta	Tingkat Kedetailan informasi	Kegunaan (contoh)
Intenitas sangat tinggi	1: 2.000 s/d	Sangat Pasti, detail	<ul style="list-style-type: none"> - Reklamasi lahan bekas tambangan - <i>design</i> areal peternakan - <i>design</i> kebun dan lanskap
	1: 5.000		
	1: 5000 sd		
	1: 10.000		
Intensitas tinggi	1: 20.000 s/d	Kualitatif tinjau	<ul style="list-style-type: none"> - pemilihan lahan untuk areal perkebunan - pemilihan lahan untuk pencetakan sawah - Pemilihan lahan untuk pembukaan tambak - arahan penggunaan lahan
	1: 25.000.000		
Intensitas sedang	1: 50.000 s/d	Kualitatif tinjau	<ul style="list-style-type: none"> - arahan penggunaan lahan
	1: 100.000		
Intensitas rendah	1: 100.000 s/d	Kualitatif tinjau	<ul style="list-style-type: none"> - arahan penggunaan lahan
	1: 250.000		

Sumber: Lutfi Rayes (2005)

Dalam tingkatan survei sedang, hubungan antara tingkat peta dan kegunaan ada pada rentang tingkat intensitas sangat tinggi, intensitas tinggi, intensitas sedang, dan intensitas rendah. Skala peta dapat diperhatikan pada Tabel 7.15. Begitu juga tingkat kedetailan informasi dan kegunaan dalam contoh bisa dilihat dan diperhatikan pada tabel tersebut.

Penilaian kesesuaian lahan untuk parameter ketebalan gambut mengacu pada kebutuhan tanaman dan juga didasarkan pada Keppres No. 32 tahun 1990 (tentang pengelolaan kawasan lindung

pasal 10). Alkalinitas menggambarkan jumlah basa yang terkandung dalam air. Nilai ini ditetapkan berdasarkan *exchangeable* sodium persentase atau ESP (%) sebagai berikut:

$$\text{ESP} = \frac{\text{Na dapat tukar} \times 100}{\text{KTK tanah}}$$

Nilai ESP sebesar 15% sebanding dengan nilai sodium adsorption ratio atau SAR 13, SAR dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^2}{\frac{\sqrt{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}}{2}}$$

Dengan penentuan tingkat bahaya erosi:

- 1) Sangat ringan (SR)
- 2) Ringan (R)
- 3) Sedang (S)
- 4) Berat (B)
- 5) Sangat Berat (SB)

Dengan berbasiskan pada ekosistemnya ada beberapa jenis lahan pertanian dengan pola pemanfaatan yang berlainan. Lahan tersebut adalah lahan kering, basah, pasir, dan rawa.

b. Lahan Kering

Lahan kering adalah lahan dengan ketersediaan air yang terbatas. Lahan hanya tergantung pada air hujan sehingga tidak cukup mencapai kejenuhan air di dalam tanah untuk waktu yang lama. Lahan ini terdapat di dataran rendah (0–400 mdpl), medium (400–600 mdpl) sampai dataran tinggi (> 800 mdpl) dengan topografi datar sampai miring dan tidak pernah dapat terjadi penggenangan yang cukup lama.

Area lahan pertanian di Indonesia sekitar 45 juta/ha dan didominasi lahan kering seluas sekitar 38 juta ha (87,6%) dengan rincian:

- 1) sebesar 26,1% untuk perkebunan,
- 2) sebesar 13,3% untuk lahan tanaman kayu-kayuan,
- 3) sebesar 21,3% dimanfaatkan untuk tegalan/huma/ladang,
- 4) sebesar 8,5% untuk lahan pekarangan,
- 5) pemanfaatan untuk keperluan lainnya 18,5%, dan
- 6) sisanya berupa lahan sawah (yang bukan lahan kering) hanya 12,4%.

Manfaat lahan ini adalah untuk ditanami kelompok tanaman yang lebih tahan terhadap kondisi kekurangan air atau jenis tanaman yang tidak menyukai genangan air. Tanaman yang masuk kelompok ini adalah tanaman tahunan, bahkan tanaman industri, seperti tanaman buah, palawija, dan padi gogo yang biasa digunakan oleh petani secara tradisional. Adapun cara budi daya pada lahan kering berupa sebagai berikut.

- 1) Penyiapan lahan secara kering. Artinya, tidak memerlukan air dengan cara dibajak, dicangkul, dan diratakan.
- 2) Penanaman dengan cara tanam benih langsung untuk tanaman semusim pada awal musim hujan dan pada akhir musim hujan. Pada umumnya lahan kering kurang subur karena tidak mendapatkan air irigasi yang membawa banyak nutrisi (unsur hara) sehingga kekurangan bahan organik.

Pola tanam pada lahan kering umumnya adalah tanam ganda atau sistem pertanaman dengan lebih dari satu jenis tanaman pada lahan yang sama dalam kurun waktu setahun. Selain itu, pola tumpangsari atau pola tanam dengan menanam lebih dari satu jenis tanaman pada lahan dan waktu yang sama. Untuk memanfaatkan kesempatan musim hujan, banyak lahan kering yang hanya dimanfaatkan satu musim tanam. Hanya sedikit petani yang memanfaatkannya sampai tiga musim tanam, kecuali ada tambahan air dari air sumur. Ketika

waktu tidak ada penanaman, lahan kering menjadi bera. Lahan kering berbentuk ladang/tegalan, yang mengalami kondisi bera, dapat bermanfaat untuk pertumbuhan gulma yang pada waktu pengolahan tanah menjadi penambah bahan organik tanah.

Lahan kering memiliki beragam potensi. Lahan jenis ini dapat digunakan untuk lokasi pertanaman ladang yang memberikan hasil sekitar 1–3 ton gabah giling/ha, untuk pertanaman palawija jagung yang dapat menghasilkan 2–6 ton jagung pipilan/ha, bahkan bisa menghasilkan sekitar 0,75–1,5 ton kedelai/ha, serta sekitar 10 ton ubi kayu segar/ha di lahan kering yang terdapat di pegunungan.

Dengan budi daya yang baik, lahan kering dan tanaman yang dapat menyesuaikan kondisi tersebut merupakan bagian yang tidak terpisahkan. Keduanya cocok dengan kondisi tanah dan iklim. Jika dipaksakan sehingga tidak sesuai dengan kondisi tersebut, petani justru akan mengalami gagal tanam dan panen. Padahal, prinsip petani di daerah hanya sekadar bertani tanpa mengabaikan risiko yang dihadapi.

Jika peran petani hanya sekadar bertani dan tidak menghasilkan produksi, potensi lahan kering harus disesuaikan dengan komoditas dan varietas. Salah satunya dengan pertanian perkebunan dan pertanian tanaman keras. Banyak kondisi di daerah yang potensial, tetapi menuntut peran aktif penyuluh pertanian guna mengambil langkah. Sayangnya hal ini oleh beberapa petani diabaikan. Akibatnya, hasil yang diperoleh tidak menguntungkan dan keberlangsungan petani tidak bertahan lama. Akhirnya, petani meninggalkan lokasi pertanian dan pindah ke tempat yang lain.

3. Lahan Basah

Lahan basah meliputi sebagian kecil dari permukaan bumi ini. Namun, lahan basah merupakan sistem yang sangat penting bagi alam, bak pembuluh darah bagi seluruh bentang alam. Kekayaan alamnya sangat besar dan penting untuk kehidupan manusia. Lahan basah berfungsi sebagai sumber dan pemurni air, pelindung pantai, serta penyimpan karbon terbesar di planet ini. Lahan basah juga

sangat penting untuk pertanian dan perikanan. Oleh karena itu, dunia tanpa lahan basah seperti dunia tanpa air.

