

REPUBLIC INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202230302, 18 Mei 2022

Pencipta

Nama : **Nur Zaman, Mahyati dkk**

Alamat : Jl. M. Ishak Dg. Massikki, Kompleks Perumahan Griya Pondok Mandiri Blok B, No. 7, Kel. Raya, Kec. Turikale, Maros, SULAWESI SELATAN, 90511

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Nur Zaman, Mahyati dkk**

Alamat : Jl. M. Ishak Dg. Massikki, Kompleks Perumahan Griya Pondok Mandiri Blok B, No. 7, Kel. Raya, Kec. Turikale, Maros, SULAWESI SELATAN, 90511

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **Pengantar Teknologi Pertanian**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 17 Mei 2022, di Medan

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000345875

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.

Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto
NIP.196412081991031002

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Nur Zaman	Jl. M. Ishak Dg. Massikki, Kompleks Perumahan Griya Pondok Mandiri Blok B, No. 7, Kel. Raya, Kec. Turikale
2	Mahyati	Jl. Darul Ma Arief 3 No 6 Rappo Kalling, Kel. Tammua ,Kec. Tallo
3	Inti Mulyo Arti	Harapan Baru Regency Jl. Gardena III Blok B6 No. 7 Kel. Kota Baru, Kec. Bekasi Barat
4	Efbertias Sitorus	Jl. Budi Luhur Gg. Ria Lk I No. 22-H, Kel. Dwikora, Kec. Medan Helvetia
5	Asniwati Zainuddin	Jl. Sawit 1, Perum Putzelia Blok B/12, Kel. Buladu, Kec. Kota Barat
6	R. Amilia Destryana	Jl. Jambangan Gang Kelurahan No 40, Kel. Jambangan, Kec. Jambangan
7	Nur Arifah Qurota A'yunin	Jl. Noenoeng Tisnasaputra Perumahan Wijaya Permai 2 Blok G No 17, Kel.Kahuripan, Kec. Tawang
8	Ikrar Taruna Syah	Perumahan Permata Indah Blok N/5, Lingk. Lembang, Kel. Lembang, Kec. Banggae Timur
9	Amruddin	Jl. Toddopuli Raya No.37, RT.001 RW.006, Kel. Pandang, Kec. Panakkukang
10	Emi Inayah Sari Siregar	Jl. Jermal V No. 18, Kel. Denai, Kec. Medan Denai
11	Zainal Abidin	Jl. Anggur Perum Anggrindo 2 Blok I No 9, Kel. Huangubotu, Kec. Duingingi
12	Wenni Tania Defriyanti	Jl. Kol. Dani Effendi No.665 Kel. TI. Betutu, Kec. Sukarami

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Nur Zaman	Jl. M. Ishak Dg. Massikki, Kompleks Perumahan Griya Pondok Mandiri Blok B, No. 7, Kel. Raya, Kec. Turikale
2	Mahyati	Jl. Darul Ma Arief 3 No 6 Rappo Kalling, Kel. Tammua ,Kec. Tallo
3	Inti Mulyo Arti	Harapan Baru Regency Jl. Gardena III Blok B6 No. 7 Kel. Kota Baru, Kec. Bekasi Barat
4	Efbertias Sitorus	Jl. Budi Luhur Gg. Ria Lk I No. 22-H, Kel. Dwikora, Kec. Medan Helvetia
5	Asniwati Zainuddin	Jl. Sawit 1, Perum Putzelia Blok B/12, Kel. Buladu, Kec. Kota Barat
6	R. Amilia Destryana	Jl. Jambangan Gang Kelurahan No 40, Kel. Jambangan, Kec. Jambangan
7	Nur Arifah Qurota A'yunin	Jl. Noenoeng Tisnasaputra Perumahan Wijaya Permai 2 Blok G No 17, Kel.Kahuripan, Kec. Tawang
8	Ikrar Taruna Syah	Perumahan Permata Indah Blok N/5, Lingk. Lembang, Kel. Lembang, Kec. Banggae Timur
9	Amruddin	Jl. Toddopuli Raya No.37, RT.001 RW.006, Kel. Pandang, Kec. Panakkukang
10	Emi Inayah Sari Siregar	Jl. Jermal V No. 18, Kel. Denai, Kec. Medan Denai

11	Zainal Abidin	Jl. Anggur Perum Anggrindo 2 Blok I No 9, Kel. Huangubotu, Kec. Duingingi
12	Wenni Tania Defriyanti	Jl. Kol. Dani Effendi No.665 Kel. TI. Betutu, Kec. Sukarami





PENGANTAR TEKNOLOGI PERTANIAN



Nur Zaman • Mahyati • Inti Mulyo Arti • Efbertias Sitorus
Asniwati Zainuddin • R. Amilia Destryana
Nur Arifah Qurota A'yunin • Ikrar Taruna Syah • Amruddin
Emi Inayah Sari Siregar • Zainal Abidin • Wenni Tania Defriyanti

PENGANTAR

TEKNOLOGI PERTANIAN



UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Pengantar Teknologi Pertanian

Nur Zaman, Mahyati, Inti Mulyo Arti, Efbertias Sitorus

Asniwati Zainuddin, R. Amilia Destryana

Nur Arifah Qurota A'yunin, Ikrar Taruna Syah, Amruddin

Emi Inayah Sari Siregar, Zainal Abidin, Wenni Tania Defriyanti



Penerbit Yayasan Kita Menulis

Pengantar Teknologi Pertanian

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2022

Penulis:

Nur Zaman, Mahyati, Inti Mulyo Arti, Efbertias Sitorus
Asniwati Zainuddin, R. Amilia Destryana
Nur Arifah Qurota A'yunin, Ikrar Taruna Syah, Amruddin
Emi Inayah Sari Siregar, Zainal Abidin, Wenni Tania Defriyanti

Editor: Ronal Watrianthos

Desain Sampul: Devy Dian Pratama, S.Kom.

Penerbit

Yayasan Kita Menulis

Web: kitamenulis.id

e-mail: press@kitamenulis.id

WA: 0821-6453-7176

IKAPI: 044/SUT/2021

Nur Zaman., dkk.

Pengantar Teknologi Pertanian

Yayasan Kita Menulis, 2022

xiv; 184 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-623-342-465-3

Cetakan 1, Mei 2022

- I. Pengantar Teknologi Pertanian
- II. Yayasan Kita Menulis

Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa
izin tertulis dari penerbit maupun penulis

Kata Pengantar

Assalamu Alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Tiada kata yang paling pantas kami ucapkan selain kata Alhamdulillah (segala puji bagi Allah SWT), atas limpahan rahmat, ridho dan karunia-Nya serta kemampuan yang diberikan kepada para penulis, sehingga dapat menyelesaikan penulisan buku kolaborasi yang berjudul Pengantar Teknologi Pertanian. Buku ini dirangkum dari berbagai sumber yang diharapkan menjadi bahan referensi dan dapat memberikan gambaran tentang perkembangan teknologi pertanian dalam upaya meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi pertanian baik di Indonesia maupun dunia.

Teknologi pertanian merupakan prinsip-prinsip ilmu matematika dan ilmu pengetahuan alam dalam upaya pendayagunaan secara ekonomis sumber daya pertanian dan sumberdaya alam untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Buku ini berisi materi yang dapat digunakan oleh tenaga pengajar, mahasiswa dan para pembaca sekalian untuk menambah wawasan berpikir dan ilmu yang berhubungan dengan ilmu pertanian secara komprehensif.

Buku ini terdiri dari 12 bab yang membahas tentang :

Bab 1 Sejarah dan Terminologi Teknologi Pertanian

Bab 2 Energi Terbarukan dan Tidak Terbarukan

Bab 3 Karakteristik Fisik Hasil Pertanian

Bab 4 Karakteristik Kimia Hasil Pertanian

Bab 5 Penanganan Pascapanen Komoditas Pertanian

Bab 6 Pengolahan Hasil Pertanian

Bab 7 Tahapan Kegiatan Pascapanen dan Pengolahan Hasil Pertanian

Bab 8 Teknologi Pengawetan Bahan Pangan

Bab 9 Kegiatan Usaha Di Bidang Teknologi Pertanian

Bab 10 Inovasi Dalam Industri Pangan

Bab 11 Perkembangan Teknologi Pertanian Indonesia dan Dunia

Bab 12 Keteknikan Pertanian

Para penulis berharap buku ini akan menambah khasanah ilmu pengetahuan kepada seluruh pembaca, khususnya yang tertarik dengan isu yang berkaitan dengan berbagai perspektif terhadap perkembangan teknologi pertanian dari zaman ke zaman.

Kami menyadari bahwa buku hasil karya kolaborasi ini masih banyak terdapat kelemahan dan kekurangan, karena ditulis oleh beberapa penulis dengan latar belakang pendidikan dan sudut pandang yang berbeda yang menghasilkan suatu karya yang unik dan kaya perspektif di dalamnya, oleh karena itu, penulis membuka ruang bagi para akademisi, praktisi dan para pembaca sekalian untuk memberikan saran, masukan maupun kritikan yang sifatnya membangun demi penyempurnaan buku ini pada edisi selanjutnya.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak dan tim yang telah berkontribusi dalam menyusun, memberi dukungan, pendampingan dan penguatan hingga tuntasnya proses penyusunan sampai pada terbitnya buku ini, terkhusus kepada Redaksi Yayasan Kita Menulis sebagai penerbit yang telah berkenan menerbitkan buku ini. Penulis berharap agar buku ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi semua pihak serta kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya bidang ilmu teknologi pertanian. Semoga kita senantiasa berada dalam lindungan Tuhan Yang Maha Esa dalam mengerjakan segala tugas dan aktivitas kita, Amin

Wabillahi Taufik Walhidayah.

Assalamu Alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Makassar, April 2022
Tim Penulis
Nur Zaman dkk.

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii

Bab 1 Sejarah dan Terminologi Teknologi Pertanian

1.1 Pendahuluan	1
1.2 Sejarah Lahirnya Teknologi Pertanian.....	6
1.3 Terminologi Teknologi Pertanian	13

Bab 2 Energi Terbarukan dan Tidak Terbarukan

2.1 Pendahuluan	19
2.2 Energi Baru Terbarukan.....	20
2.2.1 Biomassa	21
2.2.2 Bioetanol	21
2.2.3 Biodiesel.....	22
2.2.4 Biogas	23
2.2.5 Sistem Fotovoltaik.....	24
2.2.6 Tenaga Air.....	25
2.2.7 Energi Angin.....	26
2.2.8 Energi Arus Air Laut.....	27
2.2.9 Energi Geotermal (Uap Panas).....	28
2.3 Energi Tidak Terbarukan	29

Bab 3 Karakteristik Fisik Hasil Pertanian

3.1 Pendahuluan	33
3.2 Karakteristik Fisik	35
3.2.1 Buah-buahan	41
3.2.2 Sayuran.....	41
3.2.3 Bunga Potong.....	42

Bab 4 Karakteristik Kimia Hasil Pertanian

4.1 Pendahuluan.....	45
4.2 Karbohidrat	46
4.3 Protein.....	48
4.4 Lemak.....	49
4.5 Vitamin.....	52
4.6 Air	54

Bab 5 Penanganan Pascapanen Komoditas Pertanian

5.1 Pendahuluan.....	57
5.2 Permasalahan Pada Pascapanen	58
5.3 Penanganan Komoditas Pertanian.....	61
5.3.1 Penanganan Komoditas Pada Saat Panen dan pascapanen	61
5.3.2 Prinsip Penanganan Pascapanen yang Baik	64

Bab 6 Pengolahan Hasil Pertanian

6.1 Pendahuluan.....	67
6.2 Pangan	68
6.3 Komponen Utama Pangan.....	69
6.4 Kerusakan Bahan Pangan	74
6.5 Teknologi Pengawetan Pangan	75

Bab 7 Tahapan Kegiatan Pascapanen dan Pengolahan Hasil Pertanian

7.1 Pendahuluan.....	79
7.2 Penanganan Awal (Pre-Handling)	81
7.3 Penyimpanan dan Penggudangan	83
7.4 Pengaturan Komposisi Atmosfer	85
7.5 Pengolahan Hasil Pertanian	87

Bab 8 Teknologi Pengawetan Bahan Pangan

8.1 Pendahuluan.....	89
8.2 Metode Pengawetan Pangan.....	96
8.3 Pengawetan Menggunakan Bahan Kimia dan Mikrobial.....	98
8.3.1 Fermentasi Sebagai Metode Pengawetan Pangan.....	98
8.3.2 Antimikrobia Alami Sebagai Bahan Pengawet.....	100
8.3.3 Antioksidan Sebagai Bahan Pengawet	103
8.4 Pengawetan Melalui Pengendalian Kadar Air dan Struktur Bahan.....	105
8.4.1 Metode Pengeringan Dalam Pengawetan Pangan	105
8.4.2 Pengasapan Sebagai Metode Pengawetan Pangan	106

8.4.3 Enkapsulasi Sebagai Metode Pengawetan Pangan	108
Bab 9 Kegiatan Usaha Di Bidang Teknologi Pertanian	
9.1 Pendahuluan	111
9.2 Teknologi Pertanian	112
9.2.1 Peluang Bisnis Pertanian	113
9.2.2 Peluang Usaha Pertanian	115
Bab 10 Inovasi Dalam Industri Pangan	
10.1 Pendahuluan	121
10.2 Industri Pangan	122
10.3 Inovasi Industri Pangan	124
10.4 Trend Inovasi Pangan	129
Bab 11 Perkembangan Teknologi Pertanian Indonesia dan Dunia	
11.1 Pendahuluan	135
11.2 Perkembangan Pembangunan Pertanian Indonesia	137
11.2.1 Pertanian Masa lalu	137
11.2.2 Pertanian Era Reformasi	139
11.2.3 Pertanian Modern	140
11.3 Perkembangan Teknologi Pertanian Indonesia	142
11.4 Perkembangan Teknologi Pertanian Dunia	147
11.5 Perkembangan Teknologi Pertanian Dunia dan Indonesia	153
Bab 12 Keteknikan Pertanian	
12.1 Pendahuluan	155
12.2 Teknologi Pascapanen dan Pengolahan Pangan	156
12.3 Teknik Tanah dan Air	158
12.4 Mekanisasi Pertanian	160
12.5 Instrumentasi dan Kontrol	162
Daftar Pustaka	165
Biodata Penulis	179

Daftar Gambar

Gambar 1.1: Alat Pengolah Tanah (Traktor).....	8
Gambar 1.2: Alat Penanam Padi	9
Gambar 1.3: Alat Pemanen Padi	10
Gambar 2.1: Flowchart Proses Produksi Biodiesel.....	23
Gambar 2.2: Peta Sebaran Instalasi Biogas di Indonesia.....	23
Gambar 2.3: Rangkaian Modul Fotovoltaik.....	25
Gambar 3.1: Mesin Sortir Dengan Memanfaatkan Ukuran Diameter Buah Apel	37
Gambar 3.2: Tipe Kurva TPA	39
Gambar 4.1: Proses Hidrolisis Triglicerida.....	50
Gambar 7.1: Jalur Umum Penanganan Komoditas Hasil Pertanian Dari Lahan Sampai Konsumen	80
Gambar 7.2: Ilustrasi Edible Coating Untuk Menunda Penurunan Kualitas Pasca Panen Produk Segar.....	83
Gambar 7.3: Deskripsi Sistem Pengemasan Produk Dengan Pendekatan Coupling Mass Transfer Dan Kerusakan Produk Selama Penyimpanan Melalui Model Mekanisme Biologi Dan Fisik Utama	86
Gambar 7.4: Kualitas Biji Kering Canavalia Maritima Yang Disimpan Selama 6 Bulan Pada Ruangan Bersuhu $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ Pada Perlakuan Tidak Irradiasi 0kgy, Dan Dengan Irradiasi Dosis 2, 5, 10, 15 kGy.....	86
Gambar 7.5: Ruang Lingkup Pengolahan Hasil Pertanian.....	87
Gambar 8.1: Ringkasan Sejarah Teknik Pengawetan Pangan	92
Gambar 8.2: Kesenambungan Potensi Bahaya Yang Berhubungan Dengan Makanan Dan Konsekuensinya Bagi Konsumen.....	95
Gambar 9.1: Combine Harvester.....	112
Gambar 9.2: Contoh Jualan Jasa Sektor Pertanian.....	114
Gambar 9.3: Sosialisasi Tanaman Obat Di Sekolah	117
Gambar 9.4: Inovasi Teknologi Pertanian	120
Gambar 10.1: Traditional Linear Innovation Process.....	128

Daftar Tabel

Tabel 2.1: Target Pembangunan EBT	21
Tabel 2.2: Klasifikasi Batu Bara	30
Tabel 3.1: Ragam Bentuk Produk Pertanian	37
Tabel 3.2: Hasil Karakterisasi Sifat Fisik Ubi Kayu Varietas Darul Hidayah, Adira 4 Dan Malang 4	42
Tabel 3.3: Kelas Mutu Bunga Krisan Potong.....	43
Tabel 4.1: Sifat-sifat Umum Vitamin Larut Dalam Lemak dan Vitamin Larut Dalam Air.....	52
Tabel 6.1: Teknologi Pengawetan Produk Pangan	77
Tabel 8.1: Mikroorganisme Penyebab Pembusukan Pangan	93
Tabel 8.2: Beberapa Contoh Produk Fermentasi Beserta Jenis Mikroorganisme yang Terlibat di Dalamnya	99
Tabel 8.3: Beberapa Antioksidan yang Diizinkan Penggunaannya Pada Bahan Pangan.....	103

Bab 1

Sejarah dan Terminologi Teknologi Pertanian

1.1 Pendahuluan

Sejarah tentang pertanian sudah dimulai dari ribuan tahun yang lalu. Pertanian merupakan bidang yang sangat penting untuk menunjang kehidupan umat manusia. Berdasarkan sejarah, baik yang kita dengar maupun yang kita baca dari berbagai sumber, pertanian bermula dari kegiatan manusia yang hanya berburu dan meramu (food gathering) dan mengumpulkan tumbuhan liar sebelum akhirnya belajar untuk mengolah lahan yang kemudian menghasilkan tanaman dan makanan dari lahan yang mereka olah atau bercocok tanam (food producing).

Pertanian merupakan bagian dari sejarah yang muncul ketika manusia menjaga ketersediaan pangan untuk diri dan keluarganya. Pertanian dapat membuat suatu kelompok masyarakat untuk menetap pada suatu tempat dan menciptakan suatu peradaban.

Perkembangan pertanian pada suatu negara berjalan sesuai dengan tahapan perkembangan masyarakat, mekanisme pasar yang berlaku, perkembangan teknologi dan perkembangan ekonomi serta perkembangan kelembagaan sosial (Kusmiadi, 2014).

Pertanian merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, karena pertanian adalah kegiatan manusia untuk mengembangkan reproduksi hewan dan tumbuhan yang bertujuan agar tumbuhan dan hewan tersebut dapat berkembang atau menjadi lebih baik lagi dalam memenuhi kebutuhan hidupnya (Zaman et al., 2020).

Sektor pertanian tetap menjadi sumber utama lapangan kerja terbesar dan pengembangannya sangat penting untuk memastikan keamanan pangan. Kebutuhan manusia akan pangan merupakan suatu hal yang mutlak untuk segera dipenuhi, karena jumlah permintaan akan produksi pangan semakin meningkat seiring bertambahnya populasi manusia (Zaman et al., 2021).

Kehidupan suatu masyarakat dari zaman ke zaman selalu berkembang dan mengalami suatu perubahan, begitu pun dengan corak kehidupan manusia pada zaman prasejarah dalam mempertahankan hidupnya. Pertanian merupakan salah satu kebudayaan yang telah menciptakan revolusi besar bagi kehidupan manusia.

Sejarah pertanian dibagi dalam empat tahap perkembangan, yaitu:

Revolusi Pertanian Pertama

Revolusi pertanian pertama dimulai dari masa berburu dan meramu. Pada masa ini manusia mendapatkan makanan dari berburu binatang liar, menangkap ikan, mengumpulkan makanan dari tumbuhan yang disediakan oleh alam dan mencari madu di hutan, di mana mereka hidup secara berkelompok dan berpindah-pindah (nomaden) dari suatu tempat ke tempat yang lain.

Sistem sosial, budaya dan ekonomi manusia pada masa ini sangat sederhana, karena mereka mencari makanan hanya untuk memenuhi kebutuhan mereka pada saat itu yang belum kompleks. Keterampilan yang mereka miliki dan alat-alat yang digunakan terbuat dari batu, kayu dan tulang yang masih sangat sederhana.

Kusmiadi (2014) mengatakan dalam kepustakaan kuno terdapat cerita bahwa penemu kegiatan pertanian adalah Kaisar Cina yang bernama Shen Nung. Di mana pada saat itu, Nung melihat rakyatnya suka makan daging sapi dan ayam yang diperoleh dari hasil perburuan serta mengumpulkan buah-buahan, biji-bijian dan kacang-kacangan. Pada akhirnya manusia sudah mulai hidup menetap dan mendirikan berbagai pusat peradaban serta mulai membangun kebudayaan.