Indonesia adalah negara kepulauan terluas di dunia. Sudah pasti Indonesia adalah satu di antara sekian banyak negara di dunia yang memiliki lahan basah. Indikatornya adalah garis pantai yang membentang panjang, sungai yang berjumlah banyak, serta danau luas dan sempit yang tersebar tidak hanya di pulau-pulau besar, tetapi juga di pulau-pulau kecil.

Selain itu, lahan basah tidak berdiri sendiri. Unsur di dalam lahan-basah (internal) memengaruhi sekaligus dipengaruhi oleh unsur atau komponen di luar lahan basah (eksternal). Uap air yang terbawa angin dari lahan basah memengaruhi perubahan suhu dan kelembaban udara di lahan kering. Sebaliknya, pergerakan air di lahan basah dipengaruhi oleh volume partikel-partikel padatan, misalnya, tanah pucuk yang masuk dari lahan kering. Paparan singkat di atas sebetulnya menunjukkan bahwa lahan basah merupakan sistem dan pada saat yang sama merupakan subsistem dari sistem lainnya, yaitu lahan kering. Istilah sistem atau subsistem digunakan untuk menunjukkan bahwa (1) ada unsur di dalam dan di luar lahan basah dan (2) ada interaksi, baik antarunsur di dalam lahan basah maupun antara unsur di dalam dan unsur di luar lahan basah.

Contoh lain yang lebih spesifik untuk dibahas adalah lingkungan sungai. Lingkungan sungai yang mewakili lingkungan lahan basah terdiri atas sungai dan komponen lain di luar sungai, misalnya permukiman yang terletak di tepi kanan atau kiri sungai. Di sungai terdapat unsur (1) abiotik, seperti air sungai, substrat tanah di dasar sungai, partikel tanah di badan sungai dan unsur (2) biotik, seperti ikan, tumbuhan dalam air, dan tumbuhan tepi sungai. Sementara itu, di permukiman terdapat unsur (1) abiotik, seperti tanah untuk jalan dan batu untuk bangunan rumah ataupun siring sungai, (2) biotik, seperti burung gereja sebagai contoh hewan liar, bebek sebagai contoh hewan peliharaan, tanaman hias, dan tanaman peneduh, serta (3) manusia—yang sebetulnya adalah unsur biotik, tetapi pada contoh kali ini dipisahkan dari unsur biotik.

4. Lahan Pasir

Lahan pasir pantai merupakan tanah yang mengandung lempung, debu, dan zat hara yang sangat minim. Akibatnya, tanah pasir mudah mengalirkan air, sekitar 150 cm per jam. Sebaliknya, kemampuan tanah pasir menyimpan air sangat rendah, yakni 1,6–3% dari total air yang tersedia. Angin di kawasan pantai selatan itu sangat tinggi, yakni sekitar 50 km per jam. Angin dengan kecepatan itu mudah mencabut akar dan merobohkan tanaman. Angin yang kencang di pantai bisa membawa partikel-partikel garam yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Suhu di kawasan pantai pada siang hari sangat panas. Ini menyebabkan proses kehilangan air tanah sebab proses penguapan menjadi sangat tinggi.

Lahan pesisir sesuai dengan ciri-cirinya adalah sebagai tanah pasiran, yang dapat dikategorikan tanah regosal. Menurut Darmawijaya (1992), tanah regosal ada di sepanjang pantai di beberapa tempat, seperti Cilacap dan Parangtritis. Tanah regosal di sana berupa bukit-bukit pasir yang terbentuk dari pasir-pasir pantai yang berasal dari abu vulkanik dan didorong oleh gaya angin yang bersifat deflasi, serta akumulasi. Tanah ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.

- 1) Bertekstur kasar.
- 2) Mudah diolah.
- 3) Gaya menahan air yang rendah.
- 4) Permeabilitas baik.
- 5) Makin tua teksturnya, makin halus dan makin kurang baik permeabilitasnya.

Selanjutnya, menurut Sukrisno (2000), tanah wilayah pantai berpasir memiliki karakteristik sebagai berikut.

- 1) Tanah wilayah pantai berpasir bertekstur kasar, lepas-lepas, dan terbuka, serta sangat peka terhadap erosi angin.
- 2) Hasil erosi angin berupa pengendapan material pasir mengganggu dan menutup wilayah budi daya dan permukiman.

- 3) Beragam butiran material pasir yang terangkut oleh proses erosi pasir menyebabkan kerusakan tanaman budi daya, serta mempercepat korosi barang-barang logam.

e. Lahan Rawa

Lahan rawa tidak bisa lepas dari lahan gambur. Lahan gambut selalu berada di lahan rawa, baik itu rawa pasang surut maupun non-pasang surut (rawa lebak). Lahan gambut yang terletak di kawasan pantai dan kawasan peralihan umumnya berupa lahan rawa pasang surut, sedangkan gambut pedalaman biasanya merupakan lahan rawa lebak. Lahan rawa adalah lahan yang sepanjang tahun—atau selama waktu yang panjang dalam setahun—selalu jenuh air (*saturated water*) atau tergenang (*waterlogged*). Oleh karena itu, yang menjadi peranan utama dalam menggambarkan dinamika lahan rawa gambut adalah fluktuasi air atau naik turunnya air permukaan di lahan (hidrologi). Kondisi ini dipengaruhi oleh bentuk topografi lahan yang umumnya datar sampai agak miring dan jarak dari lahan ke laut. Fluktuasi air ini akan berpengaruh terhadap dinamika tanah gambut di dalamnya.

Lahan rawa, sebagai salah satu potensi lahan pertanian di masa mendatang, sebagian besar terdapat di tiga pulau, yaitu Sumatra, Kalimantan, Papua, dan sedikit di Sulawesi (Subagyo, 2006). Di Sumatra sebagian besar lahan rawa terdapat di dataran rendah sepanjang pantai timur, terutama di Provinsi Riau, Sumatera Selatan, dan Jambi, serta sedikit di Sumatera Utara dan Lampung. Di pantai barat lahan rawa menempati dataran pantai sempit, terutama di Provinsi Aceh (sekitar Meulaboh dan Tapaktuan), Sumatera Barat (Rawa Lunang, Kabupaten Pesisir Selatan), dan Bengkulu (selatan Kota Bengkulu).

Sementara itu, penyebaran lahan rawa yang dominan terdapat di dataran rendah sepanjang pantai barat Provinsi Kalimantan Barat, pantai selatan Provinsi Kalimantan Tengah, sedikit di Kalimantan Selatan, serta pantai timur dan timur laut Provinsi Kalimantan Timur (Subagyo, 2006). Penyebaran lahan rawa lebak yang cukup luas terdapat di daerah hulu Sungai Kapuas Besar, sebelah barat Putussibau, Kalimantan Barat, serta di sekitar Danau Semayang dan

Melintang sekitar Kotabangun di daerah aliran sungai (DAS) bagian tengah Sungai Mahakam, Kalimantan Timur.

Penyebaran lahan rawa yang terluas di Papua terdapat di dataran rendah sepanjang pantai selatan, termasuk wilayah Kabupaten Fakfak, pantai tenggara Kabupaten Merauke, daerah Kepala Burung, di sekeliling Teluk Berau-Bintuni, Kabupaten Manokwari, dan Sorong (Subagyo, 2006). Lahan rawa juga terdapat di sepanjang dataran pantai utara dan memanjang dari sekitar Nabire (Kabupaten Paniai) sampai Sarmi (Kabupaten Jayawijaya). Adapun penyebaran lahan rawa lebak yang cukup luas terdapat di lembah Sungai Memberamo yang terletak hampir di bagian tengah Papua.

Penyebaran lahan rawa di Sulawesi relatif sempit dan terbatas di dataran pantai. Lahan rawa yang agak luas ditemukan di pantai barat daya Kota Palu, Kabupaten Mamuju; kemudian di sekitar Teluk Bone; sepanjang pantai timur laut Palopo; dan sedikit di pantai selatan Kabupaten Toli-toli di sekitar Teluk Tomini. Luas lahan rawa di Indonesia belum dapat ditetapkan secara pasti dan akurat.

Luas lahan rawa masih bersifat perkiraan dan estimasi yang dilakukan oleh beberapa peneliti dan instansi menunjukkan luas yang bervariasi. Mulyadi (dalam Subagyo, 2006) mengemukakan bahwa luas lahan rawa ialah 39,42 juta ha. Sementara itu, Subagyo et al. (dalam Subagyo, 2006) menyebutkan luas lahan rawa 39,10 juta ha, sedangkan Nugroho et al. (dalam Subagyo, 2006) memperkirakan luasnya ialah 33,41 juta ha.

Lahan rawa seluas 33,41 juta ha terbagi ke dalam lahan rawa lebak sebesar 13,28 juta ha dan lahan rawa pasang surut seluas 20,13 juta ha. Lahan rawa pasang surut terdiri atas lima tipologi lahan, yaitu (1) lahan/tanah gambut sekitar 10,9 juta ha, (2) lahan potensial 2,07 juta ha, (3) lahan sulfat masam potensial 4,34 juta ha, (4) sulfat masam aktual 2,37 juta ha, dan (5) lahan salin 0,44 juta ha. Dari berbagai data yang dilaporkan tersebut, disimpulkan bahwa luas lahan rawa di Indonesia sekitar 33,41–39,10 juta ha dengan luas lahan rawa pasang

surut 20,13–25,82 juta ha, lahan rawa lebak 13,28 juta ha, dan lahan gambut 14,9 juta ha. Penyebaran lahan rawa diurutkan dari yang terluas terdapat di Sumatera (8,41 juta ha), Papua (7,49 juta ha), dan Kalimantan (6,99 juta ha).

Buku ini tidak diperjualbelikan

BAB VIII

PENUTUP



Agroekonomi dalam tulisan buku ini memuat berbagai bahasan mulai dari kelangkaan pangan dan sumber daya air, baik dari aspek ekonomi maupun potensi yang dapat dikembangkan. Kedua aspek tersebut dapat dikembangkan melalui sistem yang tercantum dalam bab-bab buku ini. Di samping itu, kami turut memaparkan berbagai pembahasan dalam dunia pertanian, termasuk permasalahan dan solusinya.

Bab penutup ini memberikan elemen interpretasi indikator yang digunakan untuk pemantauan ketahanan pangan dan metodologi yang paling banyak diadopsi untuk menilai indikator ketahanan pangan di tingkat rumah tangga dan individu. Dengan berfokus pada tingkat nasional, bab ini menggambarkan rangkaian indikator ketahanan pangan yang diadopsi oleh FAO, indeks kelaparan global, dan indikator multidimensi yang diproduksi oleh IFPRI, serta Skala Pengalaman Kerawanan Pangan yang dikembangkan oleh FAO sebagai ukuran pengalaman hidup.

Bagian ini diikuti dengan presentasi pendekatan konsolidasi untuk perhitungan skor konsumsi makanan, indeks pengeluaran untuk makanan, indeks keanekaragaman makanan, indeks strategi mengatasi kelaparan, dan skala kelaparan rumah tangga. Terdapat juga informasi interpretasi setiap bahasannya. Di akhir bab ini,

pembaca akan dapat memahami dan menggunakan indikator yang paling banyak diadopsi untuk memantau ketahanan pangan dengan tujuan membangun kemauan politik, merancang kebijakan yang efektif, dan menargetkan alokasi sumber daya.

Menurut penulis, kemungkinan pengembangan kajian terhadap isu yang diangkat dalam buku ini bisa diarahkan kepada bagaimana cara menyikapi sisi teknologi. Hal ini terkait dengan kemampuan masyarakat yang masih belum sepenuhnya bisa menerima kehadiran teknologi yang memang memerlukan pembuktian yang nyata dan aplikatif. Isu ini dapat digunakan sebagai acuan dalam budi daya tanaman dalam perspektif ekonomi. Khususnya topik yang berkenaan dengan pendapatan dan penerimaan usaha tani. Isu ketahanan pangan yang dikhawatirkan berdampak buruk bagi Indonesia juga diungkap secara tuntas dalam setiap bab buku ini. Buku ini bisa dijadikan sebagai bahan dasar dalam pengambilan kebijakan pemerintah, pemangku kepentingan, petani, pengusaha, peneliti, dan akademisi untuk melanjutkan sektor pertanian berkelanjutan.

GLOSARIUM

- alelopati : merupakan senyawa beracun dari tumbuhan ke lingkungan sekitarnya dalam bentuk senyawa asli yang dilepaskannya.
- asas pokok sistem ekonomi pasar : adalah bekerjanya tangan-tangan terampil yang tidak terlihat (the invisible hand) yang digerakkan oleh cinta diri.
- jenis organisme pengganggu tanaman : yakni hama dan penyakit yang menyerang pertanian talas, antara lain, hama, ulat lundi, penyakit bercak daun, dan penyakit kering pada daun dan hawar.
- kapasitas tukar kation : adalah kemampuan tanah untuk mempertukarkan kation-kation yang terikat pada permukaan koloid tanah dengan kation-kation dalam larutan tanah. Kapasitas tukar ditentukan oleh kadar fraksi yang halus, kandungan liat, susunan mineral liat, dan kandungan bahan organik tanah.

- lahan kering : adalah lahan dengan ketersediaan air yang terbatas. Lahan kering hanya tergantung pada air hujan sehingga tidak cukup mencapai kejenuhan air di dalam tanah untuk waktu yang lama. Lahan ini terdapat dari dataran rendah (0–400 mdpl), medium (400–600 mdpl), sampai dataran tinggi (> 800 mdpl) dengan topografi datar hingga miring. Dalam lahan kering tidak pernah dapat terjadi penggenangan yang cukup lama.
- masalah lingkungan : merupakan masalah yang cukup kompleks pada sektor perkebunan. Pembukaan lahan yang efektif bagi lahan perkebunan adalah dengan metode menghancurkan bahan dengan kimia. Undang-undang tentang pengelolaan lingkungan hidup masih memberi toleransi adanya pembakaran terkendali untuk perkebunan rakyat dan pelarangan untuk perkebunan di bakar.
- natrium : adalah unsur hara nonesensial. Akan tetapi, keberadaannya dalam tanah kadang dapat menggantikan peran unsur kalium bagi tanaman tertentu sehingga unsur ini dikenal sebagai unsur yang dapat terbentuk dalam gugus. Selain itu, natrium juga dapat meningkatkan kelarutan kalium dari mineral ke larutan tanah.