Revolusi Pertanian Kedua

Revolusi pertanian kedua atau yang dikenal dengan revolusi industri. Pada masa ini, terjadi perubahan besar yang dilakukan oleh manusia dalam mengelola sumber daya untuk memproduksi barang dan jasa pada berbagai sektor bisnis yang berdampak lebih baik pada kehidupan manusia pada sektor politik, ekonomi, sosial dan budaya.

March, (2019) mengatakan revolusi industri dimulai dari meningkatnya produksi pertanian di negara Britania Raya (Inggris, Skotlandia dan Wales), karena terjadinya peningkatan tenaga kerja dan produktivitas lahan pada abad ke 17 sampai abad 19. Tenaga kerja pada pertanian menghasilkan lebih banyak makanan, akan tetapi masyarakat lebih senang bekerja di perusahaan/industri, sehingga proporsi tenaga kerja pertanian menurun.

Hal inilah yang memicu proporsi yang bekerja di industri dan jasa semakin meningkat, sehingga peningkatan produksi pertanian menciptakan revolusi industri. Peristiwa inilah yang melahirkan anggapan bahwa revolusi industri sebagai awal lahirnya dunia modern. Pada masa itu tenaga yang digunakan untuk mengolah lahan pertanian yang sebelumnya menggunakan tenaga hewan, mulai diganti dengan tenaga mesin untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan.

Peningkatan produktivitas ini mempercepat penurunan pangsa pertanian dari angkatan kerja, menambah tenaga kerja perkotaan yang menjadi sandaran industrialisasi, sehingga revolusi pertanian disebut sebagai penyebab terjadinya revolusi industri yang dapat mengubah proses dan cara kerja manusia dalam memperoleh suatu barang. Revolusi industri menggunakan metode produksi dan pola-pola baru dalam kehidupan ekonomi, di mana perubahan tidak hanya terjadi pada aspek penggunaan teknologi, tetapi juga aspek kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat.

Revolusi Pertanian Ketiga

Revolusi pertanian ketiga atau yang dikenal dengan revolusi hijau (green revolution). Revolusi hijau merupakan sebuah upaya modernisasi sistem dan budaya pertanian di negara-negara berkembang. Dampak dari revolusi hijau adalah meningkatnya produksi pertanian secara drastis, karena petani sudah diperkenalkan dengan penggunaan pupuk anorganik/kimia, pestisida, bibit unggul, alat dan mesin pertanian (Alsintan), sistem budidaya pertanian yang

baru, metode menurunkan kegagalan panen dan mengatasi permasalahan kerawanan pangan.

Revolusi pertanian ketiga mencakup mekanisasi pertanian secara luas, ketergantungan besar pada sistem pengairan/irigasi dan bioteknologi. (Mandala, 2014) mengatakan revolusi hijau merupakan dari perubahan yang terjadi dalam sistem pertanian pada abad saat ini. Latar belakang lahirnya revolusi hijau adalah karena hancurnya lahan pertanian akibat perang dunia I dan II, penambahan penduduk dunia yang terus meningkat yang mengakibatkan kebutuhan akan pangan juga ikut meningkat, terdapat banyak lahan yang kosong serta adanya upaya peningkatan produksi pertanian.

Namun hal ini melalui proses panjang yang pada akhirnya meluas ke wilayah Asia dan Afrika terutama pada daerah-daerah yang dahulunya merupakan daerah yang sedang berkembang atau daerah yang selalu mengalami kekurangan bahan pangan, termasuk Indonesia. Revolusi hijau lahir dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Thomas Malthus (1766–1834) yang mengemukakan bahwa masalah kemiskinan adalah masalah yang tidak dapat dihindari oleh manusia. Kemiskinan terjadi karena pertumbuhan penduduk tidak sebanding dengan peningkatan produksi pertanian (pangan).

Malthus berpendapat bahwa pertumbuhan penduduk berjalan menurut deret ukur, sedangkan peningkatan produksi pertanian berjalan berdasarkan deret hitung. Pernyataan Malthus memberikan pengaruh kepada negara-negara didunia untuk melakukan pengendalian pertumbuhan penduduk dan gerakan mencari dan meneliti bibit unggul di bidang pertanian. Revolusi hijau memiliki dampak yang sangat besar dalam kemajuan teknologi dalam sejarah pertanian, meskipun banyak berdampak buruk pada kelestarian lingkungan dan alam.

Sumarno (2010) mengatakan bahwa penerapan teknologi revolusi hijau pada budidaya tanaman pangan di dunia telah berhasil meningkatkan tiga sampai empat kali lipat dalam kurun waktu empat puluh tahun (1970 – 2010). Begitu pun di Indonesia, di mana produksi beras pada tahun 1960-an hanya sekitar 8 – 9 juta ton per tahun, pada tahun 2000-an, dapat meningkat sampai 33 – 34 juta ton per tahun.

Revolusi Pertanian Keempat

Revolusi pertanian keempat atau dikenal dengan revolusi hijau lestari (evergreen revolution) yang merupakan usaha untuk meningkatkan produktivitas pertanian tanpa merusak lingkungan hidup dan sosial dengan melakukan integrasi prinsip-prinsip ekologis dalam pengembangan teknologi

pertanian yang lebih berwawasan lingkungan, sehingga dapat mencapai pertanian yang berkelanjutan. Sistem pertanian yang ada pada saat sekarang, tidak akan mampu memenuhi kebutuhan generasi mendatang.

Oleh karena itu, sistem pertanian harus segera dikembangkan dengan belajar melestarikan lingkungan. (Satria, 2020) mengatakan *evergreen revolution* merupakan suatu metode pertanian yang kembali ke alam, seperti menggunakan pestisida dan pupuk organik untuk menyuburkan tanaman, lahan dan penerapan irigasi dibentuk agar lebih efisien serta mengurangi penggunaan pupuk anorganik/kimia yang dapat merusak lingkungan. Dampak buruk pertanian seperti blooming alga pada sungai, danau dan laut dapat dicegah agar tidak terjadi lagi.

Las (2009) mengatakan inovasi teknologi menjadi tumpuan pada revolusi hijau lestari dengan (1) pengembangan potensi genetik tanaman melalui reorientasi teknologi pemuliaan untuk meningkatkan efisiensi fotosintesis melalui pengembangan varietas tanaman ideal dan pemanfaatan keunggulan heterosis FI (Varietas Unggul Hibrida), dan (2) aktualisasi potensi genetik varietas melalui penerapan teknologi dengan pendekatan pengelolaan tanaman dan sumberdaya terpadu (PTT) dan sistem pertanian preskriptif.

Poerwanto (2012) mengatakan konsep *evergreen revolution* dalam perkembangannya lebih populer dengan istilah pertanian berkelanjutan. Sejak awal tahun 1990, konsep pertanian berkelanjutan terus dikembangkan oleh berbagai lembaga riset maupun para pemerhati kelestarian lingkungan. Pretty (2006) mengatakan konsep pertanian berkelanjutan telah berkembang dari yang awalnya lebih difokuskan pada lingkungan, kemudian mencakup juga aspek ekonomi, sosial dan politik.

Swaminathan (2006) mengatakan bahwa konteks paradigma *evergreen revolution* merupakan suatu usaha untuk meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan (untuk mengimbangi peningkatan populasi manusia) yang mengacu pada prinsip tidak merusak lingkungan.

Untuk memenuhi prinsip tersebut maka inovasi teknologi yang berbasis kearifan lokal yang menjadi kunci utama peningkatan produktivitas selanjutnya. Teknologi yang digunakan harus berakar pada prinsip-prinsip ekologi, ekonomi, keadilan gender dan sosial, menciptakan lapangan kerja serta konservasi energi.

1.2 Sejarah Lahirnya Teknologi Pertanian

Lahirnya ilmu dalam lingkup teknologi pertanian dipicu oleh kebutuhan untuk pemenuhan pembukaan dan pengerjaan lahan pertanian secara luas di Amerika Serikat dan Eropa pada pertengahan abad ke 18. Sementara di Indonesia, perkembangan teknologi pertanian dimulai pada awal 1960-an yang pada saat itu Indonesia masih dalam zaman pendudukan Belanda yang mengembangkan pendidikan teknik dan pertanian. Teknologi pertanian merupakan penerapan dari ilmu-ilmu terapan dan teknik pada kegiatan pertanian.

Awal perkembangan teknologi pertanian diciptakan untuk membantu pekerjaan petani dalam mengerjakan aktivitas pertanian seperti alat pengolah tanah, jentera penarik air dan alat pemanen. Begitu pun dengan teknologi bangunan dengan menggunakan batu bata dan batu alam, baik untuk tempat tinggal, upacara agama seperti piramida dan candi maupun sebagai tempat penyimpanan hasil panen pertanian.

Perkembangan teknologi pertanian selanjutnya adalah kegiatan usaha pengolahan hasil pertanian yang dikenal dengan istilah agroindustri. Proses yang diterapkan mencakup perubahan dan pengawetan melalui perlakuan fisik maupun kimiawi, penyimpanan, pengemasan dan distribusi. Produk yang dihasilkan dari agroindustri merupakan produk akhir yang siap untuk dikonsumsi oleh manusia atau sebagai produk yang merupakan bahan baku untuk industri lainnya (Hermawan and Suryadi, 2017).

Sejak masa bercocok tanam, bidang pertanian terus mengalami perkembangan sesuai dengan tuntutan zaman. Sejak revolusi industri di Inggris akhir abad ke 18, Industri pertanian termasuk industri pengolahan hasil pertanian dan industri pangan berkembang dengan pesat. Munculnya teknologi pertanian dimulai dari revolusi hijau (green revolution) yang kemudian dikembangkan pada masa revolusi hijau lestari (evergreen revolution).

Dalam perkembangannya, hasil yang telah diraih pada era revolusi hijau ternyata memicu ketidakseimbangan ekosistem alam, sehingga dianggap dapat membahayakan upaya penyediaan bahan pangan secara berkelanjutan. Perkembangan teknologi pertanian terus berlanjut hingga saat ini, di mana manusia sudah bisa menemukan metode paling efektif dalam mengolah lahan dan bahkan menghasilkan makanan dari berbagai macam media tanam.

Menurut Boserup (1965) bahwa penambahan populasi yang mengharuskan manusia untuk meningkatkan produksi pangan dengan jalan menciptakan teknologi baru. Hal ini berarti bahwa pertanian berkembang karena populasi manusia yang terus bertambah banyak.

Salah satu jalan untuk meningkatkan produksi dan produktivitas pertanian adalah penggunaan teknologi tepat guna. Kreativitas dan inovasi dibidang pertanian masih terbuka lebar, terutama untuk mendapatkan teknologi dan solusi untuk mengatasi masalah-masalah yang krusial, seperti pertanian ramah lingkungan dan pengelolaan yang tepat dan terukur (Zaman et al., 2021).

Teknologi diciptakan untuk membantu aktivitas manusia. Teknologi tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, karena hanya dengan teknologi manusia dapat melakukan semua pekerjaan menjadi lebih mudah dan cepat. Perkembangan teknologi terus berkembang secara drastis dan berevolusi. Semakin berkembangnya pertumbuhan ilmu dan teknologi (IPTEK) berdampak besar terhadap kehidupan manusia, sehingga setiap segi dan tahap kehidupan manusia dipengaruhi oleh kemajuan ilmu dan perkembangan teknologi.

Begitu pun dengan teknologi pertanian yang berkembang sangat pesat sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi dalam memenuhi kebutuhan bahan pangan yang merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang terus bertambah. Penerapan teknologi pertanian baik pada kegiatan sebelum panen maupun setelah panen merupakan penentu dalam memenuhi kecukupan panen.

Sejak jaman dulu, petani sudah familier dengan kegiatan pertanian, namun cara dan alat yang digunakan masih sederhana atau konvensional, sehingga membutuhkan tenaga kerja yang banyak, biaya yang mahal, hasil produksi yang rendah dan memerlukan waktu yang lama dalam pengerjaannya. Salah satu faktor yang menentukan kesuksesan dalam bercocok tanam adalah ketersediaan alat dan mesin pertanian. Seiring perkembangan teknologi, terciptalah alat dan mesin pertanian modern yang memudahkan para petani dalam melakukan dan menyelesaikan pekerjaannya.

Setelah itu teknologi pertanian terus dikembangkan menjadi semakin canggih. Pada masa pemerintahan orde baru sampai sekarang, pemerintah terus mengembangkan mekanisasi pertanian untuk meningkatkan hasil pertanian dengan penggunaan mesin pertanian modern.

Berdasarkan fungsinya, alat dan mesin pertanian modern dibedakan menjadi 3 kategori, yaitu:

Alat Pengolah Tanah

Alat pengolah tanah, mengolah tanah awalnya dilakukan oleh manusia secara tradisional dan konvensional, yaitu dengan menggunakan tenaga hewan ternak (sapi, kerbau dan kuda), namun proses pengerjaannya membutuhkan waktu yang lama.

Kemudian manusia berpikir untuk mengganti dengan pengolahan tanah secara modern dengan menciptakan teknologi yang lebih canggih yaitu traktor (traktor tangan dan traktor roda empat), cangkul (alat mengolah tanah) dan rotavator (alat membolak-balikkan tanah, memotong dan mencacah), sehingga pengolahan tanah menjadi lebih efektif dan efisien. Mengolah tanah dapat mengubah dan memperbaiki struktur tanah serta membasmi gulma.

Perbaikan struktur tanah dengan pengolahan tanah dapat berpengaruh baik pada pertumbuhan tanaman, lihat Gambar 1.1.



Gambar 1.1: Alat Pengolah Tanah (Traktor) (Ramdhani, 2020)

Alat Penanam

Untuk menanam padi dan tanaman lainnya masyarakat lebih banyak menggunakan tenaganya sendiri baik secara individu maupun bergotong royong. Namun dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia menciptakan peralatan modern dengan teknologi canggih untuk

menanam padi yaitu *rice transplanter* dengan mesin yang menggunakan bibit dari kotak penyemaian khusus.

Untuk menggunakan mesin ini pengolahan tanah harus sempurna, lahan yang memiliki irigasi teknis dan persemaian memakai sistem petak (kotak). Tetapi sampai sekarang masih banyak petani yang masih menggunakan tenaganya sendiri untuk menanam padi dan tanaman lain, karena tidak semua petani mampu membeli alat dan mesin pertanian yang canggih.

Semarang (2020) menjelaskan bahwa mesin tanam padi otomatis atau rice transplanter menjadi alternatif teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi tertundanya waktu tanam serempak karena hanya mengandalkan tenaga kerja manusia dalam proses penanaman. Rice transplanter merupakan alat penanam bibit padi dengan jumlah, kedalaman, jarak yang pas dan kondisi penanaman yang dapat diseragamkan.

Berdasarkan sistem pendukungnya, alat ini merupakan mesin yang bergerak dengan roda dan dilengkapi dengan papan pengapung, lihat Gambar 1.2.



Gambar 1.2: Alat Penanam Padi (Rice Transplanter) (Agrozine, 2020)

Alat Pemanen

Untuk melakukan panen padi dan tanaman yang lain yang telah ditanam, manusia lebih banyak menggunakan tenaganya sendiri. Pada saat panen petani membutuhkan tenaga kerja yang sangat banyak agar panen dapat dilakukan

tepat waktu, hasil panen tidak rusak/membusuk. Kebutuhan tenaga kerja yang besar pada saat panen ini menjadi masalah bagi sebagian petani karena membutuhkan biaya yang besar.

Namun dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia kemudian menciptakan alat yang lebih canggih, khusus untuk memanen padi manusia menciptakan *combine harvester* untuk mengatasi masalah kekurangan tenaga kerja yang dapat meningkatkan kapasitas dan efisiensi pekerjaan.

Alat ini berguna untuk meningkatkan produktivitas melalui pengurangan ceceran hasil panen, karena dapat menurunkan susut hasil komoditas tanaman pangan, mempertahankan mutu hasil, mempertahankan dan memperpanjang masa simpan, meningkatkan daya saing komoditas tanaman pangan serta lebih efisien dan biaya panen per hektar lebih murah dibanding dengan cara tradisional.

Pekerjaan petani untuk melakukan panen dengan mesin *combine harvester* hanya 3 orang per mesin pemanen dengan rincian 1 orang operator dan 2 orang pemasang karung gabah, sehingga dapat meningkatkan nilai tambah dan memacu daya saing produk pertanian sesuai dengan preferensi petani, lihat Gambar 1.3. Selain mesin pemanen padi, telah diciptakan pula mesin pemanen gandum, kentang, jagung dan tebu.



Gambar 1.3: Alat Pemanen Padi (Combine Harvester) (Dwi, 2019)

Teknologi lain yang diciptakan manusia untuk menambah produktivitas hasil pertanian adalah bibit unggul, pestisida dan pupuk anorganik/kimia. Bibit/varietas unggul diciptakan agar pertumbuhan tanaman menjadi seragam dan serempak, karena bibit dapat tumbuh lebih cepat, kualitas hasil lebih baik dan tanaman lebih tahan terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) dan hawar (penyakit).

Pestisida diciptakan untuk membasmi, mencegah dan melindungi tanaman dari serangan hama (serangga dan siput), gulma dan hawar (penyakit), mengatur dan merangsang tumbuhnya tanaman serta mencegah hama-hama air selain hama darat dan binatang pengganggu seperti ular dan sejenisnya, namun penggunaannya harus hati-hati dan memperhatikan dosis yang dianjurkan. Pupuk kimia diciptakan karena mudah terurai dan langsung dapat diserap oleh tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih cepat, subur serta dapat terhindar dari penyakit.

Namun keseluruhan teknologi ini memiliki dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Pupuk kimia dapat membuat tanah mengeras dan kehilangan porositas. (Kusmiadi, 2014) mengatakan kerusakan sumber daya alam pada pertanian modern dapat terjadi akibat dari penggunaan pestisida yang berlebihan untuk mengendalikan hama, penyakit, rerumputan dan dari aktivitas irigasi. Pengaruh sampingan dari penggunaan pestisida perlu diperhatikan secara hati-hati, karena pestisida mengandung racun yang berbahaya terhadap ikan dan burung serta persistensi dan daya jelajahnya di alam membuatnya menjadi berbahaya jauh melampaui sasaran areal dari penggunaan pestisida tersebut.

Teknologi di bidang pertanian terutama alat dan mesin pertanian diciptakan untuk semakin mempermudah dan mempercepat para petani dalam menggarap sawah dan lahan dengan harapan efisiensi waktu, meningkatkan hasil produksi untuk meningkatkan kesejahteraan para petani, sehingga petani harus mampu menyesuaikan perkembangan teknologi pertanian yang ada pada saat ini.

Disisi lain penggunaan teknologi pertanian yang canggih justru memunculkan banyak masalah. Penggunaan teknologi pertanian tidak serta merta meningkatkan produktivitas secara signifikan. Persoalan lain yang muncul adalah berkurangnya mata pencaharian bagi penduduk miskin di pedesaan, memperkuat ketimpangan, monopoli rantai pemasaran beras dan memicu potensi konflik di masyarakat.

Namun masih banyak petani yang menggunakan alat pertanian tradisional, karena tidak semua petani mampu membeli teknologi modern akibat keterbatasan biaya dan cara penggunaannya. Suranny (2014) mengatakan penggunaan peralatan modern dimaksudkan untuk meningkatkan produktivitas hasil pertanian karena dianggap lebih efektif dan efisien.

Namun dengan adanya alat dan mesin pertanian yang lebih canggih, menyebabkan alat pertanian tradisional petani semakin berkurang. Penggunaan peralatan modern ini ternyata membawa dampak negatif, di antaranya kurang ramah lingkungan. Oleh karena itu, peralatan pertanian tradisional ini perlu dilestarikan untuk mengurangi efek negatif dari penggunaan peralatan modern sekaligus untuk melestarikan kearifan lokal, nilai tradisi dan budaya.

Maka dari itu sangat perlu mengintegrasikan antara teknologi modern dengan teknologi konvensional untuk menghasilkan teknologi unggul yang lebih ramah lingkungan, mengupayakan keselarasan antara upaya mendorong produktivitas dan berkelanjutan dengan membangun mekanisme diseminasi yang efektif untuk mengadopsi teknologi baru dengan teknologi yang mampu menurunkan biaya produksi untuk meningkatkan kualitas, kuantitas dan keamanan pangan serta usaha pertanian yang dilakukan harus melestarikan sumber daya pertanian dan mencegah kerusakan lingkungan, lahan pertanian, sumber daya air dan kualitas udara yang lebih baik.

Untuk mendapatkan hasil pertanian yang sehat dan ramah lingkungan, (Swaminathan, 2010) mengatakan terdapat tiga jalur utama yang dapat ditempuh, yaitu:

1. Pertanian organik

Yaitu sistem budidaya pertanian yang menggunakan bahan (pestisida dan pupuk) organik yang dapat melestarikan dan menjaga kesehatan manusia, tanah, hewan dan tanaman sebagai satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Pengembangan pertanian organik perlu didukung oleh kegiatan penelitian dan pengembangan yang diarahkan pada peningkatan kesuburan tanah dan perlindungan tanaman. Pertanian organik saat ini memang baru berkembang di negara maju (amerika serikat dan eropa) karena segmentasi pasar dapat dilakukan.