- pemberian pupuk : merupakan hal yang penting untuk dilakukan, yakni dengan pupuk organik dalam bentuk kompos atau pupuk kandang sebanyak satu kaleng per lubang tanaman. Hal ini sangat dianjurkan pada tanaman talas, apalagi jika kondisi tanahnya padat dan keras karena jenis pupuk tersebut dapat berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik tanah.
- pemeliharaan tanaman : merupakan fase yang esensial, khususnya pada tanaman talas. Talas perlu dilakukan penyulaman setelah pembibitan, lalu penyiangan dengan menggunakan cangkul atau mencabut dengan menggunakan herbisida, dan pembumbunan untuk mengurangi jumlah anakan agar tidak menjadi saingan bagi tanaman induk.
- pola penggunaan lahan : sebagai wilayah lahan usaha, yaitu berupa sawah, tegalan, dan hutan produksi. Di wilayah bagian barat dominan penggunaan lahannya untuk tegalan, sedangkan di wilayah Kabupaten Pamekasan bagian tengah (Kecamatan Palengaan, Pegantenan, Pakong, dan Kadur) permukiman penduduk menyebar secara sporadis ke wilayah-wilayah yang dekat dengan lahan usaha mereka.

- tanah : merupakan salah satu komponen dasar dalam meningkatkan produktivitas tanaman. Pemahaman mengenai karakteristik tanah sangat diperlukan sebagai dasar dalam menentukan tindakan kultur teknis yang akan dilakukan dalam rangka menjamin kesinambungan produktivitas lahan.
- tekstur tanah : adalah perbandingan relatif dalam persen (%) di antara fraksi-fraksi pasir, debu, dan liat. Tekstur erat hubungannya dengan plastisitas, permeabilitas, keras dan kemudahan, serta kesuburan dan produktivitas tanah pada daerah geografis tertentu.
- varietas unggul : didefinisikan sebagai varietas yang dapat berproduksi di atas rata-rata pada lingkungan spesifik. Benih bermutu sering dikaitkan dengan istilah benih bersertifikat atau benih bermutu. Sertifikat tersebut sebagai jaminan bahwa benih diperoleh dari proses yang terstandarisasi, memiliki kemampuan tumbuh dengan tingkat keseragaman tinggi, dan terbebas dari penyakit tular benih (*seed born diseases*).

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. (1995). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (19th edition). American Public Health Association Inc. <https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=1916575>
- Al-Salihi, A. H., & Himmo, S. K. (2003). Control and management study of Jordan's water resources. *Water International*, 28(1), 1–10.
- Amin, A. F. M., Hanafiah, M. A. M., & Sulaiman, M. (2005). problem based learning approach in programmable logic controller. *Proceedings of the 2005 Regional Conference on Engineering Education, Johor, Malaysia*.
- Arifin, Z. (2015). Pengembangan tanaman talas bentul komoditas unggulan pada lahan rakyat di Kecamatan Pegantenan Kabupaten Pamekasan. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 8(2), 16–33. <https://journal.trunojoyo.ac.id/agrovigor/article/view/982>
- Arifin, Z. (2023). Sistem Terasering. Retrieved October 16 Diakses pada 16 Oktober, 2023, dari <https://pertaniankitamaju.blogspot.com/2023/10/sistem-terasering.html>
- Armitage, D., Béné, C., Charles, A. T., Johnson, D., & Allison, E. H. (2012). The interplay of well-being and resilience in applying a social-ecological perspective. *Ecology and Society*, 17(4). <https://www.jstor.org/stable/26269231>
- BabasSingit. (t.t.). *Kondisi geografi pamekasan*. Diakses pada 19 Februari, 2024, dari Kondisi Geografi Pamekasan | PDF (scribd.com)

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2015). Panduan teknis, budidaya kedelai di berbagai kawasan agroekosistem.
- Badan Perlindungan Lingkungan AS (2004). *Pedoman Penggunaan Kembali Air*.
- Bao, C., & Fang, C. (2007). Water resources constraint force on urbanization in water deficient regions: A case study of the Hexi Corridor, arid area of NW China. *Ecological Economics*, 62(3–4), 508–517. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.013>
- Barrett, C. B. (2006). *Food aid as part of a coherent strategy to advance food security objectives*. Cornell University. <http://barrett.dyson.cornell.edu/files/papers/Frameworkv2Mar2006.pdf>
- Barrett, C. B. (2010). Measuring food insecurity. *Science*, 327(5967), 825–828. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1182768>
- Basri, H. (1989). *Ekologi Tanaman*. Rajawali Press.
- Bausch, J., Eberle, A., & Miiller, G. (1974). Darstellung von Aminomethylpyrrolymethanen aus Porphobilinogen Chemistry of Porphobilinogen Preparation of Aminomethylpyrrolymethanes from Porphobilinogen. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, 29(9–10), 479–487.
- Bausch-Fluck, D., Hofmann, A., Bock, T., Frei, A. P., Cerciello, F., Jacobs, A., Moest, H., Omastis, U., Gundry, R. L., Yoon, C., Schiess, R., Schmidt, A., Mirkowska, P., Hartlova, A., Eyk, J. E. V., Bouquin, J-P., Aebersold, R., Boheler, K. R., Zandstra, P., Wollscheid, B. (2015). D. Busch-Fluck, A.Hofmann, T. Bock, AP Frei. (2015). A mass spectrometric-derived cell surface protein atlas. *Jurnal.plos.org. Cell surface proteins are major of biomedical research due their utility as cellular markers and theirs ekstracellular accesibility for pharmacological intervention*, 10(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121314>
- Cluff, C. B. (1980). *Surface storage for water harvesting agrisystems*. The University of Arizona
- Cook, S. E., Gichuki, F., Turrall, H., & Fisher, M. J. (2006). *Analyzing water poverty: Water, agriculture and poverty* [working paper]. CGIAR.132680147.pdf (core.ac.uk)
- Cook, S., Fisher, M., Tiemann, T., & Vidal, A. (2013). Water, food and poverty: Global-and basin-scale analysis. Dalam Cook, S., & Fisher, M (Eds.), *Water, Food and Poverty in River Basins* (pp.249–264). Routledge. <https://hdl.handle.net/10568/41747>

- Cosgrove, W. J., & Rijsberman, F. R. (1998). Creating a vision for water, life and the environment. *Water Policy*, 1(1), 115–122. (PDF) Creating a vision for water, life and the environment | Frank R Rijsberman - Academia.edu
- Darmawidjaya, M. I. (1992). Klasifikasi tanah, balai penelitian teh dan kina 4. Balai Penelitian Teh dan Kina. <https://search-jogjalib.jogjaprov.go.id/Record/upnylib-BKU0007228>
- De Roock, W., Claes, B., Bernasconi, D., De Schutter, J., Biesmans, B., Fountzilias, G., Kalogeras, K. T., Kotoula, V., Papamichael, D., & Laurent-Puig, P. (2010). Effects of KRAS, BRAF, NRAS, and PIK3CA mutations on the efficacy of cetuximab plus chemotherapy in chemotherapy-refractory metastatic colorectal cancer: A retrospective consortium analysis. *The Lancet Oncology*, 11(8), 753–762. [https://doi.org/10.1016/s1470-2045\(10\)70130-3](https://doi.org/10.1016/s1470-2045(10)70130-3)
- De Schutter, O. (2010). *Food commodities speculation and food price crises*. Diakses pada 13Laporan UN. https://www2.ohchr.org/english/issues/food/docs/briefing_note_02_september_2010_en.pdf
- Djamali, A. (2000). *Manajemen usaha tani*. Depdiknas.
- Eisenstein, E. L., Shaw, L. K., Anstrom, K. J., Nelson, C. L., Hakim, Z., Hasselblad, V., & Mark, D. B. (2001). Assessing the clinical and economic burden of coronary artery disease: 1986-1998. *Medical Care*, 824–835. <https://doi.org/10.1097/00005650-200108000-00008>
- Eurostat European Commission. (2012). *Europe in figures: Eurostat yearbook 2012*. Eurostat Statistical Book. KS-CD-12-001-EN.PDF (europa.eu)
- Evans, E. M., Lee, D. R., Boisvert, R. N., Arce, B., Steenhuis, T. S., Pran o, M., & Poats, S. V. (2003). Achieving efficiency and equity in irrigation management: An optimization model of the El Angel watershed, Carchi, Ecuador. *Agricultural Systems*, 77(1), 1–22.
- Eyasu, W., Zemedede, A., Tileye, F., & Kassahun, T. (2017). Farmers’s™ perception of agromorphological traits and uses of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) grown in Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 12(35), 2681–2691. <https://doi.org/10.5897/AJAR2017.12465>
- Facile, N., Barbeau, B., Pr´evost, M., & Koudjonou, B. (2000). Evaluation bacterial aerobic spores

- as a surrogate for Giardia and Cryptosporidium inactivation by ozone. *Water Research*. 34(12), 3238–3246. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00086-5](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00086-5)
- FAO. (1996). *State of food insecurity in the world 2013: The multiple dimensions of food security*. i3434e00.pdf (fao.org)
- FAO. (1999). *Implications of economic policy for food security: A training manual*. <https://www.fao.org/3/X3936E/X3936E09.htm>
- FAO. (2002). *FAO papers on selected issues relating to the WTO negotiations on agriculture*. y3733e.pdf (fao.org)
- FAO. (2014). *The state of food and agriculture*. <https://www.fao.org/3/a-i4040e.pdf>
- Farshi, A. A. (1997). *Estimation of water requirement for the main agricultural products*. Soil and Water Institute, Ministry of Agriculture Iran.
- Gillespie, S. (1999). *Supplementary feeding for women and young children*. World Bank.
- Goldshmid, R., Holzman, R., Weihs, D., & Genin, A. (2004). Aeration of corals by sleep-swimming fish. *Limnology and Oceanography*, 49(5), 1832–1839.
- Group, W. B. (2016). *Cash transfers in humanitarian contexts: Strategic note*. World Bank.
- Hall, D. O. (1998). *Food security: What sciences have to offer? A study for ICSU*. International Council for Science (ICSU).
- Harmer, A., Macrae, J., & Overseas Development Institute (London, England) (Eds.). (2004). *Beyond the continuum: The changing role of aid policy in protracted crises*. Overseas Development Institute.
- Heady, O. E., & Dillon, J. H. (2002). *Agricultural Production*. Ames, Iowa: Iowa State University Press.
- Heerink, N., Kuyvenhoven, A., & Wijk, M. S. van. (2001). Economic policy reforms and sustainable land use in developing countries: Issues and approaches. In Dalam N. Heerink, H, M. Kuiper (Ed.), *Economic Policy and Sustainable Land Use* (pp.1–20). Springer.
- Heitzman, J. (2001). *Gifts of power: Lordship in an early Indian state*. Oxford University Press. <https://ideas.repec.org/b/oxp/obooks/9780195648768.html>OUP Catalogue.

- Ingram, J. (2011). A food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. *Food Security*, 3(4), 417–431.
- Institute, O. D. (2015). *Doing cash differently: How cash transfers can transform humanitarian aid*. ODI London.
- Illueca-Muñoz, J., Mendoza-Roca, J. A., Iborra-Clar, A., Bes-Piá, A., Fajardo-Montañana, V., Martínez-Francisco, F. J., & Bernácer-Bonora, I. (2008). Study of different alternatives of tertiary treatments for wastewater reclamation to optimize the water quality for irrigation reuse. *Desalination*, 222(1–3), 222–229. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.01.157>.
- Janssen, S., & Van Ittersum, M. K. (2007). Assessing farm innovations and responses to policies: A review of bio-economic farm models. *Agricultural Systems*, 94(3), 622–636.
- Johnson, C., & Handmer, J. (2002). Water supply in England and Wales: Whose responsibility is it when things go wrong? *Water Policy*, 4(4), 345–366.
- Jumin, H. B., & Nito, N. (1996). In vitro flowering of *Fortunella hindsii* (Champ.). *Plant Cell Reports*, 15(7), 484–488.
- Kementerian Perdagangan RRT. (2005, 31 Desember). *Export of agricultural products in 2005. Expected to hit a new high*. Diakses pada: <http://english.mofcom.gov.cn/aarticle/newsrelease/significant-news/200512/20051201256005.html>
- Kirby, M., Mainuddin, M., & Eastham, J. (2010). *Water-use accounts in CPWF basins: Model concepts and description*. The CGIAR/BFP01.
- Köppen, Wladimir. (1936). *Das geographische System der Klimate (Vol.1) [The geographic system of climates] (PDF)*. Borntraeger.
- Liu, J., Xie, X., Jin, Z., & Qin, J. (2005). Study on the recovery and control of the saline-alkali lands in irrigated area—An example in Shiyang River irrigated area, Gansu Province. *The Chinese Journal of Geological Hazard and Control*, 16(4), 89–93.
- Liu, X., Wang, SM dan Guo, Z. (2004). Model pengelolaan majemuk sumber daya pertanian dan efek penggabungan eko-ekonominya di daerah semi-kering di Cina Barat Laut. *Jurnal Sumber Daya Alam*, 19(5), 624–632 [dalam bahasa Cina].

- Maddison, A., & Prince, G. (eds.). (1989). *Economic growth in Indonesia 1820-1940*. Foris Publication.
- Ma, J., Wang, G., Li, D., & Jie, Y. (2006). The impact of water resources development on desertification and pauperization in the Minqin Basin. *Journal of Natural Resources*, 7(4), 551–559.
- Maxwell, D., Sadler, K., Sim, A., Mutonyi, M., Egan, R., & Webster, M. (2008). *Emergency food security interventions*. Humanitarian Practice Network. <https://odihpn.org/wp-content/uploads/2008/12/gpr10.pdf>
- Motagh, M., Djamour, Y., Walter, T. R., Wetzel, H. -U., Zschau, J., & Arabi, S. (2007). Land subsidence in Mashhad Valley, northeast Iran: Results from InSAR, levelling and GPS. *Geophysical Journal International*, 168(2), 518–526. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2006.03246.x>
- Maliro, D. (2011). *Comparison of agricultural input subsidies and social cash transfers as policies for reducing vulnerability to hunger in Malawi* [Disertasi]. University of East Anglia.
- Musthofa, M. (2014). *Analisis daya saing ekspor dan deternman ekspor karet alet alet alam Indonesia di 10 negara tujuan ekspor utama 2007-2014* [Disertasi]. Universitas Gadjah Mada.
- Nofrian, N. (2016). *Kondisi geografis Pamekasan*. Diakses pada 19 Februari, 2024, dari Keadaan Geografis Pamekasan | PDF (scribd.com)
- Nutrition Service of the World Food Program. Nutrition in emergencies: WFP experiences and challenges. *Food Nutr Bull.* 2006 Mar;27(1):57-66. doi: 10.1177/156482650602700109. PMID: 16572720.
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (1971). *Fundamentals of ecology* (Vol. 3). Saunders Philadelphia.
- Oweis, T., Hachum, A., & Kijne, J. (1999). *Water harvesting and supplemental irrigation for improved water use efficiency in dry areas* (Vol. 7). IWMI. International Water Management Institute. https://www.iwmi.cgiar.org/Publications/SWIM_Papers/PDFs/Swim07.pdf
- Pertanian Kita. (2024). *Dari manakah sumber energi terbarukan?*. Diakses dari, <https://pertaniankitamaju.blogspot.com/2024/02/green-energi-energi-baru-terbarukan.html>
- Pinstrup-Andersen, P. (2009). Food security: Definition and measurement. *Food Security*, 1(1), 5–7.