2. Pertanian hijau (green agriculture)

Yaitu sistem budidaya pertanian secara modern dengan penggunaan sarana agrokimia yang terkendali sesuai aturan pakai, sehingga

menjamin proses produksi ramah lingkungan dan produk panen aman konsumsi, seperti pertanian konservasi, pengendalian hama terpadu, integrasi dan pengelolaan hara terpadu, serta konservasi sumber daya lahan dan air. Dukungan riset yang diperlukan adalah penciptaan varietas unggul yang tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik yang memiliki mutu yang lebih baik.

3. Mengintegrasikan pertanian organik dengan pertanian intensif

Hal ini ditempuh untuk menjawab kritik terhadap pertanian organik yang dianggap produktivitasnya lebih rendah dibandingkan dengan pertanian intensif. Pendekatan ini disebut dengan istilah ekopertanian (*eco-agriculture*) yang merupakan alternatif optimal untuk menjembatani kepentingan konservasi (pelestarian SDA) dan pencapaian produktivitas yang tinggi untuk mengimbangi pertumbuhan permintaan. Pendekatan ekopertanian mengupayakan pengintegrasian antara pertanian modern dengan wawasan ekologi baru yang diperkaya dengan pengetahuan masyarakat lokal dalam mengelola sumber daya alam secara harmonis.

1.3 Terminologi Teknologi Pertanian

Falsafah teknologi pertanian merupakan praktik-empirik yang bersifat pragmatik finalistik yang dilandasi dengan paham mekanistik-vitalistik yang menekankan penekanan pada objek formal perekayasa dalam pembuatan dan penerapan peralatan, bangunan, lingkungan, sistem produksi serta pengolahan dan pengamanan hasil produksi. Objek formal dalam ilmu pertanian budidaya reproduksi fokus pada budidaya, pemeliharaan, pemungutan hasil dari flora dan fauna, peningkatan mutu hasil panen yang diperoleh, penanganan, pengolahan dan pengamanan serta pemasaran hasil pertanian (Hermawan and Suryadi, 2017).

Secara luas cakupan teknologi pertanian meliputi berbagai penerapan ilmu teknik pada cakupan objek formal, mulai dari budidaya sampai pemasaran. Berdasarkan objek formal tersebut, terdapat pemilihan teknologi pertanian, baik secara ilmu pengetahuan (epistemologis) maupun penerapan (aksiologis).

Berdasarkan pendekatan tersebut maka teknologi pertanian secara aksiologis dapat dibagi tiga bagian. Bagian pertama adalah kegiatan penyiapan sumber daya lahan, budidaya, pemeliharaan sampai pemanenan. Bagian kedua adalah kegiatan untuk penanganan, pengolahan dan pengamanan hasil. Bagian ketiga merupakan teknologi untuk kegiatan transportasi dan pemasaran hasil pertanian.

Terminologi (istilah) lain dari teknologi pertanian yaitu:

Teknik Pertanian

Merupakan pendekatan teknik (engineering) secara luas dalam bidang pertanian yang sangat dibutuhkan untuk melakukan transformasi sumber daya alam dengan efisien dan efektif untuk dimanfaatkan oleh manusia. Teknik pertanian adalah suatu cara untuk meningkatkan efisiensi usaha pertanian untuk meningkatkan produktivitas, kualitas, kelanjutan pasokan produk-produk pertanian, kesejahteraan petani dan kelestarian lingkungan.

Efisiensi tersebut meliputi lahan, tenaga kerja, energi dan sumber daya (benih, pupuk dan air). Spesialisasi bidang teknik pertanian mencakup banyak hal mengenai desain proses dan alat mesin bidang pertanian yang dikenal dengan mekanisasi pertanian. Bidang teknik pertanian tetap bertumpu pada bidang ilmu teknik untuk memecahkan berbagai permasalahan di bidang pertanian. Teknik pertanian merupakan bagian dari ilmu pertanian yang fokus pada penggunaan teknologi dan manajemen dalam proses produksi massa hayati serta penanganan dan pengolahannya. Hal ini dilakukan agar kebutuhan manusia dapat terpenuhi dengan tetap memperhatikan aspek keberlanjutan sumber daya dan kelestarian lingkungan.

Menurut Hermawan and Suryadi, (2017) bahwa teknik pertanian atau rekayasa pertanian adalah penerapan dasar-dasar teknik dalam bidang pertanian mencakup:

1. Alat dan mesin (alsintan) budidaya pertanian, dengan mempelajari penggunaan, pemeliharaan, pengembangan alat dan mesin budidaya pertanian.
2. Teknik tanah dan air, yaitu menelaah persoalan yang berhubungan dengan irigasi, pengawetan dan pelestarian sumber daya tanah dan sumber daya air.
3. Energi dan listrik pertanian, yaitu mencakup prinsip-prinsip teknologi energi dan daya serta penerapannya untuk kegiatan pertanian.

4. Lingkungan dan bangunan pertanian, yaitu perancangan dan konstruksi bangunan khusus untuk keperluan pertanian, penyimpanan tanaman dan peralatan, pusat pengolahan dan sistem pengendalian iklim yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan.
5. Teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, yaitu mencakup penggunaan mesin dalam menyiapkan hasil pertanian, baik yang akan disimpan maupun yang digunakan sebagai bahan pangan maupun penggunaan lain.

Teknologi Pangan

Merupakan penerapan ilmu dasar (kimia, fisika, dan mikrobiologi) serta prinsip-prinsip teknik (engineering), ekonomi dan manajemen pada seluruh mata rantai penggarapan bahan pangan yang dimulai dari penanganan, pengolahan, pemrosesan, pengawetan, pengemasan, penyimpanan bahan, distribusi dan peningkatan nilai tambah hasil pertanian yang aman dan bergizi (Hermawan and Suryadi, 2017).

Teknologi pangan dapat membuat suatu produk mempunyai masa kadaluwarsa yang lebih lama dengan mengubah bahan makanan menjadi makanan lain yang lebih tahan lama atau mengubah bentuknya sehingga tidak cepat basi. Dengan teknologi pangan, zat gizi yang terkandung dari bahan makanan dapat dipertahankan, sehingga meskipun tidak langsung dikonsumsi, bahan pangan tersebut tidak berbahaya bagi tubuh manusia dan masih bisa diperoleh zat gizi yang terkandung di dalamnya.

Terdapat banyak contoh yang kita bisa lihat nikmati dari hasil proses teknologi pangan, seperti:

1. Produk susu sapi yang dapat diubah bentuknya dari susu cair menjadi susu bubuk yang lebih awet atau mengubah susu menjadi keju dan yoghurt sehingga dapat bertahan lebih lama.
2. Kacang kedelai dengan proses penambahan fermentasi dapat diolah menjadi tempe dan tahu yang memiliki kandungan gizi yang tinggi.
3. Singkong dan beras ketan dengan teknik fermentasi yang ditambah ragi dapat diolah menjadi tape yang dapat dikonsumsi dengan aman.

Teknologi industri pertanian, merupakan ilmu yang mengkaji tentang pengembangan teknologi dibidang pertanian dan penerapannya untuk menunjang kemajuan industri pertanian (agroindustri). Fokus utama yang dikaji pada kegiatan agroindustri terletak pada proses pasca panen. (Austin, 1981) mendefinisikan agroindustri sebagai kegiatan usaha yang memproses bahan nabati (tumbuhan) dan hewani (hewan dan ikan).

Hasil pertanian (nabati dan hewani) sebagai hasil olahan sesuai penggunaannya merupakan bahan pangan yang dapat dikonsumsi langsung maupun bahan non pangan yang digunakan untuk bahan baku industri. Udayana (2011) menjelaskan bahwa agroindustri sebagai kegiatan industri yang memanfaatkan hasil pertanian sebagai bahan baku untuk merancang dan menyediakan peralatan serta jasa yang meliputi industri pengolahan hasil pertanian, industri yang memproduksi peralatan dan mesin pertanian, industri input pertanian (pupuk, pestisida dan herbisida) serta industri jasa sektor pertanian.

Agroindustri pengolahan hasil pertanian merupakan aktivitas yang dapat merubah bentuk produk pertanian segar dan asli menjadi bentuk yang berbeda. Manfaat dari agroindustri yaitu merubah bentuk satu jenis produk menjadi bentuk yang lain sesuai selera konsumen, terjadinya perubahan fungsi waktu, yang sebelumnya komoditas pertanian yang cepat membusuk (perishable) menjadi tahan disimpan lebih lama dan meningkatkan kualitas dari produk tersebut, sehingga dapat meningkatkan harga jual dan nilai tambah. Kegiatan pengolahan dalam agroindustri adalah penggilingan (milling), penepungan (powdering), ekstraksi (extraction), penyulingan, penggorengan (roasting), pemintalan (spinning) dan pengalengan (canning).

Karakteristik agroindustri pengolahan hasil pertanian yaitu:

1. dapat meningkatkan nilai tambah;
2. menghasilkan produk yang dapat dikonsumsi, digunakan dan dipasarkan;
3. meningkatkan daya saing, serta;
4. meningkatkan pendapatan dan keuntungan bagi produsen.

Agroindustri dapat menghemat biaya dengan mengurangi kehilangan produksi pasca panen dan menjadikan mata rantai pemasaran bahan makanan dapat memberikan keuntungan nutrisi dan kesehatan dari makanan yang dipasok apabila pengolahan tersebut dirancang dengan baik.

Hermawan dan Suryadi (2017) mengatakan kegiatan hilir dari teknologi hasil pertanian dapat berupa penanganan, pengolahan, distribusi dan pemasaran yang awalnya secara sederhana, yang kemudian berkembang lebih luas dengan pendekatan sistem industri. Perkembangan ini seiring dengan perkembangan disiplin ilmu teknik industri (industrial engineering).

Bidang kajian dari teknologi industri pertanian meliputi:

1. Teknologi proses industri pertanian, yaitu kegiatan yang berkaitan dengan perancangan, instalasi dan perbaikan sistem pertanian terpadu (bahan, sumber daya, peralatan dan energi) pada perusahaan agroindustri.
2. Manajemen industri, yaitu kegiatan yang berkaitan dengan perencanaan, pengoperasian dan perbaikan sistem pertanian terpadu (manusia, bahan, sumber daya, peralatan dan energi) pada permasalahan sistem usaha agroindustri.
3. Tekno ekonomi agroindustri, yaitu kajian yang berkaitan dengan analisis perencanaan dan perumusan kebijakan sistem pertanian terpadu (manusia, bahan, sumber daya, peralatan dan energi) pada permasalahan sektor agroindustri.
4. Manajemen mutu, yaitu kegiatan yang menerapkan prinsip-prinsip manajemen (perencanaan, penerapan dan perbaikan) pada bahan dasar, sistem pemrosesan, produk dan lingkungan untuk mencapai taraf mutu yang telah ditetapkan.

Bab 2

Energi Terbarukan dan Tidak Terbarukan

2.1 Pendahuluan

Sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang berkelanjutan, antara lain panas bumi, angin, bio energi, biomassa, geotermal, biofuel, hidrogen, sinar matahari, aliran dan terjunan air, energi gelombang laut, dan energi biomassa serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut. (IEA, 2013). Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, meliputi sumber energi surya, sumber energi air dan mikrohidro, sumber energi angin, sumber energi panas bumi, sumber.

Penggunaan sumber energi fosil semakin besar seiring meningkatnya kebutuhan membuat cadangan sumber energi fosil kian menipis. Menurut amanat Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Energi, Kebijakan Energi Nasional (KEN) disusun dengan berdasarkan pada prinsip berkeadilan, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan guna mendukung kemandirian energi dan ketahanan energi nasional. Implikasi dari kebijakan ini untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri, salah satunya dengan mengembangkan energi baru terbarukan (EBT).

Indonesia adalah salah satu dari 195 negara yang menandatangani Kesepakatan Paris (Paris Agreement) dan satu dari 164 negara ditambah Uni Eropa, yang meratifikasinya. Indonesia memiliki target nasional untuk menurunkan emisi gas rumah kaca hingga 29 % dari kondisi *business as usual* di tahun 2030 dengan usaha sendiri dan lebih jauh 41 % bantuan internasional.

Perspektif energi sebagai modal pembangunan, energi terbarukan memiliki peranan penting dalam pendorong sistem ekonomi hijau, berkelanjutan, dan rendah karbon. Pembangunan dengan kesadaran jangka panjang ini telah menjadi tren pembangunan di seluruh dunia, menyikapi semakin naiknya populasi, kebutuhan manusia, dan kegiatan manusia yang menyebabkan kerusakan lingkungan (EBTKE, 2021).

2.2 Energi Baru Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti tenaga surya, tenaga angin, arus air, proses biologi, panas bumi dan biomassa yang mengandung selulosa dari produk pertanian yang dikonversi menjadi bahan bakar nabati (BBN) dan terbentuk secara berkelanjutan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 12 tahun 2015 tentang Perubahan Ketiga atas Peraturan Menteri ESDM No. 32 tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati sebagai Bahan Bakar Lain, di mana Program B20 mulai diberlakukan sejak Januari 2016.

Energi terbarukan sebagai sumber energi yang dapat memenuhi kebutuhan energi untuk memenuhi energi nasional dan membantu usaha mitigasi dampak perubahan iklim global selain BBM yang semakin menipis. Sumber energi ini digunakan hampir di seluruh dunia yang telah memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber energi strategis untuk mengantisipasi krisis energi.

Saat ini rasio elektrifikasi di Indonesia baru mencapai 55-60 % dan hampir seluruh daerah yang belum dialiri listrik yaitu daerah pedesaan yang jauh dari pusat pembangkit listrik. Dalam kurun waktu tahun 2005-2025, pemerintah memiliki target bauran energi baru terbarukan (EBT) sebesar 23%, pada 2025 dan mencapai 31 % pada tahun 2050.

Adapun tabel 2.1 merupakan data sebagai target pembangunan sebagai berikut:

Tabel 2.1: Target Pembangunan EBT (KESDM,2016)

Jenis Pembangkit	Target 2025 (MW)	Target 2050 (MW)
Panas Bumi	7.241	17.546
Air dan Mikrohidro	20.960	45.379
Bioenergi	5.532	26.123
Surya	6.379	45.000
Angin	1.807	28.607
EBT lainnya	3.128	6.383

2.2.1 Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang menghasilkan energi saat dibakar atau digunakan secara tidak langsung misalnya diolah menjadi BBN yaitu: bioetanol, biodiesel, biogas, cangkang kelapa sawit, batang tebu, sabut kelapa, dll. Sumber energi terbarukan biomassa dimanfaatkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm).

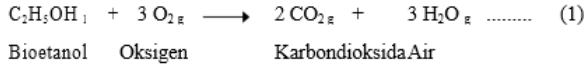
Salah satu PLTBm yang ada di Indonesia adalah PLTBm Siantan Kalimantan Barat yang menggunakan cangkang kelapa sawit, tandan, dan kayu karena di sekitarnya banyak perkebunan kelapa sawit.

2.2.2 Bioetanol

Bioetanol dapat diproduksi dari tanaman pangan (bahan baku generasi pertama) seperti tebu, jagung, dan singkong. Produksi bioetanol dari bahan baku tersebut, dapat menimbulkan berbagai masalah karena tanaman pangan banyak dikonsumsi masyarakat. Jika tanaman pangan tersebut digunakan untuk produksi bioetanol, maka produksi pangan akan menurun sehingga harganya meningkat dan terjadi ketidakseimbangan pangan.

Bahan alternatif yang dapat digunakan untuk pembuatan bioetanol adalah limbah pertanian yang mengandung lignoselulosa misalnya bagas tebu, jerami padi, tongkol jagung dan lain-lain. Bahan-bahan tersebut dikenal sebagai bahan baku generasi kedua dalam pembuatan bioetanol (Mahyati, 2014). Beberapa karakteristik dari bioetanol antara lain memiliki nilai oktan tinggi yang dapat digunakan sebagai bahan peningkat nilai oktan (octane enhancer), berfungsi sebagai anti ketukan dan dapat menggantikan senyawa eter dan logam berat seperti Pb yang memiliki dampak buruk terhadap lingkungan.

Kandungan oksigen dari bioetanol sebanyak 35 % sehingga terjadi reaksi pembakaran yang sempurna sebagai berikut:



Pembakaran bioetanol yang sempurna menghasilkan emisi gas buang antara 19 – 25 % dibandingkan premium sehingga tidak memberikan kontribusi pada akumulasi CO₂ di atmosfer. Bioetanol bisa digunakan dalam bentuk murni atau dicampur dengan bahan bakar gasolin (premium) misalnya gasohol E-10 mengandung bioetanol 10 % dan premium 90% tanpa mengubah konstruksi mesin (Castello dan Chum, 1998).

Bioetanol lebih baik dibandingkan dengan premium karena memiliki angka research octane 108,6 dan motor octane 89,7 di mana angka octane 88 (Indartono, 2005).

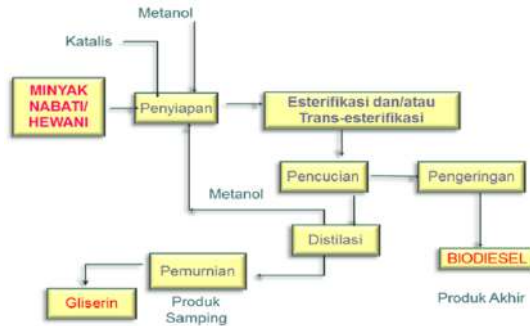
2.2.3 Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar nabati untuk aplikasi mesin/motor diesel berupa ester metil asam lemak (fatty acid methyl ester/FAME) yang terbuat dari minyak nabati atau lemak hewani melalui proses esterifikasi/transesterifikasi. Biodiesel dapat diperbarui dan menghasilkan energi yang ramah lingkungan, penggunaan biodiesel dari minyak kelapa sawit (CPO), tanaman jarak, jarak pagar, kemiri sunan, kemiri cina, nyamplung dan lain-lain.

Biodiesel dapat meningkatkan efisiensi pembakaran mesin, termasuk mesin kendaraan bermotor. Jenis ini mempunyai kandungan asetan tinggi, bebas dari sulfur dan mampu dioperasikan di musim dingin, yang suhunya mencapai - 20 o C.

Proses pembuatan biodiesel umumnya menggunakan reaksi metanolisis (transesterifikasi dengan metanol) yaitu reaksi antara minyak nabati dengan metanol dibantu katalis basa (NaOH, KOH, atau sodium methylate) untuk menghasilkan campuran ester metil asam lemak dengan produk ikutan gliserol. Apabila kandungan asam lemak bebas minyak nabati > 5%, maka terlebih dahulu dilakukan reaksi esterifikasi. Selain dari proses esterifikasi/transesterifikasi dapat juga dilakukan dengan konversi enzimatik. (EBTKE, 2018)

Skema proses produksi biodiesel sebagai berikut:



Gambar 2.1: Flowchart Proses Produksi Biodiesel (EBTKE, 2018)

2.2.4 Biogas

Energi biogas merupakan sumber energi terbarukan alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan listrik dan bahan bakar kendaraan yang ramah lingkungan. Selain menghasilkan listrik, biogas juga dapat digunakan untuk kebutuhan akan bahan bakar kendaraan yang kini semakin banyak.

Biogas merupakan produk akhir pencernaan atau degradasi anaerobik dari bahan-bahan organik yang dilakukan oleh bakteri anaerobik yang terdapat dalam lingkungan bebas. Biogas dapat diolah antara lain kotoran manusia, kotoran hewan, limbah dari rumah tangga, dan sampah biodegradable dalam kondisi anaerobic, dll.



Gambar 2.2: Peta Sebaran Instalasi Biogas di Indonesia (EBTKE,2021)

Pada Gambar 3.2 di atas menunjukkan peta sebaran instalasi biogas. (EBTKE,2021). Adapun komponen utama pada produksi energi biogas adalah metana dan karbon dioksida, yang tergantung pada proses anaerobik. Gas metana memiliki nilai kalor yang tinggi dan semakin tinggi nilai kalor gas metana, maka akan semakin tinggi juga energi yang dimiliki.

Proses pembuatan biogas memerlukan kehadiran mikro organisme anaerob untuk dekomposisi bahan organik tanpa menggunakan udara. Selanjutnya proses hidrolisis, fermentasi dan proses metanogen yang dilakukan oleh mikroorganisme. Pada proses metanogen, maka diperlukan kotoran sapi, karena perkembangan metanogen sangat cocok jika berada di dalam lambung sapi.

Namun demikian, kondisi lingkungan yang optimal sangat diperlukan untuk membentuk metanogen sehingga didapatkan energi biogas. Selain gas metan yang diperoleh, terdapat juga senyawa lain yaitu menghilangkan kandungan hidrogen sulphur, karbon dioksida dan air, di mana senyawa hidrogen sulfur korosi bersifat racun dan berbahaya.

2.2.5 Sistem Fotovoltaik

Sistem fotovoltaik atau pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) Tenaga surya adalah sumber energi yang tumbuh cepat. Tenaga surya bekerja dengan mengubah cahaya matahari menjadi energi elektromagnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik dan panel surya masih berfungsi pada saat cahaya dipantulkan atau sebagian terhalang oleh awan.

Faktanya, *Energy Saving Trust* memperkirakan bahwa rata-rata empat kilowatt sistem tenaga surya membantu menghemat hingga 85 dan 220 poundsterling per tahun. Pembangkit listrik berbasis energi terbarukan ini merupakan salah satu solusi yang direkomendasikan untuk listrik di daerah pedesaan terpencil di mana sinar mataharinya melimpah dan bahan bakar sulit didapat dan relatif mahal.

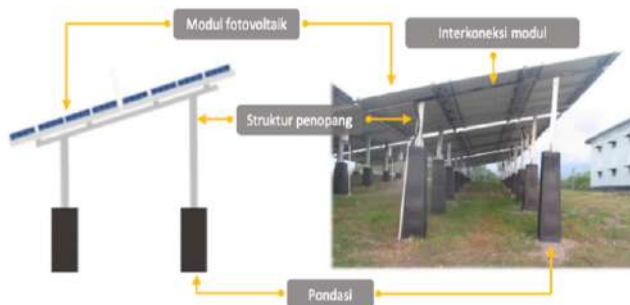
Manfaat utama menggunakan teknologi fotovoltaik adalah sebagai berikut:

1. Sumber energi yang melimpah dan tanpa biaya.
2. Sumber energi tersedia di tempat dan tidak perlu diangkut.
3. Biaya pengoperasian dan pemeliharaan sistem PLTS yang relatif kecil.

4. Tidak perlu pemeliharaan yang sering dan dapat dilakukan oleh operator setempat yang terlatih.
5. Ramah lingkungan, tidak ada emisi gas dan limbah cair atau padat yang berbahaya.

Sistem PLTS terdiri dari modul fotovoltaik, solar charge controller atau inverter jaringan, baterai, inverter baterai, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Ada beberapa jenis sistem PLTS, baik untuk sistem yang tersambung ke jaringan listrik PLN (on-grid) maupun sistem PLTS yang berdiri sendiri atau tidak terhubung ke jaringan listrik PLN (off-grid).

Meskipun sistem PLTS tersebar (SHS, solar home system) lebih umum digunakan karena relatif murah dan desainnya yang sederhana, saat ini PLTS terpusat dan PLTS hibrida (PLTS yang dikombinasikan dengan sumber energi lain seperti angin atau diesel) juga banyak diterapkan, yang bertujuan untuk mendapatkan daya dan penggunaan energi yang lebih tinggi serta mencapai keberlanjutan sistem yang lebih baik melalui kepemilikan secara kolektif (komunal).



Gambar 2.3: Rangkaian Modul Fotovoltaik (Ramadhani B., 2018)

2.2.6 Tenaga Air

Potensi air sebagai sumber energi terutama digunakan sebagai penyedia energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga air maupun mikrohidro. Potensi tenaga air di seluruh Indonesia diperkirakan sebesar 75684 MW. Potensi ini dapat dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga listrik dengan kapasitas 100 MW ke atas dengan jumlah sekitar 800 dan diperkirakan dapat menghasilkan 54% dari kapasitas pembangkit listrik terbarukan global.

Pemanfaatan energi air pada dasarnya adalah pemanfaatan energi potensial gravitasi. Energi mekanik aliran air yang merupakan transformasi dari energi potensial gravitasi dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin atau kincir. Umumnya turbin digunakan untuk membangkitkan energi listrik sedangkan kincir untuk pemanfaatan energi mekanik secara langsung.

Banyaknya sungai dan danau air tawar yang ada di Indonesia merupakan modal awal untuk pengembangan energi air. Beda ketinggian air dari reservoir bendungan untuk menggerakkan turbin yang menghasilkan tenaga mekanik aliran air. Namun eksploitasi terhadap sumber energi yang satu ini, harus memperhatikan ekosistem lingkungan yang sudah ada. (Lindsley,1993)

Air dari sungai dibendung, kemudian dialirkan melalui parit. Sebagian air dialirkan ke dalam bak penampungan dan sebagian lagi di alirkan untuk keperluan irigasi. Air dalam bak penampungan kemudian disaring dan dialirkan ke dalam bak penenang. Bak penenang berfungsi untuk menenangkan air agar tidak terjadi kumparan air yang dapat menyebabkan turbin bekerja tidak efisien. Air dalam bak penenang kemudian dialirkan melalui pipa-pipa besar yang disebut penstock yang menuju power house.

Di dalam power house terdapat turbin dan generator. Putaran turbin menyebabkan generator berputar. Di dalam generator energi air yang digerakkan turbin diubah menjadi energi listrik. Selanjutnya untuk menghasilkan tegangan yang tinggi maka perlu adanya transformator. (Lindsley,1993)

2.2.7 Energi Angin

Energi angin adalah sumber energi terbarukan kedua yang paling banyak digunakan di dunia. Cara kerja turbin angin adalah memanfaatkan energi kinetik dari angin untuk menghasilkan energi. Energi angin sebagai energi alternatif paling hemat biaya dibandingkan bahan bakar fosil tradisional. Energi angin yang memutar kincir kemudian diteruskan untuk memutar baling-baling pada generator di bagian belakang kincir angin, sehingga menghasilkan energi listrik.

Pemanfaatan angin sebagai energi terbarukan pada tahun 2009 telah menghasilkan energi listrik sebesar 159 GW atau setara 2% konsumsi listrik dunia (World Wind Energy Association Report/WWEA 2010). Angka tersebut diharapkan akan meningkat menjadi 200 GW pada tahun 2010. Amerika, China, Jerman dan Spanyol merupakan negara paling besar yang

memanfaatkan energi angin. Kapasitas energi listrik yang dihasilkan dari satu kincir angin dengan baling-baling berdiameter 127 meter di Belanda yang berada di offshore mencapai sekitar 6 MW (ECN, Factsheet Wind Energy). Saat ini sedang dikembangkan baling-baling dengan diameter 150 meter yang diharapkan dapat membangkitkan listrik dengan kapasitas sekitar 10 MW (KESDM, 2010).

2.2.8 Energi Arus Air Laut

Energi arus air laut diciptakan melalui kekuatan pasang surut air laut. Pergerakan ini menghasilkan energi kinetik yang dapat digunakan untuk mendorong turbin dan menghasilkan listrik. Turbin energi arus pasang ini mirip dengan turbin yang digunakan untuk menghasilkan sumber energi angin.

Beberapa negara yang telah memanfaatkan potensi energi laut dan samudra sebagai penghasil listrik yaitu Skotlandia, Inggris, Perancis dan Jepang. Seiring kemajuan teknologi, sumber energi ini lebih murah dan lebih efisien dalam sumber energi di masa mendatang (EBTKE, 2021).

Pada dasarnya, arus laut merupakan gerakan horizontal massa air laut, sehingga arus laut memiliki energi kinetik yang dapat digunakan sebagai tenaga penggerak rotor atau turbin pembangkit listrik. Secara global laut mempunyai sumber energi yang sangat besar yaitu mencapai $2,8 \times 10^{14}$ (280 Triliun) Watt/jam. Selain itu, arus laut dapat dikonversi menjadi tenaga listrik karena sifatnya yang relatif stabil dan karakteristik dapat diprediksi. Daya yang dihasilkan oleh turbin arus laut jauh lebih besar dari pada daya yang dihasilkan oleh turbin angin, karena rapat massa air laut hampir 800 kali rapat massa udara.

Adapun potensi energi arus air laut dapat menghasilkan energi listrik, yang dibagi antara lain:

1. Energi pasang surut (tidal power)

Energi pasang surut adalah energi yang dihasilkan dari pergerakan air laut akibat adanya perbedaan pasang surut.

2. Energi gelombang laut (wave energy)

Energi yang dihasilkan dari pergerakan gelombang laut menuju daratan dan sebaliknya. Pada dasarnya pergerakan laut dapat menghasilkan dorongan pergerakan angin. Angin timbul akibat perbedaan tekanan pada 2 titik karena respons pemanasan udara oleh

matahari yang berbeda. Mengingat sifat tersebut maka energi gelombang laut dapat dikategorikan sebagai energi terbarukan. Gelombang laut secara ideal dapat dipandang berbentuk gelombang yang memiliki ketinggian puncak maksimum dan lembah minimum. Pada selang waktu tertentu, ketinggian puncak yang dicapai berbeda-beda, bahkan ketinggian puncak ini berbeda untuk lokasi yang sama. Meskipun demikian secara statistik dapat ditentukan ketinggian signifikan gelombang laut pada satu titik lokasi tertentu. Kelebihan karakter fisik ini memberikan peluang yang lebih optimal dalam pemanfaatan konversi energi listrik.

3. Energi panas laut (ocean thermal energy).

Energi panas laut memanfaatkan perbedaan temperatur air laut di permukaan dan di kedalaman.

Saat ini, potensi pembangkit listrik dari energi arus air laut telah dikembangkan di pantai barat pulau Sumatera bagian selatan dan pantai selatan, pulau Jawa bagian barat sekitar energi gelombang laut sekitar 40 kw per m. Kecepatan arus pasang surut di pantai perairan Indonesia secara umum kurang dari 1,5 m per detik, kecuali di pulau Bali, Lombok, dan Nusa Tenggara Timur, dengan kecepatan dapat mencapai 2,5 - 3,4 m per detik. Arus pasang surut yang tercatat di Indonesia adalah di Selat antara Pulau Taliabu dan Pulau Mangole di Kepulauan Sula, Provinsi Maluku Utara, dengan kecepatan 5,0 m per detik.

Tahun 2006 - 2010 telah dilaksanakan penelitian karakteristik arus laut di berbagai selat di Nusa Tenggara yaitu Selat Lombok, Selat Alas, Selat Nusa Penida, Selat Flores, dan Selat Pantar. Diharapkan pada tahun 2025 energi listrik tenaga arus laut yang dihasilkan dari berbagai pembangkit (PLTAL) akan mencapai 5 % dari sasaran kebijakan energi 25 persen bauran energi Indonesia, sesuai visi bauran energi. (Ferial, 2015)

2.2.9 Energi Geotermal (Uap Panas)

Energi geothermal adalah energi panas yang dikonversi pada perubahan wujud dari air (gas, cair dll) pada kedalaman lebih dari 1 KM di bawah permukaan bumi. Uap panas ini memiliki temperatur dan tekanan yang tinggi, hingga mencapai 300 oC. Energi geothermal ini berasal dari sistem geothermal yang ada di bumi misalnya batuan panas pada kedalaman lebih dari 3 KM, batuan rekahan yang mengandung reservoir fluida berada di atas batuan panas, dan

batuan penudung yang biasanya berupa lempung ubahan yang menyelimuti reservoir.

Adapun ciri-ciri sumber energi geotermal yang tampak di permukaan bumi yaitu mata air panas, semburan uap, lumpur panas, sublimasi belerang, dan batuan alterasi akibat pemanasan yang dilakukan pada fluida hidrotermal.

Sistem geotermal dapat dikategorikan berdasarkan temperatur reservoirnya dan fasa (jumlah zat homogen) fluida di reservoir, yaitu:

1. Temperatur tinggi ($> 225^{\circ}\text{C}$).
2. Temperatur sedang ($125\text{-}225^{\circ}\text{C}$).
3. Temperatur rendah ($<125^{\circ}\text{C}$).

Pada sistem geothermal menghasilkan emisi yang kecil karena proses siklus pemanasan, pemanfaatan, dan diinjeksikan kembali fluida di dalam reservoir. Pada fase fluida terdapat sistem geotermal yang didominasi uap, dominasi air, dan campuran kedua fasa. Energi geotermal dapat langsung dimanfaatkan untuk pembangkit listrik karena fluida yang telah dingin akan diinjeksikan ke bawah permukaan bumi menuju ke reservoir. Oleh karena itu, tidak ada fluida dibuang yang dapat mencemari lingkungan. (Adi, 2019)

2.3 Energi Tidak Terbarukan

Energi tak terbarukan adalah energi yang berasal dari bahan bakar fosil yang terbatas jumlahnya di permukaan bumi, pada suatu saat energi tersebut akan habis karena proses terbentuknya tidak berkelanjutan bahkan membutuhkan ratusan tahun. Energi fosil adalah sumber daya alam yang tersusun dari senyawa hidrokarbon yang dapat terbakar, sulfur, oksigen, dan nitrogen dan proses pembentukan sangat lama. Adapun jenis sumber energi tak terbarukan antara lain minyak bumi, batu bara, dan nuklir.

Saat ini Indonesia memiliki kapasitas pembangkitan sumber energi sebesar 70,96 Giga Watt (GW). Dari kapasitas energi tersebut 35,36 % energi berasal dari batu bara; 19,36 % berasal dari gas bumi, 34,38 % dari minyak bumi, dan EBT sebesar 10,9 %. Prediksi minyak bumi di Indonesia akan habis dalam sembilan tahun ke depan, gas bumi akan habis 22 tahun lagi, dan batu bara akan habis 65 tahun mendatang (ESDM, 2020).

Batu Bara

Batu bara adalah sumber daya alam yang paling banyak di Indonesia. Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) tahun 2021, cadangan batu bara Indonesia mencapai 38,84 miliar ton dengan rata-rata produksi sebesar 600 juta ton per tahun.

Klasifikasi batu bara dapat dibagi ke dalam empat jenis, lebih lengkapnya ada pada tabel 2.2.

Tabel 2.2: Klasifikasi Batu Bara (KESDM, 2021)

Komponen	Energi (Kkal/Kg)	Kandungan Hidrokarbon (%)
Lignit	2250 - 4650	25 - 30
Sub-bituminous	4650 - 7250	25 - 45
Bituminous	5850 - 8650	45 - 86
Antrasit	lebih dari 8359	3- 89

Minyak Bumi

Kendaraan yang saat ini dipasarkan secara umum masih menggunakan BBM misalnya: motor, mobil, atau bus dll. Minyak bumi adalah bahan bakar fosil yang terdiri dari campuran berbagai hidrokarbon. Secara umum, minyak bumi terbagi menjadi dua jenis yakni *light crude oil* dan *heavy crude oil*. Pada proses destilasi bertingkat ada beberapa produk yang bisa diperoleh mulai dari avtur, gas, pertamax, pertalite, premium, solar kerosin, aspal, dsb.

Ketersediaan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia semakin berkurang yang diperkirakan akan habis sekitar 18 tahun kemudian dan dapat menyebabkan timbulnya krisis energi (Kementerian ESDM, 2007). Jenis energi minyak bumi diperkirakan akan terus menurun, namun perannya masih cukup tinggi hingga tahun 2050 (Mahyati, 2021).

Tenaga Nuklir

Energi ini diperoleh dari hasil reaksi inti karena adanya persinggungan antara partikel - partikel dengan inti atom tersebut sehingga terbentuklah inti baru yang berbeda dengan inti semula. Pada reaksi nuklir dapat menyebabkan pelepasan energi atau penyerapan energi, tetapi pada umumnya kita lebih tertarik pada pelepasan energi yang sangat dahsyat.

Energi nuklir dimanfaatkan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN). Di Indonesia telah dibangun tiga reaktor nuklir tetapi bukan difungsikan

sebagai PLTN melainkan sebagai reaktor penelitian oleh BATAN (Badan Tenaga Atom Nasional).

Ketiga reaktor nuklir tersebut antara lain:

1. Reaktor Triga Mark II, Bandung.
2. Reaktor Kartini, Jogja.
3. Reaktor Siwabessy, Serpong.

Sumber energi nuklir dikategorikan sebagai sumber energi tak terbarukan dan pemanfaatan potensi sumber daya nuklir dapat 3000 MW. Adapun potensi PLTN belum dimaksimalkan karena masih terkendali radiasinya yang dapat mengancam lingkungan jika keluar dari wilayah PLTN.

Bab 3

Karakteristik Fisik Hasil Pertanian

3.1 Pendahuluan

Penerapan teknologi pertanian dalam segala bidang harus disesuaikan dengan karakteristik setiap komoditas. Komoditas atau barang dagangan dari hasil pertanian maupun perkebunan seperti beras, kelapa sawit, kopi, jagung, kedelai, bunga, sayur dan buah-buahan lainnya harus diketahui sifat fisiologisnya untuk dapat dipertahankan mutunya sehingga nilai ekonominya tidak menurun.

Produk atau hasil pertanian adalah setiap barang yang diperoleh melalui pertanian atau mencakup pengolahan pangan berdasarkan pemanfaatan dari tanaman pertanian. Hasil pertanian memiliki karakteristik yang unik dipengaruhi oleh berbagai faktor internal dan eksternal. Faktor internal (genetik) seperti jenis varietas, pola respirasi dan transpirasi, kadar etilen dan lain sebagainya. Faktor eksternal dapat mencakup teknik budidaya dan kondisi lingkungan di sekitarnya antara lain: media tanam, teknik semai, penyiraman, pemupukan, paparan cahaya, susunan udara, kelembaban dan suhu tanam.

Di negara tropis dan subtropis yang cenderung memiliki suhu yang panas dengan paparan cahaya penuh, pertanian merupakan salah satu bidang utama

yang diunggulkan. Pada tahun 2020, seluruh komoditas hasil pertanian di Indonesia hampir mengalami peningkatan ekspor seperti pada buah mangga 39,29%, manggis 90,36%, kentang 81,39%, tomat 21,17%, bawang merah 29,8%, bawang putih 87,71%, cabai 69,86%, wortel 274,04% namun terjadi penurunan ekspor pada buah pisang 50,2%, durian 22,92%, jeruk 21,44% jika dibandingkan nilai ekspor pada tahun 2019 (BPS, 2021).

Kebutuhan akan komoditas pertanian yang cukup tinggi baik di dalam maupun luar negeri melalui ekspor harus diimbangi dengan penanganan mutu yang baik oleh para petani, terutama pada produk segar. Faktor mutu atau kualitas ini berperan utama penentuan nilai ekonomi produk pertanian khususnya pada komoditas pertanian segar yang mudah mengalami kerusakan.

Buah-buahan merupakan komoditas yang rentan mengalami kerusakan atau bersifat *perishable* yakni mudah busuk dan mengalami susut bobot (Gardjito & Saifudin, 2011). Kerusakan pada komoditas pertanian dapat digolongkan menjadi 5 macam yakni kerusakan fisiologis, mekanis (benturan), fisik, kimiawi dan biologi maupun mikrobiologis (serangan serangga, hama, jamur maupun mikroba).

Kerusakan fisiologis diakibatkan oleh adanya reaksi enzimatik yang mampu membongkar senyawa kompleks dalam komoditas sebagai sumber energi (metabolisme katabolik) sehingga jaringan rusak dan membusuk di mana pati berubah menjadi gula-gula sederhana, tekstur yang melunak dan perubahan ini dapat berlangsung lebih cepat saat komoditas telah dipanen. Salah satu kegiatan fisiologis komoditas hortikultura adalah bernafas (respirasi) dengan mengambil oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida, bersifat eksoterm (mengeluarkan panas) serta gas lainnya (Widjanarko, 2012).

Komoditas segar juga akan mengalami proses transpirasi (penguapan air ke lingkungan) sehingga tampak layu dan kering. Kedua kegiatan fisiologis ini yang mengakibatkan komoditas hasil pertanian dapat mengalami kerusakan setelah panen atau selama penyimpanan.

Perubahan buah-buahan secara fisiologis dapat dibagi menjadi tiga fase yakni fase muda (*growth*), fase pemasakan (*maturation*), fase penuaan (*senescence*) kemudian diikuti pembusukan. Sel pada fase muda mengalami pembelahan dan pembesaran hingga komoditas mencapai ukuran maksimal sedangkan fase penuaan adalah masa perombakan hasil biosintesa selama fase kematangan, kemudian diikuti fase pembusukan jaringan (*kelewat matang*).

Fase pemasakan (*ripening*) merupakan fase peralihan antara fase muda dan fase penuaan yang memiliki parameter sesuai komoditas masing-masing sedangkan fase pematangan terjadi di akhir masa fase pemasakan dan awal fase penuaan. (Widjanarko, 2012) melaporkan bahwa fase perkembangan dan pemasakan terjadi saat buah masih di pohon, sedangkan fase pematangan dan penuaan terjadi ketika buah masih di pohon atau sesudah dipanen.

Perubahan fase pada produk hasil pertanian tersebut tidak hanya berlangsung pada buah-buahan namun juga pada komoditas sayur dan bunga potong. Hanya saja, sayur dan bunga potong tergolong dalam pola respirasi non-klimaterik yang tidak mengalami lonjakan produksi etilen selama fase pemasakan baik selama di pohon maupun setelah dipanen. Sayur dan bunga potong cenderung mengalami proses transpirasi yang membuat komoditas ini lebih mudah layu dan kering.

Berbagai jenis sifat akibat perubahan fase fisiologis inilah yang menjadi penting untuk dapat menentukan teknik penanganan dan pengolahan komoditas hasil pertanian. Perubahan secara fisiologis juga memengaruhi pada karakteristik baik secara fisik maupun kimiawi.

3.2 Karakteristik Fisik

Karakteristik adalah ciri khas atau sifat dan kondisi yang berbeda dari yang lain. Karakteristik suatu produk menjadi salah satu indikator penting yang dapat dijadikan daya tarik oleh konsumen yakni semakin baik karakteristik suatu produk yang ditampilkan maka semakin besar juga kemampuan untuk menumbuhkan minat beli konsumen dan karakteristik produk termasuk pola penentu suatu produk layak untuk dikonsumsi atau tidak (Aprilyani, Budianto, & Herlina, 2020).