- Qiang, Z., Yuanhong, L., & Manjin, C. (2006). Effect of low-rate irrigation with rainwater harvesting system on the dry farming. *Proceedings of the 2nd International RWHM Workshop*.
- Rahardja. (2000). *Teori ekonomi mikro (suatu pengantar)*. Universitas Indonesia.
- Ranaee, E., Abbasi, A. A., Yazdi, J. T., & Ziyae, M. (2021). Feasibility of rainwater harvesting and consumption in a middle eastern semiarid urban area. *Water*, 13(15), 2130. <https://doi.org/10.3390/w13152130>
- Rayes, M. L. (2017). *Morfologi dan klasifikasi tanah*. UB Press
- Ravallion, M. (2003). *Targeted transfers in poor countries: Revisiting the trade-offs and policy options*. World Bank
- Rijsberman, F. R. (2004). Water scarcity: Fact or fiction?" New directions for a diverse planet. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*, 26.
- Rondinelli, D. A., Nellis, J. R., & Cheema, S. G. (1983). *Decentralization in developing countries: A review of recent experience*. The World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/868391468740679709/pdf/multi0page.pdf>
- Sama, A. E., Hughes, H. G., Abbas, M. S., & Shahba, M. A. (2012). An efficient in vitro propagation protocol of cocoyam [*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott]. *The Scientific World Journal*, 1–10. <https://doi.org/10.1100/2012/346595>, 2012.
- Sarwar, M. (2015). The dangers of pesticides associated with public health and preventing of the risks. *International Journal of Bioinformatics and Biomedical Engineering*, 1(2), 130–136. <http://www.aiscience.org/journal/paperInfo/ijbbe?paperId=1748>.
- Sassi, M. (2018). Food Aid and Food Assistance. In *Dalam Understanding Food Insecurity* (pp.121–132). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70362-6_6
- Sen, A. (1981). Ingredients of famine analysis: Availability and entitlements. *The Quarterly Journal of Economics*, 96(3), 433–464.
- Sen, A. (1981a). *Kemiskinan dan kelaparan: Sebuah esai tentang hak dan kekurangan*. Pers Universitas Oxford.
- Seno. (2015, 16 Oktober2015). *Dam Sampean Lama* [Foto].— ANTARA News Jawa Timur. Antara News. Retrieved October 16, 2023, from <https://jatim.antaranews.com/foto/234582/dam-sampean-lama>

- Shi, M., & Chen, K. (2004). Land degradation, government subsidy, and smallholders' conservation decision: The case of the loess plateau in China. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A*, 5(12), 1533–1542.
- Shi, M., Cheng, S., & Zhang, Q. (2006). Scenario analysis of environmental policy for combating desertification in Northern China: A bio-economic model approach. *Journal of Natural Resources*, 5(3), 465–472.
- Shi, M., Zhang, Q., & Wang, T. (2005). Better Access to New Technologies and Credit Service, Farmers Land Use Decision, and Policy for Poverty Alleviation and Rangeland Conservation. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, 39(3), 181–190.
- Soekartawi. (1994). *Agrobisnis teori dan aplikasinya*. Rajawali Press.
- Soekartawi. (1995). *Analisis usaha tani*. UI-Press.
- Soekartawi. (2003). *Teori Ekonomi Produksi, Dengan Pokok Bahasan Analisis Fungsi Cobb-Douglas: Soekartawi* (Jakarta). Raja Grafindo Persada. [//katalog.pustaka.unand.ac.id%2F%2Findex.php%3Fp%3Dshow_detail%26id%3D1950](http://katalog.pustaka.unand.ac.id%2F%2Findex.php%3Fp%3Dshow_detail%26id%3D1950)
- Subagyo, H. (2006). Klasifikasi dan penyebaran lahan rawa. Dalam D. A. Suriadikarta., U. Kurnia., Mamat H.S., W. Hartatik., dan D. Setyorini. (Eds.), *Karakteristik dan pengelolaan lahan rawa* (1–22). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Sukrisno. (2000). Pedoman teknis pemanfaatan lahan pantai berpasir. INFO Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Surakarta..
- Syamsiyah, K. N., & Wicaksono, K. S. (2023) Evaluasi retensi hara pada lahan padi di Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 10(1), 175–184.
- Tang, Q., Jiang, W. dan Tao, T. (2004). Sistem indeks dan penilaian daya dukung sumber daya air di Cekungan Minqin. *Jurnal Sumber Daya Alam*, 19(5), 672–679 [dalam bahasa Cina].
- Tuong, T. P., & Hoanh, C. T. (2009). *Managing water and land resources for sustainable livelihoods at the interface between fresh and saline water environments in Vietnam and Bangladesh* [laporan proyek CPWF]. CPWF. <https://hdl.handle.net/10568/24691>
- Tjasyono, Bayong. (1999). *Klimatologi umum*. ITB
- United Nations Environment Programme (1997). *World atlas of desertification: Second edition*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/30300>.

- Middleton, N., & Thomas, D. (1997). *World atlas of desertification*. Arnold. Hodder Headline, PLC.
- UNISDR. (2009). United Nations international strategy for disaster reduction (unisdr) secretariat evaluation. https://www.unisdr.org/files/12659_UNISDRevaluation2009finalreport.pdf
- UNISDR. (2008). *Disaster risk reduction begins at school: 2006-2007 world disaster reduction campaign*. <https://www.unisdr.org/2007/campaign/pdf/WDRC-2006-2007-English-fullversion.pdf>
- United Nations Environment Programme (1997). *World atlas of desertification: Second edition*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/30300>.
- U.S. Environmental Protection Agency (2004). *2004 Guidelines for water reuse*. U. S. EPA.
- Wahyuni, W. I., Amin, B., & Siregar, S. H. (2021). Analysis of Nitrate, Phosphate, and Silicate Content and Their Effects on Planktonic Abundance in the Estuary Waters of Batang Arau or Padang City West Sumatra Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 4(1), 1–12. <https://dx.doi.org/10.31258/ajoa.4.1.1-12>
- Yang, H., & Zehnder, A. J. (2002). Water endowments and virtual water trade. *Gaia*, 11(4), 263–266.
- Yan, X., & Jinping, L. (2007). *Analisis dan penilaian sumber daya air real-time untuk pendukung keberlanjutan air Beijing*.
- Yang, Y., Li, J. J., Chen, F. H., Burgess, J., Li, R. C., Li, D., Chang, G. Y., & Li, Y. C. (2002). The human mechanism research of Minqin Oasis change in the lower reaches of the Shiyang River. *Geographical Research*, 21(4), 449–458.
- Zainol, A., Ronasari, M. P., & Ninin Khoirunnisa, N. (2019). *Buku Jamu Tradisional Ditinjau dari Aspek Ekonomi dan Kesehatan*. IRDH Purwokerto.
- Zhang, K., & Farahbakhsh, K. (2007). Removal of native coliphages and coliform bacteria from municipal wastewater by various wastewater treatment processes: Implications to water reuse. *Water Research*, 41(12), 2816–2824.

Buku ini tidak diperjualbelikan

TENTANG PENULIS



Zainol Arifin, S.P., M.P. lahir di Pamekasan, 5 Januari 1970. Penulis menyelesaikan S1 di Fakultas Pertanian Program Studi Sosial Ekonomi Pertanian Unisma, S2 di Fakultas Pertanian Program Studi Agronomi Universitas Jember. Penulis diangkat menjadi Dosen Kopertis Wilayah VII Tahun 2005 (sekarang LLDIKTI VII). Buku perdananya ialah *Dasar Implementasi Teknik Budi Daya*

Kedelai Dengan Pendekatan Metode Praktis. Penulis juga mendapatkan hibah buku referensi ditjen dikti tahun 2019 dengan judul *Jamu Tradisional Ditinjau dari Aspek Ekonomi dan Kesehatan*.

Karya Ilmiah yang dipublikasikan, antara lain, adalah “Analisis gabungan dan seleksi tak langsung beberapa genotype kedelai pada latosol dan inceptisol”, “Budi daya dan budaya pada lahan kering tanaman tebu”, “Teori keputusan, dan pembangunan pertanian”. Adapun beberapa mata kuliah yang pernah diampu, antara lain, Pengantar Ilmu Ekonomi, Ekonomi Makro, Ekonomi Sumber daya, Bercocok Tanam Semusim, Evaluasi Proyek, Agroekologi, Metode Penelitian, Teori Pengambilan Keputusan dan Ekonomi Usaha Pertanian dan Peternakan, serta Budi Daya Tanaman Perkebunan.



Dr. Istiyono Kirno Prasetyo, S.P., M.P., Lahir Nganjuk, 21 Agustus 1970 Penulis adalah dosen Dpk di Universitas Wisnuwardhana Malang. Penulis menempuh Pendidikan D3 di Universitas Gadjah Mada, pendidikan S1 Satya Wacana, lalu pendidikan S2 dan S3 di Universitas Brawijaya. Beberapa penelitian yang sudah diterbitkan, antara lain, “Aplikasi bermacam substansi pengatur tumbuh (spt) dalam berbagai aspek budi daya dan produksi vanili (*vanila planifolia andrews*)”, “Pelacakan penyebaran dan karakterisasi *rhizoctonia solani* di wilayah areal pertanaman Provinsi Jawa Timur”, dan “Optimalisasi metode transformasi gen gucanase dan gen chitinase pada tanaman kedelai (studi transformasi pada 6 gen dari sumber berbeda)”.

Penulis menerbitkan beberapa buku, antara lain, *Penghambatan Penyakit Fusarium Pada Tanaman Vanili (*Vanila planifolia Andrews*) dengan aplikasi berbagai Ekstrak Tanaman, Ragam Metode dan Sumber Eksplan Sebagai Penentu keberhasilan Inseri Gen Beta Glu dan Gen Chn*, dan *The Utilization of Apple Industrial Waste as a Hydroponic Nutrition Material to Increase Economic Value*. Penulis menjadi pemakalah dalam *Crop Security for food Safety and Human Health* dan *Akselerasi Inovasi Teknologi untuk mendukung peningkatan produksi aneka kacang dan umbi*.



Reza Achmad Rizqillah, S.T. lahir di Pamekasan, 13 Mei 1996. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Negeri Malang, Jurusan Teknik Sipil Konsentrasi Struktur. Berbagai kegiatan wokshop dan pelatihan sudah diikuti. Penulis mengikuti kursus kemahiran yang diselenggarakan Kementerian PUPR RI dan memiliki kontrak dengan para properti di Indonesia tentang gambar bangunan dan rancangan anggaran biaya (RAB).

INDEKS



- agribisnis 30, 34, 70, 228
agroekologi 56, 77, 189, 78, 105, 231
air 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 54, 56, 57, 68, 71, 75, 76, 93, 96, 97, 114, 119, 121, 124, 125, 126, 130, 131, 134, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 181, 183, 184, 185, 186, 188, 189, 190, 194, 195, 203, 206, 207, 218, 228, xv, xvi, xvii, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 46, 56, 57, 114, 164, 165, 166, 167, 173, 175, 181, 184, 186, 189
akses 5, 32, 136, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152
akuifer 162
alelopati 112, 114, 115, 116, 217
aliran 5, 8, 9, 130, 163, 166, 169, 177, 180
alokasi 12, 149, 169, 170, 171, 173, 216
asupan 137, 144, 150
benih 25, 44, 56, 95, 144, 184, 189, 207, 220, 157, 220
bibit 35, 50, 52, 53, 56, 60, 106, 119, 120, 121, 123, 157, 189
Bibit 62, 90
bioekonomi 169, 170
budidaya 17, 38, 55, 56, 57, 68, 69, 70, 71, 75, 77, 78, 114, 119, 127, 156, 184, 187, 188, 189, 190, 194, 198, 200, 207, 208, 231
cekungan 11, 164, 167, 170
citationID 55
desinfeksi 179, 184
DPRD 27
drainase 78, 167
efisiensi 57, 77, 158, 169, 170, 172, 178, 181, 182, 189, 190, 20, 202
evapotranspirasi 114, 185, 186
fase 12, 43, 53, 57, 91, 96, 113, 123, 190, 219

filtrasi 175, 176, 177, 178, 181, 184
 fosfat 130, 131
 fotoperiodisma 112
 global 7, 8, 9, 31, 136, 137, 138,
 143, 151, 152, 162, 163, 225
 gulma 53, 56, 58, 77, 189, 191, 208
 hama 38, 54, 56, 58, 60, 77, 97, 116,
 117, 123, 161, 189, 191, 217,
 64, 94, 95, 99, 117
 harga 20, 23, 26, 31, 33, 35, 44, 59,
 60, 93, 136, 143, 153, 154,
 155, 156, 157, 158, 161, 62,
 65, 157, 158
 iklim 17, 54, 109, 182, 187, 192,
 196, 200, 208, 198
 Implementasi 231
 INDEKS 235
 industri 17, 18, 19, 20, 30, 32, 34,
 44, 55, 70, 71, 73, 76, 162,
 163, 164, 165, 167, 173, 175,
 176, 182, 67
 inovasi 5, 6, 14, 15
 irigasi 12, 13, 38, 45, 46, 47, 48, 49,
 68, 77, 123, 162, 163, 173,
 181, 183, 184, 185, 186, 187,
 207
 jagung 37, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76,
 98, 115, 199, 208, 74, 156
 kalium 53, 122, 131, 132, 133, 218
 kalsium 131, 133
 kapasitas 13, 24, 47, 126, 127, 142,
 148, 132, 217
 kedelai 76, 77, 78, 90, 93, 94, 95, 97,
 116, 208, 156, 231, 232
 kehidupan 7, 22, 36, 73, 75, 110,
 125, 149
 kekeruhan 175, 177, 178, 181
 kelangkaan 6, 7, 8, 9, 12, 22, 182,
 183
 kerentanan 137, 138, 141, 142, 166
 komoditas 17, 18, 19, 20, 26, 27, 31,
 32, 33, 34, 43, 44, 71, 74, 76,
 124, 143, 144, 156, 158, 199,
 200, 201, 203, 208
 konsisten 44, 47, 144, 149
 konveyor 187
 krisis 8, 9, 31, 36, 57, 138, 141, 143,
 146, 147, 150, 151, 190
 lahan 13, 17, 30, 34, 35, 38, 43, 45,
 46, 51, 53, 54, 56, 57, 59, 62,
 64, 67, 68, 69, 70, 76, 77, 78,
 91, 92, 93, 94, 96, 97, 106,
 110, 117, 119, 121, 123, 128,
 130, 161, 163, 167, 169, 170,
 183, 184, 185, 186, 187, 188,
 189, 190, 191, 193, 194, 198,
 200, 202, 203, 204, 205, 206,
 207, 208, 218, 219, 220, 231
 lahan kering 13, 57, 68, 77, 119,
 183, 184, 185, 187, 188, 190,
 207
 limpasan 13, 167, 168, 184
 lingkungan 8, 9, 12, 19, 30, 31, 34,
 55, 56, 58, 72, 73, 105, 107,
 110, 111, 112, 115, 137, 138,
 140, 146, 150, 156, 167, 168,
 169, 171, 188, 189, 191, 194,
 218, 220
 magnesium 134
 manajemen 19, 27, 56, 57, 138,
 140, 148, 182, 188, 190, 58,
 189, 191
 natrium 133, 218
 negosiasi 6
 nitrogen 52, 107, 116, 122, 129,
 126, 129, 130, 131