Hal ini juga berlaku pada produk hasil pertanian, di mana karakteristik ditetapkan dalam mutu yang terstandarisasi sesuai dengan kebutuhan konsumen yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) Indonesia. Selain itu, sifat dan karakteristik hasil pertanian berkaitan erat dengan penentuan metode penanganan dan pengolahan yang tepat untuk produk tersebut seperti teknik proses, pengaturan suhu, teknik pencucian, pembersihan, *sortasi*, *grading*, *trimming*, penggunaan panas, penyimpanan, pengemasan dan lain.

Karakteristik fisik menjadi indikator awal penting yang menentukan aplikasi teknologi yang tepat untuk digunakan dalam proses pascapanen produk hasil pertanian (Aman, Tethool, Sarungallo, & Hutabalian, 2019). Sifat dan karakteristik hasil pertanian ini dapat mencakup fisik, mekanik, termal, elektrik, kimia, fisiologis dan biologis maupun mikrobiologis.

Sifat fisik komoditas pertanian adalah sifat terukur yang menggambarkan keadaan secara fisik bahan pertanian pada kondisi dan waktu tertentu. Sifat fisik diketahui secara keseluruhan untuk dimanfaatkan dalam pertanian meliputi proses penanaman, pemanenan, pengeringan, pembekuan, pengolahan dan penyimpanan bahan baku pertanian. Berikut beberapa karakteristik fisik pada produk hasil pertanian yakni bentuk, ukuran, volum, luas permukaan, densitas, porositas, warna, ketampakan, tekstur, berat dan lain sebagainya.

Karakteristik fisik pada hasil pertanian akan diulas sesuai dengan varietas produk pertanian karena setiap produk memiliki proses fisiologis yang berbeda-beda. Perubahan fisik akibat proses fisiologis antara lain adalah pelunakan, perubahan warna (Gardjito & Saifudin, 2011). Karakteristik mutu baik secara fisik, kimiawi maupun biologi pada masing-masing produk hasil pertanian baik dalam kondisi segar maupun setelah diolah dapat dilihat pada Standar Nasional Indonesia (SNI) yang diterbitkan oleh BSN.

Bentuk dan Ukuran

Bentuk dan ukuran merupakan karakteristik yang tidak dapat dipisahkan dan saling berkaitan satu sama lain. Bentuk dapat ditentukan dengan pendekatan geometris dari penampang buah melalui pengamatan secara visual, yang kemudian dapat digunakan sebagai penentu volum buah (Aman, Tethool, Sarungallo, & Hutabalian, 2019).

Bentuk hasil pertanian dapat didefinisikan pada berbagai macam antara lain adalah bentuk bulat (spheric) mendekati bentuk bola, lonjong, silindris, limas dan bentuk tidak beraturan dengan ragam bentuk lain seperti oblate, oblong, conic, ovate, obovate, eliptik, truncute, unequal, ribbed, regular dan irregular yang tersaji pada Tabel 3.1 (Rohadi, 2009).

Keragaman bentuk dapat dipengaruhi oleh jenis varietas, lingkungan budidaya, tingkat kematangan, kecacatan, penyakit atau hama, teknik budidaya, pencetak bentuk (seperti di Jepang) dan panen-pascapanen yang tidak tepat. Meskipun demikian, keragaman bentuk ini sering dimanfaatkan sebagai salah satu

indikator dalam identifikasi, pendugaan pada tingkat kematangan, sortasi produk, desain pengemas, grading mutu dan lain sebagainya (Rohadi, 2009).

Tabel 3.1: Ragam Bentuk Produk Pertanian (Rohadi, 2009)

Bentuk	Deskripsi
Bulat	Bentuk produk mendekati bola
<i>Oblate</i>	Bentuk mendatar pada ujung tangkai dan apex
<i>Oblong</i>	Diameter vertikal lebih besar dari diameter horisontal
<i>Conic</i>	Bentuk meramping ke arah apex (titik terjauh tangkai)
<i>Ovate</i>	Bentuk telur ayam (melebar pada sisi tangkai)
<i>Obovate</i>	Ovate yang terbalik
<i>Eliptik</i>	Bentuk yang mendekati bentuk elipsoide
<i>Truncute</i>	Bentuk kerucut (tumpeng) terpancung
<i>Unequal</i>	Sebagian (setengah) lebih besar dari bagian yang lain
<i>Ribbed</i>	Bentuk mendekati persegi
<i>Regular</i>	Bentuk potongan mendatar (melintang) mendekati lingkaran
<i>Irregular</i>	Bentuk potongan mendatar tak beraturan

Bentuk dan ukuran misal berdasarkan diameter dan kebulatan buah yang tidak sesuai dengan yang diinginkan dapat dipisahkan dan dikeluarkan dari produk hasil pertanian yang sesuai SNI melalui mesin sortasi merupakan salah satu contoh aplikasi pemanfaatan sifat fisik bentuk dan ukuran buah pada pembuatan mesin sortir berbasis teknologi (Gambar 3.1).

Contoh lain, terdapat pada buah pisang yang memiliki lekukan buah (angularity) tajam sebagai indikator buah muda dan semakin berkurang seiring kematangan fisiologis buah dan buah mangga yang semakin besar diameternya seiring dengan perubahan fase pertumbuhan ke fase pemasakan.



Gambar 3.1: Mesin Sortir Dengan Memanfaatkan Ukuran Diameter Buah Apel (<https://www.caustier.com/grading/grading-machine-tropica/52.html>)

Ukuran produk hasil pertanian biasanya berupa panjang, lebar dan tebal (diameter). Dimensi dapat diukur dengan skala milimeter dengan mikrometer. Diameter yang minor dan bagian tengah dapat diukur dengan proyeksi sampel pada fotografi pembesar.

Pengukuran panjang dapat dilakukan dengan cara mengukur panjang dari pangkal hingga ujung buah dan dinyatakan dengan satuan meter (m) (Aman, Tethool, Sarungallo, & Hutabalian, 2019) atau milimeter (mm). Jangka sorong (vernier caliper) digunakan dalam pengukuran panjang karena mampu mengukur panjang, ketebalan, kedalaman dan diameter hingga 20 cm dengan tingkat ketelitian 0,01 mm (Riskawati, Nurlina, & Karim, 2019).

Volum dan Luas Permukaan

Volum diukur dengan satuan meter kubik (m³). Penentuan volum dilakukan melalui perhitungan dari hasil perkalian luas penampang (m²) dan tinggi atau panjang buah (m) sedangkan luas permukaan dihitung dari hasil pengukuran keliling penampang buah (Aman, Tethool, Sarungallo, & Hutabalian, 2019).

Densitas dan Porositas

Densitas sering disebut sebagai massa jenis atau berat jenis. Penentuan densitas (massa jenis) yang memiliki satuan kg/m³ pada buah dilakukan melalui perhitungan hasil bagi dari masa buah dalam satuan kilo dengan volum buah dalam satuan m³ (Aman, Tethool, Sarungallo, & Hutabalian, 2019).

Densitas dibedakan menjadi 2 yakni densitas nyata yang ditera sebatas volum yang ditempati sejumlah massa (solid/liquid density) dan densitas curah atau kasar yang tidak diukur secara analitik (bulk density) yang biasanya digunakan untuk mengestimasi kebutuhan ruang (Rohadi, 2009). Porositas adalah rasio antara total volume udara dengan volum kasar karena volum udara sama atau setara dengan selisih volum kasar dengan volum nyata bahan (Rohadi, 2009).

Berat

Berat produk berkaitan erat dengan pengamatan rendemen proses. Rendemen menunjukkan jumlah (kg/liter) capaian hasil yang akan diperoleh setelah suatu tahapan operasi berakhir dari sejumlah 100 kg bahan dasar di lapangan dan sampel mikro jika dilakukan analisis di laboratorium (Rohadi, 2009). Berat atau bobot produk hasil pertanian secara umum dihitung pada analisis susut bobot. Susut bobot adalah salah satu indikator adanya proses transpirasi pada komoditas hortikultura (Widjanarko, 2012).

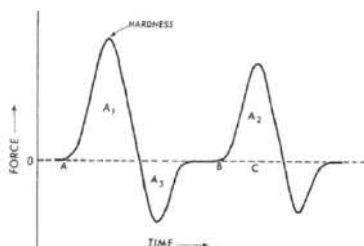
Selain itu, karakteristik fisik bobot ini juga dipengaruhi oleh laju respirasi di mana semakin lama produk hasil pertanian disimpan pascapanen maka akan semakin besar susut bobotnya. Susut bobot dapat dihitung dari perbandingan antara selisih berat sebelum proses dan setelah proses dengan berat buah sebelum proses. Susut bobot sendiri dibedakan menjadi 2 yakni berat kering dan berat basah.

Tekstur

Tekstur merupakan salah satu parameter mutu fisik yang sangat diperhatikan oleh konsumen. Tekstur dapat diamati melalui indera pengunyahan dan analisis kuantitatif melalui alat uji di dalam laboratorium. Analisis tekstur yang sering digunakan adalah *Texture Profile Analysis* (TPA). Analisis TPA banyak digunakan untuk mengevaluasi tekstur produk seperti tingkat kekerasan, kelengketan dan kekompakan secara cepat, meskipun tekstur nyata hanya dapat diukur langsung oleh manusia (Nishinari, Kohyama, Kumagai, Funami, & Bourne, 2013).

Pada uji tekstur buah, buah dapat dikupas kulit atau tanpa dikupas, tergantung dari kebutuhan dan parameter yang diamati. K melaporkan bahwa kulit berkontribusi sebesar 57-61% terhadap kekencangan tekstur buah apel (Grotte, Duprat, Loonis, & Pietri, 2001).

Pengujian pada sampel buah dilakukan dengan penusukan alat probe berdiameter tertentu dengan tekanan terukur sehingga dapat muncul peak berupa grafik kekerasan, kerenyahan, kekenyalan dan lain sebagainya. (Nishinari, Kohyama, Kumagai, Funami, & Bourne, 2013) menjelaskan bahwa kekerasan mencakup gaya puncak selama siklus kompresi pertama, daya rekat terdapat pada area gaya negatif (A_3) untuk menunjukkan gigitan pertama sedangkan kohesivitas adalah rasio gaya positif selama kompresi kedua dengan kompresi pertama (A_2/A_1) tersaji pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2: Tipe Kurva TPA (Friedman, Whitney, & Szeziesniak, 1963)

Alat yang biasa digunakan di laboratorium dasar adalah penetrometer. Penusukan yang dilakukan TPA analyzer sama namun penetrometer berupa probe yang ditekan secara manual menggunakan tangan sehingga tekanan yang diberikan dapat berbeda pada setiap analisa produk hasil pertanian.

Warna

Warna merupakan salah satu penentu dalam pengelompokan produk berdasarkan tingkat kematangan. Buah secara umum mengalami perubahan kadar pigmen pada kulit sehingga menimbulkan tampilan warna yang berbeda. Klorofil lebih sering dijumpai pada kondisi buah yang masih pada fase pertumbuhan sehingga memberikan kesan warna yang hijau kemudian memudar dan digantikan oleh pigmen lain seperti antosianin atau betakaroten (warna jingga).

Keberadaan antosianin dapat memberikan hasil warna kemerahan hingga keunguan pada kulit buah tergantung varietas dan pH di sekitarnya. Pengamatan terhadap warna dapat dilakukan melalui penggunaan indera sensoris maupun alat ukur. Karakterisasi warna buah dilakukan melalui pengamatan secara visual (Aman, Tethool, Sarungallo, & Hutabalian, 2019).

Beberapa komoditas dapat dipilah berdasarkan perbedaan warna secara visual baik melalui indera penglihatan maupun dengan penggunaan mesin sortir untuk deteksi warna dan adanya kecacatan, di mana mesin dapat mengaplikasikan sistem pengukuran k =nilai kecerahan, hue dan chroma (Rohadi, 2009).

Hue adalah panjang gelombang dominan yang mampu memberikan warna pada bahan sedangkan chroma didasarkan pada intensitas warna yang biasa diukur dengan Chromameter Minolta atau Colorimeter atau Colour Reader dengan sistem ukur gradasi warna koordinat skala $L^*a^*b^*$. L^+ menunjukkan tingkat kecerahan, L^- menunjukkan tingkat kegelapan, a^+ menunjukkan derajat warna merah, a^- menunjukkan derajat warna hijau, b^+ menunjukkan derajat warna kuning dan b^- menunjukkan warna biru (Arti & Miska, 2020).

Kenampakan

Kenampakan produk hasil pertanian sangat penting untuk dikendalikan. Sifat fisik berupa kenampakan secara visual oleh indera biasanya dikelompokkan dalam uji organoleptik, uji sensoris maupun uji hedonik. Kenampakan secara mikroskopis dapat dilakukan dengan bantuan mikroskop. Kenampakan dapat dipengaruhi secara genetik dari varietas maupun akibat kecacatan.

Arti dan Miska (2020) melaporkan adanya kenampakan berupa spot hitam kecoklatan pada pisang cavendish yang telah disimpan selama 7 hari yang diduga akibat adanya proses chilling injury yakni kerusakan produk hasil pertanian akibat perlakuan suhu dingin. Kenampakan berkaitan juga dengan karakteristik fisik warna dan akan menghasilkan perbedaan pada tiap komoditas hasil pertanian seperti pada buah-buahan, sayuran dan produk bunga potong.

3.2.1 Buah-buahan

Buah terong ungu memiliki warna buah ungu. Ukuran buah terong ungu antara kecil, sedang sampai besar. Buah terong tergolong dalam buah sejati yang tunggal dan memiliki daging yang tebal. Bentuk buah terong beraneka ragam, ada yang bulat, lonjong, atau bulat panjang. Buah terong tergolong jenis berry, dicirikan dengan adanya lapisan luar yang tipis sedangkan lapisan tengah dan lapisan dalam menyatu.

Alpukat merupakan jenis buah klimaterik, tidak berumur panjang dan cepat mengalami kerusakan setelah dipanen. Bagian alpukat terdiri atas bagian daging buah (mesokarp) sebesar 65%, biji (endokarp) sebesar 20% dan kulit buah (perikarp) sebesar 15% (Risyad & Siswarni, 2016). Pada umumnya daging buah alpukat tebal dengan bagian tengahnya terdapat biji berwarna kecokelatan (Marlinda, Sangi, & Wuntu, 2012).

Buah alpukat berukuran kecil sampai besar dengan berat bervariasi mulai 100 g sampai 2.300 g. Daging buah berwarna hijau di bagian bawah kulit dan menguning ke arah biji. Warna kulit buah bervariasi, warna hijau karena kandungan klorofil atau hitam karena pigmen antosianin. Buah alpukat juga ada yang memiliki bercak atau bintik halus berwarna keunguan. Buah alpukat berbentuk lonjong dan memiliki biji yang tergolong besar. Biji alpukat tersusun dari dua keping (cotyledon) yang dilapisi kulit tipis biji yang melekat.

3.2.2 Sayuran

Umbi-umbian tergolong dalam susunan batang yang dapat dikelompokkan dalam kategori sayuran. (Ariani, Estiasih, & Martati, 2017) melaporkan tujuh kriteria atau atribut produk ubi kayu varietas Darul Hidayah, Adira 4, dan Malang 4 berupa ukuran bentuk, warna kulit luar, kehalusan tekstur kulit luar, kehalusan tekstur kulit dalam, warna daging umbi dan kehalusan tekstur umbi pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Hasil Karakterisasi Sifat Fisik Ubi Kayu Varietas Darul Hidayah, Adira 4 Dan Malang 4 (Ariani, Estiasih, & Martati, 2017)

Karakteristik Fisik	Varietas Ubi Kayu		
	Darul Hidayah	Adira 4	Malang 4
Ukuran	Besar	Sedang	Besar
Bentuk	Lonjong memanjang	Lonjong bulat	Lonjong
Warna kulit luar	Coklat	Sedikit coklat/coklat muda	Coklat
Kehalusan tekstur kulit luar	Kasar	Sedang	Kasar
Kehalusan tekstur kulit dalam	Agak halus	Agak halus	Agak halus
Warna daging umbi	Putih	Sedikit putih	Putih
Kehalusan tekstur umbi	Agak halus	Halus	Agak halus

3.2.3 Bunga Potong

Menurut (Soleman & Polii, 2020) terdapat beberapa kriteria yang digunakan sebagai dasar dalam standarisasi mutu bunga yakni terdiri dari:

1. Warna bunga, meliputi variasi warna, tingkat kecerahan bunga (chroma), dan tingkat kesegaran bunga.
2. Bentuk dan susunan bunga, mencakup spesifikasi bentuk, kerapatan, kekompakan serta tata letak dari tiap kuntum bunga pada tangkai bunga.
3. Ketahanan bunga (fase life), berkaitan dengan kemampuan bunga dalam bertahan pada tingkat kesegaran yang relatif tetap menyerupai pada saat dipanen.
4. Jumlah kuntum dan panjang tangkai bunga juga sering digunakan dalam penentuan standarisasi dalam penentuan mutu bunga.

Dewan Standarisasi Nasional telah menetapkan Standar Nasional Indonesia untuk bunga krisan potong, kriteria yang paling menentukan mutu krisan nasional adalah panjang tangkai bunga. Tanaman krisan yang memiliki panjang tangkai 76 cm akan memiliki kualitas AA, 70 cm memiliki kualitas A, dan 60 cm memiliki kualitas B yang tersaji pada Tabel 2.3.

Tabel 3.3: Kelas Mutu Bunga Krisan Potong (BSN, 2019)

Parameter	Satuan	Kelas Mutu			
		AA	A	B	C
Panjang tangkai	cm	≥80	70-79	60-69	50-59
Diameter tangkai bunga	mm	≥5	4.1-5	3-4	Asalan
Diameter bunga ½ mekar (spray)	mm	>40	>40	>40	Asalan
Diameter bunga ½ mekar (standar)	mm	>80	71-80	60-70	Asalan
Kesegaran bunga		Segar	Segar	Segar	Asalan
Benda asing/kotoran	%	3	5	10	>10
Keseragaman kultivar		Seragam	Seragam	Seragam	Seragam
Daun pada 1/2 bagian		Lengkap	Lengkap	Lengkap	Asalan
Keadaan tangkai bunga		Kuat, lurus	Kuat, lurus	Lentur	Asalan
Jumlah kuntum bunga	Kuntum	6	6	< 6	Asalan
Penanganan pasca panen		Mutlak perlu	Perlu	Perlu	Asalan

Bab 4

Karakteristik Kimia Hasil Pertanian

4.1 Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai sebuah negara agraris yang memiliki lahan begitu luas yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai mata pencaharian. Namun sektor agraris atau pertanian di Indonesia tidak hanya dapat digunakan sebagai mata pencaharian penduduk saja, akan tetapi juga dapat digunakan untuk meningkatkan perekonomian Indonesia. Daya saing komoditas pertanian Indonesia menempati posisi yang cukup tinggi di pasar internasional (Kusumaningrum, 2019).

Pertanian merupakan fondasi dasar ekonomi bangsa, dengan pembangunan pertanian yang baik akan berimbas pada perekonomian yang stabil. Pembangunan pertanian terhadap perekonomian suatu bangsa adalah berbanding lurus. Suatu bangsa dapat dikatakan menjadi bangsa yang maju apabila seluruh kebutuhan primer rakyatnya terpenuhi yaitu kebutuhan pangan (Puspitasari, 2019).

Pertanian adalah kegiatan manusia dalam membuka lahan dan menanaminya dengan berbagai jenis tanaman, baik tanaman semusim maupun tanaman

tahunan, tanaman pangan maupun tanaman non-pangan, serta digunakan untuk memelihara ternak maupun ikan (Suratiyah, 2006)

Sifat kimia bahan hasil pertanian umumnya dijabarkan sebagai nilai-nilai hasil analisis bahan makanan atau gizi dan kandungan senyawa penting lain dari bahan hasil pertanian tersebut. Kandungan kimia bahan hasil pertanian secara umum adalah karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, resin, minyak atsiri, zat warna, dan sebagainya.

4.2 Karbohidrat

Menurut (Yazid and Nursanti, 2019), Karbohidrat merupakan senyawa karbon yang banyak dijumpai sebagai penyusun utama jaringan tumbuh-tumbuhan. Nama lain karbohidrat adalah sakarida (berasal dari bahasa latin *saccharum* = gula). Senyawa karbohidrat adalah polihidroksi aldehida atau polihidroksi keton yang mengandung unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) dengan rumus empiris total $(CH_2O)_n$.

Karbohidrat adalah senyawa yang mengandung unsur-unsur: C, H dan O, terutama terdapat di dalam tumbuh-tumbuhan yaitu kira-kira 75%. Dinamakan karbohidrat karena senyawa-senyawa ini sebagai hidrat dari karbon; dalam senyawa tersebut perbandingan antara H dan O sering 2 berbanding 1 seperti air. Jadi $C_6H_{12}O_6$ dapat ditulis $C_6(H_2O)_6$, $C_{12}H_{22}O_{11}$ sebagai $C_{12}(H_2O)_{11}$ dan seterusnya, dan perumusan empiris ditulis sebagai $C_nH_{2n}O_n$ atau $C_n(H_2O)_n$ (Sastrohamidjojo, 2005).

Berdasarkan rumus umum karbohidrat dapat diketahui bahwa senyawa ini adalah suatu polimer yang tersusun dari monomer-monomer. Berdasarkan monomer yang menyusunnya, karbohidrat dibedakan menjadi 3 golongan, yaitu monosakarida, oligosakarida dan polisakarida:

Monosakarida

Monosakarida merupakan jenis karbohidrat sederhana yang terdiri dari 1 gugus cincin. Contoh dari monosakarida yang banyak terdapat di dalam sel tubuh manusia adalah glukosa, fruktosa dan galaktosa. Di alam, glukosa banyak terkandung di dalam buah-buahan, sayuran dan juga sirup jagung. Fruktosa dikenal juga sebagai gula buah dan merupakan gula dengan rasa yang paling manis.

Di alam fruktosa banyak terkandung di dalam madu (bersama dengan glukosa), dan juga terkandung di berbagai macam buah-buahan. Sedangkan galaktosa merupakan karbohidrat hasil proses pencernaan laktosa sehingga tidak terdapat di alam secara bebas. Selain sebagai molekul tunggal, monosakarida juga akan berfungsi sebagai molekul dasar bagi pembentukan senyawa karbohidrat kompleks pati (starch) atau selulosa (Budiman, 2009).

Glukosa merupakan suatu aldoheksosa, disebut juga dekstrosa karena memutar bidang polarisasi ke kanan. Glukosa merupakan komponen utama gula darah, menyusun 0,065-0,11% darah kita. Glukosa dapat terbentuk dari hidrolisis pati, glikogen, dan maltosa. Glukosa dapat dioksidasi oleh zat pengoksidasi lembut seperti pereaksi Tollens sehingga sering disebut sebagai gula pereduksi (Budiman, 2009). Galaktosa merupakan suatu aldoheksosa. Monosakarida ini jarang terdapat bebas di alam.

Umumnya berikatan dengan glukosa dalam bentuk laktosa, yaitu gula yang terdapat dalam susu. Galaktosa mempunyai rasa kurang manis jika dibandingkan dengan glukosa dan kurang larut dalam air. Seperti halnya glukosa, galaktosa juga merupakan gula pereduksi (Budiman, 2009). Fruktosa adalah suatu heksulosa, disebut juga levulosa karena memutar bidang polarisasi ke kiri.

Merupakan satu-satunya heksulosa yang terdapat di alam. Fruktosa merupakan gula termanis, terdapat dalam madu dan buah-buahan bersama glukosa. Fruktosa dapat terbentuk dari hidrolisis suatu disakarida yang disebut sukrosa dan fruktosa adalah salah satu gula pereduksi (Budiman, 2009).

Disakarida

Disakarida merupakan jenis karbohidrat yang banyak dikonsumsi oleh manusia di dalam kehidupan sehari-hari. Setiap molekul disakarida akan terbentuk dari gabungan 2 molekul monosakarida. Contoh disakarida yang umum digunakan dalam konsumsi sehari-hari adalah sukrosa yang terbentuk dari gabungan 1 molekul glukosa dan fruktosa dan juga laktosa yang terbentuk dari gabungan 1 molekul glukosa dan galaktosa (Budiman, 2009).

Maltosa adalah suatu disakarida dan merupakan hasil dari hidrolisis parsial tepung (amilum). Maltosa tersusun dari molekul α -D-glukosa dan β -D-glukosa. Struktur maltose dari struktur maltosa, terlihat bahwa gugus -O- sebagai penghubung antar unit yaitu menghubungkan C 1 dari α -D-glukosa

dengan C 4 dari β -D-glukosa. Konfigurasi ikatan glikosida pada maltosa selalu α karena maltosa terhidrolisis oleh α -glukosidase.

Sukrosa tersusun oleh molekul glukosa dan fruktosa yang dihubungkan oleh ikatan 1,2- α . Akibatnya, sukrosa dalam air tidak berada dalam kesetimbangan dengan bentuk aldehid atau keton sehingga sukrosa tidak dapat dioksidasi. Sukrosa bukan merupakan gula pereduksi (Irawan, 2007).

Oligosakarida

Oligosakarida adalah karbohidrat dengan 3 sampai 10 unit monosakarida. Contohnya rafinosa trisakarida (Gal-Glc-Fuc) dan stasiosa tetrasakarida (Gal-GalGlc-Fuc), keduanya terdapat dalam biji-bijian. Karena tidak dapat dicerna di dalam usus halus, keduanya menyediakan substrat untuk fermentasi bakteri di usus besar dan khususnya pembentukan gas (gas lambung).

Sifatnya yang terpenting adalah keunikan untuk merangsang secara selektif pertumbuhan bifido bakteri sembari menekan pertumbuhan bakteri lain seperti *Clostridium perfringens* (Irawan, 2007).

Polisakarida

Karbohidrat kompleks merupakan karbohidrat yang terbentuk oleh hampir lebih dari 20.000 unit molekul monosakarida terutama glukosa. Karbohidrat kompleks juga disebut polisakarida dan dalam ilmu gizi, jenis karbohidrat kompleks yang menjadi sumber utama bahan makanan yang umum dikonsumsi oleh manusia adalah pati (starch).

Polisakarida merupakan polimer monosakarida, mengandung banyak satuan monosakarida yang dihubungkan oleh ikatan glikosida. Hidrolisis lengkap dari polisakarida akan menghasilkan monosakarida (Irawan, 2007).

4.3 Protein

Protein adalah zat makanan yang mengandung nitrogen yang diyakini sebagai faktor penting untuk fungsi tubuh, sehingga tidak mungkin ada kehidupan tanpa protein (Muchtadi, 2010). Protein merupakan makromolekul yang terdiri dari rantai asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida membentuk rantai peptida dengan berbagai panjang dari dua asam amino (dipeptida), 4-10

peptida (oligopeptida), dan lebih dari 10 asam amino (polipeptida) (Gandy, Madden and Holdsworth, 2014).

Tiap jenis protein mempunyai perbedaan jumlah dan distribusi jenis asam amino penyusunnya. Berdasarkan susunan atomnya, protein mengandung 50-55% atom karbon (C), 20-23% atom oksigen (O), 12-19% atom nitrogen (N), 6-7% atom hidrogen (H), dan 0,2-0,3% atom sulfur (S) (Estiasih, Waziroh and Fibrianto, 2022).

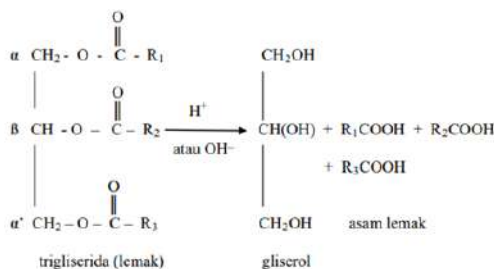
Protein Nabati: Hampir sekitar 70% penyediaan protein di dunia berasal dari bahan nabati (hasil tanaman), terutama berasal dari biji-bijian (serealia) dan kacang-kacangan. Sayuran dan buah-buahan tidak memberikan kontribusi protein dalam jumlah yang cukup berarti, sebagian besar penduduk dunia menggunakan serealia (terutama beras, gandum dan jagung) sebagai sumber utama kalori, yang ternyata sekaligus juga merupakan sumber protein yang penting.

Protein Hewani: Hasil-hasil hewani yang umum digunakan sebagai sumber protein adalah daging, telur, susu dan ikan. Protein hewani disebut sebagai protein yang lengkap dan bermutu tinggi, karena mempunyai kandungan asam-asam amino esensial yang lengkap yang susunannya mendekati apa yang diperlukan oleh tubuh (Muchtadi, 2010).

4.4 Lemak

Minyak dan lemak terdiri dari trigliserida campuran, yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Minyak nabati terdapat dalam buah-buahan, kacang-kacangan, biji-bijian, akar tanaman dan sayur-sayuran. Dalam jaringan hewan lemak terdapat di seluruh badan, tetapi jumlah terbanyak terdapat dalam jaringan adipose dan tulang sumsum. Lemak tersebut jika dihidrolisis menghasilkan 3 molekul asam lemak rantai panjang dan 1 molekul gliserol.

Adapun proses hidrolisis dari trigliserida tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1: Proses Hidrolisis Trigliserida (Ketaren, 1986)

Trigliserida dapat berwujud padat atau cair, dan hal ini tergantung dari komposisi asam lemak yang menyusunnya (Ketaren, 1986). Asam lemak merupakan senyawa alifatis asam amino karboksilat yang dapat diperoleh dari hidrolisa lemak. Asam lemak di bagi 2 yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Asam lemak jenuh adalah asam lemak yang tidak mempunyai ikatan rangkap, contoh: Asam Stearat (C18:0).

Sedangkan asam lemak tidak jenuh adalah asam lemak yang mempunyai 1 atau lebih ikatan rangkap. Asam lemak tidak jenuh ini di bagi 3 yaitu:

1. Mempunyai 1 ikatan rangkap (MUFA: Mono Unsaturated Fatty Acid)
Contoh: Asam Oleat (C18:1).
2. Mempunyai 2 ikatan rangkap (DUFA: Di Unsaturated Fatty Acid)
Contoh: Asam Linoleat (C18:2).
3. Mempunyai lebih dari 3 ikatan rangkap (PUFA: Poly Unsaturated Fatty Acid)
Contoh: Asam Linolenat (C18:3) (Kosasih, 1997).

Sebagian besar minyak nabati berbentuk cair karena mengandung sejumlah asam lemak tidak jenuh, yaitu asam oleat, linoleat, atau asam linolenat dengan titik cair yang rendah. Lemak hewani pada umumnya berbentuk padat pada suhu kamar karena banyak mengandung asam lemak jenuh, misalnya asam palmitat dan stearat yang mempunyai titik cair lebih tinggi (Ketaren, 1986)

Semua lemak bahan makanan yang berasal dari hewan dan sebagian besar minyak nabati mengandung asam lemak rantai panjang, minyak kelapa sawit

mengandung asam lemak rantai sedang, asam lemak rantai sangat panjang terdapat dalam minyak ikan. Titik cair asam lemak meningkat dengan bertambahnya rantai karbon. Asam lemak terdiri dari rantai karbon yang mengikat semua hidrogen dinamakan asam lemak jenuh (Almatsier, 2001).

Sumber-Sumber Minyak dan Lemak Minyak dan lemak yang dapat dimakan (edible fat), dihasilkan oleh alam, yang dapat bersumber dari bahan nabati atau hewani. Dalam tanaman atau hewan, minyak tersebut berfungsi sebagai sumber cadangan energi.

Minyak dan lemak dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbernya, sebagai berikut:

1. Bersumber dari tanaman
 - a. Biji-bijian palawija: minyak jagung, biji kapas, kacang, rape seed, wijen, kedelai, bunga matahari.
 - b. Kulit buah tanaman tahunan: minyak zaitun dan kelapa sawit.
 - c. Biji-bijian dari tanaman tahunan: kelapa, coklat, inti sawit, babassu, cohune dan sejenisnya.
2. Bersumber dari hewani
 - a. Susu hewan peliharaan: lemak susu.
 - b. Daging hewan peliharaan: lemak sapi dari turunannya oleostearin. Oleo oil dari oleo stock, lemak babi, dan mutton tallow.
 - c. Hasil laut: minyak ikan sarden, menhaden dan sejenisnya, dan minyak ikan paus. Komposisi atau jenis asam lemak dan sifat fisiko-kimia tiap jenis minyak berbeda-beda, dan hal ini disebabkan oleh perbedaan sumber, iklim, keadaan tempat tumbuh dan pengolahan.

Adapun perbedaan umum antara lemak nabati dan hewani adalah:

1. Lemak hewani mengandung kolesterol sedangkan lemak nabati mengandung fitosterol.
2. Kadar asam lemak tidak jenuh dalam lemak hewani lebih kecil dari lemak nabati.

3. Lemak hewani mempunyai bilangan Reichert-Meissl lebih besar dan bilangan Polenske lebih kecil dibanding dengan minyak nabati.

4.5 Vitamin

Vitamin adalah senyawa organik yang terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit di dalam makanan dan sangat penting perannya dalam reaksi metabolisme. Menurut Almatsier (2002) vitamin adalah zat-zat organik kompleks yang dibutuhkan dalam jumlah sangat kecil dan pada umumnya tidak dapat dibentuk oleh tubuh. Oleh karena itu, harus didatangkan dari makanan.

Vitamin termasuk kelompok zat pengatur pertumbuhan dan pemeliharaan kehidupan. Tiap vitamin mempunyai tugas spesifik di dalam tubuh. Karena vitamin adalah zat organik maka vitamin dapat rusak karena penyimpanan dan pengolahan. Fungsi utama vitamin adalah mengatur proses metabolisme protein, lemak, dan karbohidrat. Menurut sifatnya vitamin digolongkan menjadi dua, yaitu vitamin larut dalam lemak vitamin A, D, E, dan K, dan vitamin yang larut dalam air yaitu vitamin B dan C.

Menurut Almatsier (2002) beberapa sifat-sifat umum vitamin larut dalam lemak dan vitamin dalam air, sebagai berikut:

Tabel 4.1: Sifat-sifat Umum Vitamin Larut Dalam Lemak dan Vitamin Larut Dalam Air (Almatsier, 2002)

Vitamin Larut Lemak	Vitamin Larut Air
Larut dalam lemak dan pelarut lemak	Larut dalam air
Kelebihan konsumsi dari yang dibutuhkan disimpan dalam tubuh	Simpanan sebagai kelebihan kebutuhan sangat sedikit
Dikeluarkan dalam jumlah kecil melalui empedu	Dikeluarkan melalui urine
Gejala defisiensi berkembang lambat	Gejala defisiensi sering terjadi dengan cepat
Tidak selalu perlu ada dalam makanan sehari-hari	Harus selalu ada dalam makanan sehari-hari
Mempunyai prekursor atau provitamin	Umumnya tidak mempunyai prekursor
Hanya mengandung unsur-unsur C, H, dan O	Selain C, H, dan O mengandung N, kadang-kadang S dan Co
Diabsorpsi melalui sistem limfe	Diabsorpsi melalui vena porta
Hanya dibutuhkan oleh organisme kompleks	Dibutuhkan oleh organisme sederhana dan kompleks
Beberapa jenis sifat toksik pada jumlah relatif rendah (6-10 x KGA)	Bersifat toksik hanya pada dosis tinggi/Mega dosis (>10 x KGA)

Menurut Irianto (2007) vitamin digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Vitamin larut dalam air Vitamin yang termasuk kelompok larut dalam air adalah vitamin B dan vitamin C, jenis vitamin ini tidak dapat disimpan dalam tubuh, kelebihan vitamin ini akan dibuang lewat urine, sehingga definisi vitamin B dan vitamin C lebih mudah terjadi.
2. Vitamin larut dalam lemak Vitamin yang termasuk dalam kelompok ini adalah vitamin A, D, E dan K. Jenis vitamin ini dapat disimpan dalam tubuh dengan jumlah cukup besar, terutama dalam hati. Sedangkan menurut Auliana (2001) vitamin dapat diklasifikasikan ke dalam dua golongan besar, yaitu:
 - a. Vitamin larut lemak Kelompok vitamin larut lemak adalah A, D, E, K. Kelompok vitamin ini bersifat larut lemak dan minyak, tetapi tidak larut air. Vitamin larut lemak biasanya dapat tersimpan efektif dalam sel-sel tubuh.
 - b. Vitamin larut air Vitamin yang termasuk dalam kelompok ini adalah vitamin B dan C. Vitamin ini bersifat larut air, tetapi tidak larut lemak. Vitamin larut air yang di dalam tubuh biasanya relatif sedikit. Jika terlalu banyak akan dikeluarkan melalui air seni. Dengan demikian selalu dibutuhkan jumlah vitamin larut air yang cukup. Artinya kebutuhan untuk setiap harinya harus dicukupi hari itu pula.
3. Seperti yang dijelaskan sebelumnya vitamin tidak dibuat sendiri oleh tubuh, sehingga harus diperoleh dari makanan. Vitamin B dan C yang larut dalam air tidak dapat disimpan dalam jumlah besar dalam tubuh, sehingga perlu pasokan teratur dari makanan dan kelebihannya akan dibuang melalui air seni. Vitamin A, D, E, K larut dalam lemak dan kelebihannya disimpan oleh tubuh, sehingga tidak perlu pasokan setiap hari dari makanan. Dari keterangan di atas dapat disimpulkan bahwa vitamin adalah merupakan suatu senyawa organik kompleks yang dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit. Namun, bila kebutuhan vitamin di dalam tubuh tidak terpenuhi akan mengakibatkan

terganggunya proses dalam tubuh sehingga tubuh mudah sakit. Kekurangan vitamin di dalam tubuh disebut avitaminosis.

Mineral Menurut Auliana (2001) mineral merupakan senyawa organik yang mempunyai peranan penting dalam tubuh. Unsur-unsur mineral adalah karbon (C), hydrogen (H), oksigen (O), dan nitrogen (N), selain itu mineral juga mempunyai unsur kimia lainnya, yaitu kalsium (Ca), Klorida (CO), besi (Fe), magnesium (Mg), fosfor (P), kalium (K), natrium (Na), sulfur (S). Tubuh manusia tidak dapat mensintesis mineral, sehingga harus memperoleh dari makanan.

Mineral dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit. Mineral merupakan zat penting untuk kesehatan tubuh, karena semua jaringan dan air di dalam tubuh mengandung mineral. Demikian mineral merupakan komponen penting dari tulang, gigi, otot, jaringan, darah dan saraf. Mineral penting dalam pemeliharaan dan mengendalikan semua proses faal di dalam tubuh, mengeraskan tulang, membantu kesehatan jantung, otak dan saraf. Mineral juga membantu keseimbangan air dan keadaan darah agar jangan terlalu asam atau terlalu basa selain itu mineral juga membantu dalam pembuatan antibodi, yaitu sel-sel yang berfungsi membunuh kuman.

Dari keterangan di atas dapat disimpulkan bahwa mineral adalah merupakan senyawa organik yang mempunyai peranan penting dalam tubuh. Mineral dibutuhkan tubuh sebagai zat pembangun dan zat pelindung. Banyak terdapat dalam lauk pauk atau sayuran, misalnya Fe (zat besi) terdapat dalam bayam, kangkung, dan katuk, telur dan sayuran hijau lainnya.

4.6 Air

Air merupakan komponen terbesar dalam struktur tubuh manusia, kurang lebih 60-70 % berat badan orang dewasa berupa air, sehingga air sangat diperlukan oleh tubuh. Air berfungsi sebagai zat pembangun yang merupakan bagian dari jaringan tubuh dan sebagai zat pengatur yang berperan sebagai pelarut hasil-hasil pencernaan.

Dengan adanya air pula sisa-sisa pencemaran dapat dikeluarkan dari tubuh, baik melalui paru-paru, kulit, ginjal maupun usus. Air juga berfungsi sebagai

pengatur panas tubuh dengan jalan mengalirkan semua panas yang dihasilkan ke seluruh tubuh.

Menurut Irianto (2007) sebagai komponen terbesar, air memiliki manfaat yang sangat penting, yaitu:

1. Sebagai media transportasi zat-zat gizi, membuang sisa-sisa metabolisme, hormon ke organ sasaran (target organ).
2. Mengatur temperatur tubuh terutama selama aktivitas fisik.
3. Mempertahankan keseimbangan volume darah.

Selanjutnya Almatsier (2001) air merupakan bagian utama tubuh, yaitu 55-66 % dari berat badan orang dewasa atau 70 % dari bagian tubuh tanpa lemak (lean body mass). Adapun fungsi air tersebut adalah sebagai pelarut dan alat angkut, katalisator, pelumas, fasilitator pertumbuhan, pengatur suhu dan peredam benturan.

Dari keterangan di atas dapat disimpulkan bahwa air merupakan bahan yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan fungsinya tidak dapat tergantikan oleh senyawa lain. Fungsi air adalah pembentuk cairan tubuh, alat pengangkut unsur-unsur gizi, pengatur panas tubuh dan mengangkut sisa oksidasi dari dalam tubuh.

Bab 5

Penanganan Pascapanen Komoditas Pertanian

5.1 Pendahuluan

Kegiatan pasca panen bertujuan untuk mempertahankan mutu, mencegah susut bobot, memperlambat perubahan kimiawi yang tidak diinginkan, mencegah kontaminasi bahan asing dan mencegah kerusakan fisik. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemanenan dan penanganan pascapanen yang baik untuk memperoleh mempertahankan dan menjaga kualitas dari komoditas produk pertanian.

Komoditas pertanian baik produk pangan, hortikultura atau produk hasil perkebunan memiliki peranan utama dalam menjamin kebutuhan gizi masyarakat. Komoditas pangan merupakan sumber energi utama yang dibutuhkan dalam jumlah besar. Sedangkan, produk hortikultura memegang peranan dalam pemenuhan kebutuhan vitamin dan mineral. Begitu pula dengan komoditas perkebunan yang memiliki bermacam varian hasil olahan dengan tingkat konsumsi yang tinggi di masyarakat (Santoso, et al., 2022).

Pemanenan dapat menyebabkan terputusnya penyerapan akar pada tanaman. Sehingga menyebabkan kerusakan, yang dapat menyebabkan nutrisinya berkurang. Banyak hal yang dapat menyebabkan kerusakan pada komoditas

pertanian dalam kondisi cepat atau lambat. Kerusakan tersebut, biasanya disebabkan oleh kadar air yang tinggi. Pada proses biologis, dapat menyebabkan tingginya kandungan air yang mempercepat terjadinya kerusakan pada komoditas pertanian seperti sayuran dan daging. Dalam keadaan kering, biji-bijian lebih tahan terhadap kerusakan dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama (Zainuddin, 2014).