- organik 12, 30, 45, 52, 76, 115, 122, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 167, 207, 208, 217, 219
- organisme 55, 56, 58, 77, 105, 116, 126, 188, 191, 217
- padi 12, 37, 38, 45, 58, 78, 95, 108, 113, 123, 133, 157, 191, 197, 199, 207
- palawija 51, 94, 120, 207, 208
- pamekasan 55, 67, 68, 70, 75, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 192, 193, 194, 195, 196, 198, 199, 200, 219, 231
- panen 12, 31, 35, 38, 44, 45, 47, 58, 59, 64, 76, 77, 78, 122, 123, 129, 160, 184, 190, 202, 208, 118
- pangan xv, xvii, 5, 13, 6, 8, 9, 14, 19, 20, 31, 32, 35, 36, 44, 54, 69, 70, 71, 72, 73, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 158, 186, 199, 215, 33, 37, 50, 55, 74, 135, 136, 141, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 152
- pasar 15, 19, 23, 26, 32, 33, 37, 44, 70, 71, 143, 154, 157, 170, 182, 217
- pembangunan 5, 6, 8, 9, 14, 19, 20, 27, 31, 34, 36, 38, 43, 44, 47, 48, 49, 135, 146, 147, 158, 159, 160, 161, 163, 164, 169, 192, 198, 231
- pembunuhan 53, 117, 219
- pemeliharaan 26, 27, 28, 46, 47, 48, 53, 59, 144, 161, 219
- pengendalian 10, 38, 47, 57, 58, 60, 118, 147, 184, 189, 191, 95, 117, 191
- pengolahan 15, 19, 20, 32, 44, 51, 52, 55, 59, 71, 73, 75, 76, 94, 120, 121, 122, 128, 155, 156, 173, 174, 175, 180, 208
- penyakit 38, 54, 56, 58, 60, 77, 116, 117, 123, 161, 189, 191, 217, 220, 232
- penyiangan 53, 59, 219
- penyulaman 53, 219
- perekonomian 19, 21, 30, 31, 136, 140, 192
- perkebunan 17, 18, 19, 20, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 44, 198, 207, 208, 218, 231
- pertanian 7, 9, 10, 11, 12, 15, 24, 25, 32, 35, 36, 37, 39, 43, 44, 47, 49, 54, 55, 68, 69, 72, 77, 106, 127, 128, 136, 141, 142, 147, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 169, 170, 171, 173, 183, 184, 185, 187, 188, 194, 195, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 206, 207, 208, 67, 68, 72, 106, 158, 199, 203, 231
- petani 9, 19, 31, 33, 35, 36, 44, 45, 46, 49, 50, 52, 59, 60, 61, 68, 70, 71, 72, 76, 77, 94, 116, 119, 122, 136, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 169, 170, 171, 188, 200, 202, 207, 208, 55, 61, 62, 156, 157, 188
- peternakan 231
- politik 21, 22, 46, 149, 150, 216
- prevalensi 136
- produk 9, 19, 20, 26, 32, 44, 60, 70,

- 71, 72, 73, 75, 76, 77, 152
- produksi 7, 24, 25, 26, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 43, 44, 46, 47, 56, 59, 60, 67, 69, 70, 71, 72, 75, 76, 77, 78, 94, 106, 115, 118, 130, 133, 136, 140, 147, 154, 156, 157, 160, 164, 165, 170, 184, 186, 187, 189, 192, 198, 208, 219, 108, 157, 232
- produktivitas 5, 6, 7, 9, 24, 31, 37, 43, 44, 56, 57, 58, 69, 70, 71, 73, 76, 77, 123, 124, 128, 136, 162, 169, 170, 172, 173, 187, 188, 189, 190, 191, 208, 220, 202
- pupuk 12, 25, 38, 44, 52, 55, 56, 58, 59, 60, 71, 76, 108, 121, 122, 124, 127, 128, 130, 132, 134, 144, 157, 163, 188, 190, 191, 219, 57, 58, 62, 122, 190, 191
- rawan 136, 137
- rehabilitasi 169, 171
- rentan 46, 58, 137, 140, 141, 147, 167, 191
- reservoir 183, 184, 187
- sawah 38, 49, 51, 53, 54, 67, 68, 77, 78, 91, 95, 121, 122, 198, 199, 207, 219
- spasial 15, 166, 167, 169, 170, 172
- sumber daya alam 28
- sumber daya manusia 19
- talas 33, 34, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 67, 68, 69, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 124, 129, 188, 189, 190, 191, 200, 201, 203, 217, 219, 62, 65, 202
- tanah 10, 12, 13, 15, 25, 34, 45, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 67, 68, 70, 73, 76, 78, 92, 93, 94, 115, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 161, 162, 163, 165, 167, 169, 170, 172, 181, 182, 183, 187, 190, 192, 194, 195, 196, 200, 202, 206, 208, 217, 218, 219, 220, 119
- tanaman 6, 9, 12, 17, 18, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 44, 46, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 67, 68, 69, 70, 77, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 105, 106, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 136, 156, 183, 184, 185, 186, 188, 189, 190, 191, 194, 198, 199, 200, 202, 205, 207, 208, 217, 218, 219, 220, 117, 118, 121, 134, 189, 190, 191, 231, 232
- tantangan 5, 6, 7, 8, 9, 15, 69, 150, 162, 72, 136
- teknologi 19, 26, 35, 36, 56, 59, 70, 71, 72, 76, 77, 78, 106, 107, 147, 156, 169, 170, 172, 189, 74, 232
- tenaga Kerja 59, 64
- tindakan 10, 123, 147, 148, 150, 153, 166, 174, 220
- transportasi 155, 158, 161
- tumbuhan 111, 112, 114, 115, 134, 217, 116
- umbi 50, 54, 57, 60, 116, 117, 118, 119, 120, 190, 199

Agroekonomi adalah hal ihwal ekonomi yang bersangkutan dengan pertanian. Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki potensi luar biasa dalam pengembangan sektor pertanian yang berkelanjutan. Walaupun demikian, isu kelangkaan pangan dan air justru merupakan isu yang sudah terjadi sejak lama di Indonesia. Buku ini menjabarkan apa dan bagaimana strategi-strategi penanganan kelangkaan pangan dan air dapat diimplementasikan di Indonesia.

Buku Agroekonomi Kelangkaan Pangan dan Air ini ditulis berdasarkan alur riset pengembangan agroekonomi dari aspek pemahaman regulasi, baik dalam maupun luar negeri. Berbagai studi kasus dipaparkan sebagai pembelajaran nyata dalam penanganan kelangkaan pangan dan air. Buku ini juga menceritakan perkembangan perkebunan, pertanian, dan keanekaragaman hayati di Indonesia seperti talas bentul yang berpotensi sebagai salah satu sumber pangan potensial.

Buku ini diharapkan dapat memberikan manfaat, baik sebagai bacaan maupun sumber rujukan berharga untuk pemerintah, akademisi, dan semua pihak yang menaruh perhatian terhadap pengembangan agroekonomi di Indonesia.

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,
Jln. M.H. Thamrin No. 8,
Kota Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.543



ISBN 978-623-8372-65-2



9

786238

372652