5.2 Permasalahan Pada Pascapanen

Salah satu mata rantai penting dalam usaha tani jagung adalah penanganan pascapanen. Kebiasaan umum yang kurang tepat dilakukan oleh petani jagung yaitu memanen jagungnya pada musim hujan dengan kondisi lingkungan yang lembab dan curah hujan yang masih tinggi. Hasil survei menunjukkan bahwa kadar air jagung yang dipanen pada musim hujan masih tinggi, berkisar antara 25-35%. Apabila tidak ditangani dengan baik, jagung berpeluang terinfeksi cendawan yang menghasilkan mikotoksin jenis aflatoksin (Firmansyah, et al., 2006).

Peningkatan infeksi cendawan pada jagung yaitu ketika terjadi proses penundaan penanganan pascapanen. Penundaan pengeringan merupakan tahap yang paling besar kontribusinya dalam meningkatkan infeksi cendawan *Aspergillus flavus* yang bisa mencapai di atas 50%. Cendawan tersebut menghasilkan mikotoksin jenis aflatoksin yang bersifat mutagen dan diduga dapat menyebabkan kanker esofagus pada manusia (Weibe & Bjeldanes, 1981).

Pada umumnya, yang dilakukan oleh petani setelah proses perontokan yaitu penjemuran di bawah sinar matahari karena jumlah gabah yang dikeringkan dalam jumlah banyak dan tidak mengeluarkan biaya yang besar serta tidak membutuhkan bahan bakar. Adapun kelemahannya yaitu pengeringan dengan sistem lamporan atau di bawah sinar matahari akan memperoleh hasil yang kurang sempurna apabila cuaca mendung atau turun hujan.

Apabila panen dilakukan pada musim hujan, kondisi ini akan berbeda, di mana jumlah gabah yang melimpah tidak sebanding dengan fasilitas pengeringan yang dimiliki petani (lantai atau terpal jemur), selain itu kondisi cuaca yang tidak mendukung (hujan atau mendung) menyebabkan terjadi penundaan proses penjemuran (Zainuddin, 2015).

Komoditas pertanian jenis hortikultura yaitu sayuran memiliki kandungan provitamin A, vitamin C, mineral, kalsium dan zat besi. Sayuran juga memiliki kandungan serat yang sangat penting. Pigmen atau warna alami yang terkandung pada sayuran dapat berfungsi sebagai pewarna alami pada produk pangan. Proses respirasi pada buah klimakterik dan sayuran merupakan aktivitas metabolisme yang terjadi setelah dilakukan pemanenan. Seperti: kehilangan air, pelayuan, dan pertumbuhan mikroorganisme. Pelayuan dapat terjadi pada produk sayuran selama proses pendistribusian ke konsumen akibat adanya tekanan fisik, getaran, dan gesekan.

Hasil pertanian seperti sayuran perlu penanganan pascapanen yang baik, karena apabila selesai dipanen tidak ditangani dengan baik akan cepat mengalami kerusakan. Kerusakan tersebut terjadi akibat pengaruh fisik, kimiawi, mikrobiologi, dan fisiologis. Seperti: terjadinya luka memar, tergores, atau tercabik dan adanya pertumbuhan mikroba. Penanganan pascapanen komoditas hortikultura berawal dari proses pemetikan atau pemanenan dari tanaman sampai pada komoditas tersebut sampai di tangan konsumen.

Kerusakan Komoditas Pertanian

Faktor kerusakan pada bahan pangan hasil pertanian yaitu (Mushollaeni, 2012):

1. Kerusakan secara fisiologis
Kerusakan yang terjadi karena adanya reaksi fisiologis pada bahan pangan, seperti: kadar air yang tinggi, adanya reaksi enzim dan suhu penyimpanan.
2. Kerusakan secara mikrobiologis
Kerusakan yang disebabkan karena adanya mikroorganisme seperti mikrobial yang menyebabkan perombakan struktur pada bahan pangan yang memperoleh metabolit, sehingga terjadi perubahan kandungan atau komposisi kimia pada bahan pangan, seperti bakteri, ragi dan jamur. Kadar air yang tinggi merupakan faktor utama pada bahan pangan yang dapat memacu pertumbuhan jenis mikrobial.
3. Kerusakan secara mekanis
Kerusakan secara mekanis dapat menyebabkan terjadinya perpecahan pada sel-sel yang terdapat pada bahan pangan yang mengakibatkan terjadinya keretakan dan memar. Hal tersebut dapat memicu

pertumbuhan mikrobial pada bahan pangan tersebut sehingga menambah tingkat kerusakan yang terjadi.

4. Kerusakan secara fisik

Kerusakan secara fisik, biasanya terjadi karena adanya kerusakan yang disebabkan oleh benda dan lingkungan sekitar bahan pangan, seperti benda tajam, suhu lingkungan dan kelembaban.

5. Kerusakan secara kimia

Kerusakan secara kimia terjadi karena adanya pengaruh dari lingkungan sekitar bahan pangan, akan tetapi kerusakan ini terjadi disebabkan karena perubahan komposisi atau komponen kimia yang terdapat pada bahan pangan, sehingga terjadi reaksi kimia. Reaksi kimia ini dapat menyebabkan terjadinya perubahan pada bahan pangan, baik dari luar maupun dari dalam bahan pangan, maka dari itu perlu dilakukan pengujian atau Analisa kimia, seperti berkurangnya vitamin C akibat masuknya oksigen ke dalam buah.

6. Kerusakan secara biologis

Kerusakan secara biologis, biasanya disebabkan oleh tikus, serangga dan ulat.

7. Kerusakan karena proses

Kerusakan ini sebagian besar terjadi akibat dari penanganan pascapanen yang kurang tepat sehingga menyebabkan terjadinya beberapa kesalahan selama proses pengolahan bahan pangan. seperti pada proses pengalengan produk pangan, terjadi kesalahan dalam pengukuran suhu dengan menggunakan alat termometer atau terjadi kerusakan pada alat pengukur termometer, maka akan terjadi penyusutan nilai gizi dan perubahan tekstur produk menjadi lembek atau bahkan hancur.

Hambatan Pada Pengelolaan Pascapanen

Beberapa hambatan yang terjadi dalam pengelolaan pascapanen, yaitu:

1. Masih minimnya fasilitas penunjang atau infrastruktur di beberapa daerah.
2. Belum tersedianya fasilitas pengolahan produk pangan.

3. Proses pemasaran hasil pertanian atau produk olahan hasil pertanian yang belum memadai.
4. Minimnya pengetahuan dan sumber daya manusia terkait pengelolaan pascapanen hasil pertanian.
5. Pada dasarnya, petani memperjualbelikan komoditas hasil panennya dalam bentuk hasil pertanian, bukan dalam bentuk olahan produk pangan.

5.3 Penanganan Komoditas Pertanian

Pada proses pemanenan dan produksi panen, banyak perubahan yang terjadi selama proses pengadaan bahan pangan hasil pertanian, baik yang diharapkan maupun yang tidak diharapkan. Perubahan yang terjadi selama proses pengadaan disebabkan karena adanya reaksi kimia di dalam bahan pangan maupun akibat pengaruh lingkungan. Reaksi kimia yang berantai panjang juga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan dan kebusukan pada produk hasil pertanian (Zainuddin, 2014).

5.3.1 Penanganan Komoditas Pada Saat Panen dan pascapanen

Penanganan Komoditas pada Saat Panen

Penanganan komoditas pertanian pada saat proses pemanenan merupakan tahap akhir dari proses pembudidayaan tanaman pangan dan merupakan tahap awal dari proses pasca panen komoditas pertanian. Pengumpulan komoditas hasil pemanenan di lahan penanaman, proses pemanenan berada pada taraf kematangan yang tepat, meminimalisir terjadinya kerusakan hasil panen, proses pemanenan dilakukan tepat waktu, dan meminimalisir biaya yang dikeluarkan selama proses pemanenan.

Adapun persiapan yang dilakukan pada proses penanganan yang baik adalah pada saat pemanenan harus tetap berhati-hati agar tidak terjadi kerusakan atau luka pada permukaan bahan pangan, harus mengetahui tingkat kematangan dari komoditi yang akan dipanen, menggunakan pewadahan yang bersih, tetap

berhati-hati pada saat pemanenan, pewadahan dan sortasi komoditi hasil pertanian.

Pemanenan merupakan akhir proses budidaya dan merupakan awal dari proses pascapanen dengan mengumpulkan komoditas yang derajat kematangannya sudah tepat dan meminimalisir terjadinya kerusakan.

Penanganan Komoditas Setelah Panen

Penanganan segera setelah pemanenan dilakukan guna untuk mempertahankan kualitas dan kuantitas serta mengurangi terjadinya kerusakan atau kebusukan pada komoditas pertanian. Beberapa perlakuan yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan tindakan pengeringan (drying), pendinginan pendahuluan (pre cooling), pemulihan (curing), pengikatan (bunching), pencucian (washing), pembersihan (cleaning, trimming) dan sortasi.

Penanganan Komoditas Pasca Panen

Proses penanganan pascapanen pada komoditas tanaman pangan yaitu pemipilan/perontokan, pengupasan, pembersihan, pengeringan, pengemasan, penyimpanan, pencegahan serangan hama penyakit. Sedangkan hasil hortikultura dengan pembersihan, pencucian, pengikatan, curing sortasi, grading, pengemasan, penyimpanan dingin, pelilinan.

Adapun penanganan pascapanen secara umum yaitu: grading, standarisasi, (pengemasan dan pelabelan), (penyimpanan dan pengangkutan). Selanjutnya untuk perlakuan tambahan adalah pemberian bahan kimia, pelilinan dan pemeraman.

Beberapa yang perlu diperhatikan pada proses penanganan panen dan pascapanen yaitu:

1. Mempersiapkan segala sesuatu yang dibutuhkan pada proses pemanenan agar berjalan dengan baik, seperti: persiapan alat-alat yang dibutuhkan pada saat pemanenan, tempat atau pewadahan untuk penyimpanan atau pengumpulan hasil panen, dan pemanenan dilakukan secara terampil dan tidak boleh ceroboh.
2. Pada saat pemanenan, sebaiknya berhati-hati untuk menghindari terjadinya kerusakan mekanis, proses pemanenan dapat dilakukan dengan menggunakan alat, mesin atau tenaga manusia.

3. Selalu memperhatikan bagian tanaman yang dipanen, seperti komoditi tomat dipanen tanpa tangkai untuk menghindari terjadinya luka yang disebabkan karena tangkai buah yang mengering akan menusuk buah yang ada di atasnya.

Penanganan pascapanen merupakan suatu rantai kegiatan yang penting pada usahatani. Adapun dampak positif dari penanganan pascapanen yang baik, akan berpengaruh pada harga jual komoditas pertanian. ketika penanganan pascapanen dilakukan dengan tepat maka akan berpengaruh pada kualitas hasil pertanian dan nilai jual komoditas tetap mengikuti harga pasar. Begitu pun sebaliknya, jika kualitas menurun maka akan berpengaruh pada nilai jual komoditas yaitu lebih murah dari harga pasar (Aimanah &, 2019).

Proses penanganan pascapanen biasanya sering disebut juga sebagai pengolahan primer (primary processing) merupakan istilah yang digunakan untuk semua perlakuan dari mulai panen sampai komoditas dapat dikonsumsi “segar” atau untuk persiapan pengolahan berikutnya. Pada umumnya perlakuan tersebut tidak mengubah bentuk penampilan atau penampakan, bahkan diharapkan dapat mempertahankan nilai gizi suatu bahan hasil pertanian, yang nantinya akan berpengaruh pada berbagai aspek dari pemasaran dan distribusi komoditas pertanian (Aimanah &, 2019).

Penanganan pasca panen komoditas pertanian bertujuan untuk memperoleh hasil dari tanaman dalam kondisi baik dan sesuai atau tepat dalam penanganannya. Bahan pangan tersebut biasanya langsung dikonsumsi atau sebagai bahan baku dalam proses pengolahan produk pangan.

Berikut beberapa prosedur dari penanganan pascapanen pada berbagai bidang kajian yaitu:

1. Pada komoditas tanaman perkebunan, masing-masing memiliki metode penanganan pascapanen yang berbeda-beda namun tidak menutup kemungkinan ada yang memiliki kesamaan dalam proses penanganan pasca panennya. Komoditas perkebunan biasanya ditanam di lahan yang luas seperti kopi, teh, kakao, tembakau dan lain-lain, dalam proses penanganannya sering disebut sebagai pengolahan primer yang bertujuan untuk mempersiapkan komoditas tersebut pada industri pengolahan. Adapun perlakuannya seperti: pelayuan, penjemuran, pengupasan, pencucian, dan fermentasi.

2. Pada produksi benih merupakan tahap awal sebelum dilakukan proses penanganan pascapanen, dengan tujuan untuk memperoleh benih yang baik dan mempertahankan daya kecambah benih sampai waktu penanaman. Adapun proses produksi pada benih yaitu: pemilihan buah, pengambilan biji, pembersihan, penjemuran, sortasi, pengemasan, dan penyimpanan
3. Pada komoditas tanaman pangan, proses penanganan pasca panennya dilakukan pada komoditas seperti: biji-bijian, ubi-ubian dan kacang-kacangan. Penyimpanan komoditas tanaman pangan dapat bertahan selama 1-2 tahun dalam kondisi kering. Adapun tujuan dari penanganan pascapanen komoditas tanaman pangan yaitu mempertahankan kualitas dari komoditas yang telah dipanen. Prosedur penanganan pasca panen komoditas tanaman pangan yaitu: pemilihan atau perontokan, pengupasan, pembersihan, pengeringan (curing/drying), pengemasan, penyimpanan, pencegahan serangan hama, dan penyakit. Pada umumnya hasil tanaman hortikultura dapat dikonsumsi dalam keadaan segar. Adapun tujuan penanganan pascapanen pada bahan pangan hasil hortikultura yaitu: mempertahankan kondisi segarnya dan mencegah perubahan-perubahan yang tidak dikehendaki selama penyimpanan, seperti pertumbuhan tunas, pertumbuhan akar, batang bengkok, buah keriput, polong alot, ubi berwarna hijau. Perlakuan dapat berupa: pembersihan, pencucian, pengikatan, curing, sortasi, grading, pengemasan, penyimpanan dingin, dan pelilinan (Aimanah &, 2019).

5.3.2 Prinsip Penanganan Pascapanen yang Baik

Adapun prinsip penanganan pascapanen yang baik adalah:

- a. Sebelum dilakukan penanganan pascapanen, sebaiknya dikenali terlebih dahulu sifat biologis dari hasil tanaman tersebut. Adapun penanganan pasca panennya sebagai berikut:
 - a. Proses respirasi dan transpirasi masih berlangsung pada hasil pertanian yang telah dipanen, sehingga penanganan pascapanen yang dilakukan harus selalu memperhatikan hal tersebut.

- b. Adanya perbedaan sifat biologi pada setiap hasil pertanian, begitu pula pada perlakuan pasca panennya, memiliki perbedaan.
 - c. Beberapa bagian tanaman memiliki sifat yang berbeda dalam hal pemanfaatannya seperti: daun, batang, bunga, buah, dan akar.
 - d. Pada bagian tanaman juga memiliki struktur dan komposisi yang berbeda.
- b. Perubahan-perubahan yang terjadi pada bagian tanaman setelah pemanenan
- a. Perubahan fisik atau morfologis:
Terjadi perubahan fisik pada bagian tanaman setelah dilakukan proses pemanenan, seperti: daun menguning, bunga layu, batang mengeras, buah matang, Umbi dan ubi bertunas/ berakar.
 - b. Perubahan komposisi nilai gizi
Terjadinya perubahan yaitu: kadar air mengalami pengurangan, karbohidrat (pati menjadi gula) dan sebaliknya protein sudah terurai, lemak menjadi tengik, berkurangnya kandungan vitamin dan mineral, serta timbulnya aroma yang tidak diinginkan.
- c. Beberapa jenis kerusakan yang dapat terjadi pada bahan pangan
- a. Kerusakan fisik – fisiologis
Pada proses penanganan pascapanen, banyak hal yang dapat terjadi seperti, perubahan secara fisiologi yang sering disebut dengan perubahan fisik. Seperti perubahan warna, bentuk, ukuran, kelunakan, keras, alot, dan keriput pada permukaan bahan pangan. Kerusakan yang biasa juga terjadi seperti: timbul aroma, perubahan rasa, peningkatan zat-zat tertentu.
 - b. Kerusakan mekanis
Kerusakan mekanis biasanya disebabkan karena adanya benturan, gesekan, tekanan, tusukan, baik antar hasil tanaman tersebut atau dengan benda lain. Kerusakan ini umumnya disebabkan tindakan manusia yang dengan sengaja atau tidak sengaja dilakukan. Atau karena kondisi hasil tanaman tersebut (permukaan tidak halus atau merata, berduri, bersisik, bentuk tidak beraturan, bobot

tinggi, kulit tipis). Kerusakan mekanis (primer) sering diikuti dengan kerusakan biologis (sekunder).

c. Kerusakan biologis

Penyebab kerusakan biologis dari dalam tanaman: pengaruh etilen
Penyebab kerusakan biologis dari luar: hama dan penyakit.

4. Melakukan Penanganan yang Baik, yaitu:

- a. Memanfaatkan teknologi dengan baik pada proses pemanenan dan penanganan pascapanen.
- b. Menghindari beberapa kerusakan yang dapat membahayakan hasil pertanian. Melakukan pemanenan dan penanganan pascapanen dengan berhati-hati.
- c. Harga dapat bersaing, ketika kualitas dan kuantitasnya terjaga.
- d. Beberapa faktor penyebab kerusakan hasil tanaman yaitu:
 - Faktor biologis: respirasi, transpirasi, pertumbuhan lanjut, produksi etilen, dan hama penyakit.
 - Faktor lingkungan: temperatur, kelembaban, komposisi udara, cahaya, angin, dan tanah/media.

Bab 6

Pengolahan Hasil Pertanian

6.1 Pendahuluan

Pengolahan komoditas hasil pertanian dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan nilai jual dan potensi sumber daya pertanian. Hal yang penting untuk diperhatikan adalah menjaga kualitas bahan pangan agar dapat dikonsumsi dengan aman. Karakteristik bahan pangan yang mudah rusak akibat proses metabolisme yang masih berjalan paska panen atau potensi kerusakan secara fisik, kimia, biologis ataupun mikroorganisme. Kondisi lingkungan paska panen, komposisi bahan pangan dan penanganan pengolahan yang tepat menjadi faktor yang perlu diperhatikan dalam tahapan dalam produksi produk pangan hasil pertanian.

Pengolahan bahan pangan dan penambahan nilai adalah tahapan utama dalam rantai nilai makanan. Pengembangan teknologi pengolahan pangan yang saat ini dilakukan adalah teknologi yang ramah lingkungan dan efisien, serta dapat secara substansial berkontribusi pada rantai nilai makanan dan mengurangi krisis energi yang dialami. Tantangan dalam metode pengolahan makanan banyak terjadi dalam beberapa tahun terakhir, akibat sumber daya alam yang mulai tidak sebanding dengan populasi manusia yang terus bertambah. Peningkatan populasi global selama dua abad terakhir telah membuat pengolahan makanan salah satu mata pelajaran yang paling dibahas dalam

rantai nilai makanan. Kebutuhan akan makanan olahan diperkirakan akan semakin meningkat ketika populasi global semakin meningkat.

Pengolahan bahan pangan adalah proses perubahan bahan makanan menjadi suatu produk yang dapat digunakan atau dikonsumsi. Proses ini dapat mencakup proses perubahan bahan segar menjadi produk makanan melalui proses fisik dan kimia yang berbeda. Proses pengolahan pangan adalah serangkaian unit operasi untuk mengubah pangan yang belum diproses menjadi produk pangan dengan umur simpan yang lama yang bertujuan untuk pemenuhan kebutuhan pokok manusia.

Bahan segar diperoleh dari komoditas pertanian yang sudah dipanen dalam kondisi yang baik dan siap diolah untuk menghasilkan produk makanan yang lebih enak, mudah dikonsumsi, menarik, dapat dipasarkan, dan berkelanjutan dalam waktu yang lama. Tetapi, pengolahan makanan juga dapat menurunkan nilai gizi makanan dan memiliki risiko aditif yang dapat memengaruhi kesehatan. Dalam bab ini akan dibahas mengenai pengolahan bahan pangan yang terdiri dari, klasifikasi bahan pangan, karakteristik bahan pangan, kerusakan bahan pangan, dan teknologi pengolahan bahan pangan.

6.2 Pangan

Pengertian pangan adalah sumber daya alam hayati dan air, baik dalam kondisi segar maupun olahan yang dimanfaatkan sebagai makanan dan minuman dalam pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Selain menjadi kebutuhan pokok manusia, pangan juga dapat bersifat komersial yaitu menjadi komoditas dagang dalam peningkatan dari sisi ekonomi suatu masyarakat. Berdasarkan sumbernya, pangan dikelompokkan menjadi tiga, yaitu pangan segar, pangan olahan dan pangan olahan tertentu.

Klasifikasi Pangan

Klasifikasi pangan berdasarkan cara pengolahannya yaitu:

1. Pangan segar

Yaitu pangan yang masih mentah, yang belum mengalami proses pengolahan yang bersumber baik dari komoditas nabati maupun komoditas hewani. Pemanfaatan pangan segar dapat digunakan secara langsung, maupun menjadi bahan baku pangan yang akan

diolah menjadi produk olahan setengah jadi maupun produk jadi. Penanganan paska panen dan pengolahan pangan memastikan bahwa pengguna akhir memiliki manfaat tanaman pangan segar setiap saat, termasuk untuk meningkatkan dan mempertahankan karakteristik kualitas dari panen, sampai pengiriman produk kepada pelanggan, misalnya, dalam penyimpanan atmosfer kontrol untuk apel dan buah-buahan lainnya dengan mengubah komposisi gas dari atmosfer luar mengarah untuk menjaga kesegaran sampai pengiriman dari produk.

2. Pangan olahan

Yaitu produk pangan hasil pengolahan dengan metode tertentu dengan tujuan memperpanjang daya simpan, terasa lebih enak, mudah dikonsumsi, menarik, dapat dipasarkan, dan berkelanjutan dalam waktu yang lama. Pangan olahan terdiri pangan yang siap dikonsumsi secara langsung atau biasa disebut pangan olahan siap saji, dan pangan yang perlu diolah lebih lanjut ketika akan dikonsumsi atau biasa disebut pangan olahan tidak siap saji.

3. Pangan olahan tertentu

Yaitu pangan yang diolah dengan tujuan untuk menambah fungsi atau manfaat dalam kualitas kesehatan. Biasanya pangan olahan tertentu diperuntukkan bagi konsumen yang memiliki kondisi kesehatan yang mengharuskan mengonsumsi makanan atau minuman yang aman atau meningkatkan fungsional metabolisme tubuhnya.

6.3 Komponen Utama Pangan

Komponen utama bahan pangan terdiri dari:

Air

Air merupakan salah satu senyawa dalam bahan pangan yang sangat penting dan fungsinya tidak pernah dapat digantikan oleh senyawa lain. Fungsi air adalah sebagai pembentuk struktur dan tekstur bahan pangan serta indikator dari kualitas bahan pangan. Air dapat memengaruhi tampilan, tekstur, serta rasa dari suatu makanan.

Air tidak termasuk dalam kelompok nutrisi seperti komponen bahan pangan lainnya, tetapi air memegang peranan penting di antaranya sebagai senyawa pembawa dalam proses metabolisme tubuh, penentu kualitas daya simpan dan nilai ekonomi bahan pangan, serta sebagai standar dalam kualitas suatu produk pangan. Oleh karena itu, nilai kadar air sangat berpengaruh dalam pengolahan bahan pangan dan kualitas produk pangan itu sendiri.

Karbohidrat

Karbohidrat adalah salah satu komponen utama bahan pangan yang memiliki peranan yang penting dalam metabolisme tubuh manusia yaitu menghasilkan energi. Karbohidrat memiliki rumus kimia $(CH_2O)_n$, terdiri dari atom karbon, hidrogen, dan oksigen. Karbohidrat merupakan polimer alami yang berasal dari kata karbon (atom C) dan hidrat yang artinya air (H_2O), dan sumber energi kalori utama dan murah. Karbohidrat ditemukan di alam sebagai senyawa organik yang paling banyak, diproduksi melalui proses fotosintesis oleh tumbuhan hijau untuk menghasilkan energi berupa pati. Pati juga dibutuhkan oleh tumbuhan dalam siklus fotosintesis selain energi dari cahaya.

Sebagai salah satu komponen nutrisi bahan pangan dan penghasil energi di dalam tubuh, karbohidrat memiliki monomer yaitu sakarida (sakar berarti gula dalam bahasa latin). Berdasarkan jumlah monomer sakarida, karbohidrat diklasifikasikan menjadi empat kelompok yaitu monosakarida, disakarida, oligosakarida dan polisakarida. Monosakarida adalah karbohidrat yang terbentuk dari satu molekul gula, jenis monosakarida yang biasa ditemui adalah glukosa, fruktosa, dan galaktosa.

Dua molekul sakarida akan membentuk disakarida, dan yang termasuk disakarida adalah sukrosa (glukosa dan fruktosa), laktosa (glukosa dan galaktosa) dan maltosa (gabungan dari dua glukosa). Oligosakarida adalah polimer sakarida yang terdiri dari 3-10 monosakarida. Polisakarida adalah polimer yang terdiri dari 10 bahkan lebih sakarida, biasanya ada dalam kandungan biji-bijian dan umbi.

Karbohidrat dapat diklasifikasikan menjadi *digestible carbohydrate* yaitu karbohidrat yang dapat dicerna dan *non-digestible carbohydrate* untuk karbohidrat yang tidak dapat dicerna. Perbedaan dari kedua kelompok ini adalah peran enzim α -amilase di dalam sistem pencernaan manusia untuk memecah *digestible carbohydrate*. Contoh dari *digestible carbohydrate* adalah monosakarida, disakarida dan oligosakarida, sedangkan untuk *non-digestible carbohydrate* misalnya serat kasar, serat pangan dan pati resisten.

Protein

Protein merupakan senyawa makromolekul yang tersusun atas asam amino - asam amino yang dihubungkan melalui ikatan peptida. Senyawa ini juga disebut sebagai polipeptida. Asam amino merupakan asam organik yang bersifat amphoter yang mengandung gugus amino (NH_2), gugus karboksil (COOH), atom hidrogen dan gugus R (rantai cabang). Ikatan peptida ($-\text{CONH}-$) merupakan ikatan yang terbentuk antara gugus α -karboksil suatu asam amino dengan gugus α -amino dari asam amino lainnya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam identifikasi sifat kimia yaitu protein merupakan polimer asam amino, bersifat amfoter, hasil hidrolisis sempurna dari protein adalah asam amino. Adapun fungsi protein dalam sel makhluk hidup adalah sebagai zat pembangun tubuh, memperbaiki sel yang rusak, sebagai sumber energi, sebagai katalisator, diperlukan dalam sekresi cairan tubuh seperti enzim dan hormon, berperan dalam imunitas tubuh, zat pembawa trigliserida, kolesterol, dan fosfolipid, serta berfungsi sebagai sumber energi bagi tubuh.

Asam amino dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu asam amino esensial dan asam amino non esensial.

Lipid

Lipid atau lemak adalah senyawa organik non polar atau hidrofobik yang ada dalam sel, tidak larut dalam air, tetapi larut dalam zat pelarut non-polar seperti kloroform, eter, dan benzena. Lipid tersusun atas trigliserida, yaitu ester gliserol dengan tiga asam lemak yang bisa beragam jenisnya. Rumus kimia trigliserida adalah $\text{CH}_2\text{COOR}-\text{CHCOOR}'-\text{CH}_2-\text{COOR}''$ dan ketiga asam lemak RCOOH , $\text{R}'\text{COOH}$ dan $\text{R}''\text{COOH}$. Rantai samping R, R' dan R'' adalah rantai alkil yang berukuran panjang.

Rantai asam lemak secara alami bervariasi pada trigliserida, namun yang paling umum memiliki panjang adalah 16,18, atau 20 atom karbon. Senyawa organik yang juga menyusun lipid di antaranya gliserida, monogliserida, asam lemak bebas, lilin, dan lipid sederhana yang mengandung komponen asam lemak seperti senyawa terpenoid/isoprenoid serta turunan steroid.

Lipid yang membentuk kompleks dengan protein adalah disebut lipoprotein dan membentuk kompleks dengan karbohidrat disebut glikolipid. Komponen membran plasma, hormon, dan vitamin juga bagian dari lipid. Sama halnya dengan karbohidrat, lipid juga berperan penting dalam metabolisme tubuh

sebagai sumber energi. Metabolisme lemak dalam tubuh didapatkan dari makanan dan hasil produksi organ hati, yang bisa disimpan di dalam sel-sel lemak sebagai cadangan energi. Lipid memiliki fungsi dalam pembentukan ester kolesterol dan fosfolipid dalam darah, juga berpartisipasi dalam pengaturan tekanan darah dan denyut jantung, pelebaran pembuluh darah, pembekuan darah, dan sistem saraf pusat.

Lemak dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan sumbernya, yaitu lemak nabati yang berasal dari tumbuhan, contohnya margarin dan lemak hewani yang berasal dari hewan, contohnya mentega. Asam lemak penyusun Lipid dibagi dua jenis berdasarkan keberadaan ikatan rangkap pada rantai karbonnya, yaitu asam lemak jenuh (*saturated fatty acid*) dan asam lemak tidak jenuh (*unsaturated fatty acid*). Asam lemak tidak jenuh yaitu asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap pada rantai karbon dalam susunan molekulnya.

Vitamin dan Mineral

Vitamin dan mineral merupakan komponen penting dalam bahan pangan meski dengan jumlah sedikit, yang berfungsi untuk menjaga metabolisme tubuh dan pertumbuhan yang normal. Tubuh tidak bisa memproduksi beberapa vitamin sesuai kebutuhan di dalam tubuh, oleh karena itu harus diperoleh dari bahan pangan yang dikonsumsi. Vitamin yang cukup diproduksi di dalam tubuh adalah vitamin D, yaitu diproduksi dalam kulit yang cukup mendapatkan sinar matahari.

Vitamin dapat dikelompokkan dalam 2 kelompok, yaitu vitamin yang larut di dalam lemak seperti vitamin A, D, E, dan K. Vitamin yang larut dalam air adalah vitamin C dan vitamin B kompleks. Vitamin A, D, E, dan K banyak didapatkan dalam daging ikan, minyak ikan, kacang tanah, kacang kedelai dan lainnya. Vitamin yang larut dalam lemak memerlukan zat pengangkut berupa protein kemudian diserap oleh tubuh dan akan disimpan di dalam hati atau jaringan-jaringan lemak. Vitamin larut lemak tidak dapat diekskresikan karena sifatnya yang tidak larut dalam air sehingga vitamin ini akan ditimbun dalam tubuh bila dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan.

Vitamin A pada umumnya terdapat di dalam hasil-hasil hewani seperti daging, susu, keju, kuning telur, hati, ikan dan telur. Produk pangan nabati pada umumnya tidak mengandung vitamin A tetapi mengandung zat dalam bentuk provitamin A yang dikenal sebagai beta-karoten, misalnya kita temukan dalam tomat, pepaya, wortel dan sayuran hijau. Semakin hijau daun semakin tinggi

kadar karotennya, seperti wortel dan waluh mengandung karoten yang tinggi, sedangkan selada dan kol mengandung sedikit karoten.

Vitamin D banyak ditemukan di produk pangan hewani, seperti hati, minyak ikan, telur, susu dan produk olahannya. Vitamin D berperan penting dalam metabolisme kalsium dan fosfor. Vitamin D membantu absorpsi kalsium oleh sistem pencernaan, membantu perpindahan kalsium dan fosfor dari tulang, sekresi dan mengendalikankan keseimbangan mineral di dalam darah.

Vitamin E merupakan vitamin yang berperan dalam pembentukan dan kesehatan jaringan tulang. Vitamin E juga merupakan antioksidan yang kuat yang berfungsi mencegah terbentuknya peroksida secara berlebihan dalam jaringan, mencegah oksidasi terhadap vitamin A di dalam saluran pencernaan, dan menekan terjadinya oksidasi asam lemak tidak jenuh di dalam jaringan. Vitamin E banyak ditemukan di kacang - kacangan, minyak nabati, dan alpukat.

Vitamin K merupakan vitamin larut lemak yang juga disebut vitamin penggumpal. Vitamin K memiliki sifat tahan panas, tetapi mudah rusak oleh paparan radiasi, adanya asam dan alkali. Vitamin K berperan dalam pembentukan protrombin, indikator kecukupan vitamin K di dalam tubuh yaitu tingginya kadar protrombin, yaitu indikasi daya penggumpalan darah yang baik. Vitamin K banyak ditemukan di hati dan sayuran seperti daun bayam, kubis, dan bunga kol.

Vitamin yang larut dalam air mudah ditemukan di dalam tubuh, darah dan limpa. Vitamin larut air mudah rusak dalam pengolahan, mudah hilang karena tercuci, larut dalam air dan keluar dari bahan. Vitamin C banyak ditemukan dalam bentuk asam askorbat dan asam L-dehidroaskorbat. Selain mudah larut dalam air, vitamin C adalah vitamin yang paling mudah rusak oleh panas, sinar, alkali, enzim, oksidator, serta oleh katalis tembaga dan besi.

Vitamin C mudah rusak akibat suhu tinggi dan teroksidasi, sehingga vitamin ini mudah hilang selama proses pengolahan dan penyimpanan paska panen. Vitamin C ditemukan pada pangan segar, terutama bahan nabati sayur dan buah, seperti jeruk, tomat, dan cabe hijau. Pangan nabati segar memiliki kandungan vitamin C yang lebih banyak dari produk olahan. Semakin tinggi tingkat kematangan buah, penurunan kadar vitamin C juga meningkat.

Mineral adalah salah satu komponen nutrisi anorganik yang merupakan hasil pembakaran bahan-bahan organik dalam bentuk ion-ion. Mineral

diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu makro mineral dan mikro mineral. Makro mineral merupakan mineral yang ditemukan dalam jumlah banyak pada tubuh, seperti kalsium, fosfor, kalium, klor, magnesium, dan sulfur. Sebaliknya, mikro mineral merupakan mineral yang ditemukan dalam jumlah yang sedikit di dalam tubuh.

Meskipun sedikit, mikro mineral juga berperan penting dalam proses metabolisme tubuh misalnya besi (ferrum), tembaga, kobalt, mangan, seng, iodium, selenium dan fluor. Mineral berperan sebagai unsur pembangun fungsi tubuh, yaitu pembentuk tulang dan gigi, sebagai pengatur reaksi fisik dan kimia dalam proses metabolisme tubuh, dan berperan dalam kesetimbangan asam dan basa serta keseimbangan cairan dalam tubuh.

Proses pengolahan bahan pangan dapat menyebabkan penurunan jumlah vitamin dan mineral, seperti di antaranya pemotongan, pencucian, penggilingan, blansing, dan penambahan bahan tambahan kimia.

6.4 Kerusakan Bahan Pangan

Proses pengolahan hasil pertanian bertujuan untuk memperpanjang daya simpan produk komoditas pertanian tersebut. Penanganan paska panen dan teknik pengolahan yang tidak benar dapat mengakibatkan kerusakan, baik secara fisik, kimiawi maupun mikrobiologi.

Berdasarkan potensi suatu bahan pangan mengalami kerusakan dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu *perishable food* (bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan), *semi-perishable food* (bahan pangan yang akan mengalami kerusakan dalam waktu tertentu), dan *non-perishable food* (bahan pangan yang memiliki daya simpan yang lama tetapi tetap mengalami penurunan kualitas).

Jenis-jenis kerusakan dibagi menjadi:

1. Kerusakan Fisik

Yaitu kerusakan yang diakibatkan oleh-oleh perlakuan fisik selama penanganan paska-panen maupun penyimpanan. Contoh kerusakan fisik adalah penyimpanan produk tepung di dalam gudang dengan nilai kelembaban tinggi, sehingga terjadi case hardening.

2. Kerusakan kimiawi

Yaitu kerusakan yang terjadi akibat terjadinya reaksi kimia yang tidak diinginkan pada produk pangan. Perubahan nilai pH dan reaksi enzimatik pada suatu produk dapat mengakibatkan perubahan penampakan pigmen produk. Contoh lainnya seperti penggumpalan protein, reaksi pencokelatan baik secara enzimatik maupun non enzimatik.

3. Kerusakan mikrobiologis

yaitu kerusakan pada produk pangan akibat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Kerusakan mikroorganisme disebabkan oleh mikroba patogen yang tumbuh pada bahan pangan segar maupun setengah jadi, dengan mendegradasi komponen nutrisi yang ada di dalam bahan pangan tersebut. Kondisi optimum mikroorganisme seperti bakteri, kapang dan khamir adalah nilai aktivitas air yang cukup tinggi (di atas 0,7) dan komponen nutrisi bahan pangan yang sesuai dengan metabolisme mikroorganisme.

6.5 Teknologi Pengawetan Pangan

Teknologi Pengolahan Termal

Pengolahan pangan secara termal adalah proses pengawetan bahan pangan segar atau olahan dengan penerapan energi panas. Teknologi pengolahan ini adalah teknologi yang sering digunakan dan paling populer sejak dulu. Teknologi termal adalah salah satu metode pengawetan secara fisik, seperti dijabarkan pada Tabel 6.1.

Dalam implementasi pengawetan bahan pangan, kombinasi pengolahan pangan juga dilakukan, baik kombinasi dalam pengolahan fisik atau kimiawi itu sendiri, maupun kombinasi antara pengolahan fisik dan pengolahan kimiawi. Kombinasi pengolahan ini bertujuan untuk mengetahui metode pengolahan yang paling efektif dan efisien untuk suatu produk pangan. Suhu yang dinaikkan hingga pada tingkat tertentu dan menahan pada tingkat itu dalam periode waktu optimal bergantung pada nutrisi yang ada dalam pangan,

tujuan pengolahan, dan jumlah mikroorganisme patogen atau pembusuk yang ada.

Tujuan utama dari pengolahan termal adalah mematikan mikroorganisme patogen, yaitu mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit dan kebusukan pada produk yang diolah. Proses pengolahan termal dapat berpengaruh pada struktur dan kandungan nutrisi makanan selama proses berjalan. Pengolahan termal juga dapat menyebabkan rasa tidak enak dan perubahan tekstur, serta beberapa kehilangan komponen nutrisi penting yang peka terhadap panas.

Sebaliknya, beberapa produk makanan dengan umur simpan yang lama diperoleh sebagai hasil dari pemanasan. Proses termal yang relatif kurang kuat, seperti pasteurisasi, juga memastikan bahwa produk olahan susu dan olahan buah seperti jus buah adalah aman. Kombinasi proses kimia, fisika, matematika, dan biologi, telah diterapkan dalam ilmu pangan guna mengembangkan prinsip-prinsip penerapan panas optimum pada makanan untuk tujuan memperpanjang umur simpan dan untuk meningkatkan kelayakan produk berdasarkan karakteristik organoleptik, seperti tekstur, rasa, penampilan, dan sifat sensoris.

Teknologi pengolahan termal secara umum diklasifikasikan menjadi empat, yaitu penggunaan uap air/air panas, penggunaan udara panas, penggunaan minyak panas, dan penggunaan energi radiasi. Proses pengolahan bahan pangan termal dengan penggunaan uap air/air panas adalah pengolahan termal yang umum dilakukan, seperti pemasakan, blansing, pasteurisasi, dan sterilisasi.

Penggunaan udara panas dalam teknologi pengolahan termal yaitu proses pemindahan panas dengan menggunakan media tertentu, seperti pemanggangan melalui pindah panas secara radiasi, konveksi, dan konduksi. Kemudian penyangraian yaitu proses pengolahan termal dengan menggunakan udara panas baik melalui media atau tidak.

Contohnya penyangraian kopi dan kerupuk yang diolah dengan penyangraian menggunakan media pasir. Satu lagi teknologi pengolahan termal yang menggunakan udara panas adalah pengeringan atau dehidrasi. Pengeringan adalah teknik pengawetan tertua, termurah, dan paling hemat energi, metode ini banyak digunakan di seluruh dunia. Pengeringan umumnya dilakukan dengan cara evaporasi atau sublimasi (selama pengeringan beku), Proses ini

membutuhkan energi panas untuk transfer massa dalam makanan itu sendiri dan antara makanan dan media pengeringan.

Teknologi pengolahan termal dengan penggunaan minyak panas biasa disebut penggorengan. Minyak atau lemak digunakan sebagai media pindah panas untuk proses pengambilan air dari bahan pangan yang diolah. Selain ketiga proses pengolahan termal ini, penggunaan energi radiasi juga digunakan dalam industri pangan seperti penggunaan sinar ultraviolet, radiasi ionisasi atau gelombang inframerah.

Tabel 6.1: Teknologi Pengawetan Produk Pangan

Teknik Pengawetan	Proses pengolahan
Metode Fisik	
<ul style="list-style-type: none"> • Proses pemindahan panas • Proses termal • Pengurangan kadar air • Iradiasi 	Pendinginan, Pembekuan. Blansing, Pasteurisasi, Sterilisasi, HTST (<i>High Temperature Short Time</i>), dan UHT (<i>Ultra High Temperature</i>) Pengeringan matahari, dehidrasi, Evaporasi, Pengeringan beku, Pengeringan semprot, pengeringan busa. Penggunaan dosis sinar U.V., radiasi ionisasi atau gelombang inframerah
Metode Kimiawi	
<ul style="list-style-type: none"> • Pengolahan dengan asam • Penggaraman • Penambahan gula • Fermentasi 	Penambahan asam fosfat dalam minuman karbonasi, penambahan asam sitrat pada buah dan sayuran. Pengolahan acar, pengolahan ikan asin, pembuatan daging kyuring Manisan buah, selai buah, marmalade, jeli, dan susu kental manis Fermentasi spontan contohnya pembuatan sayur asin, fermentasi langsung contohnya pembuatan tempe.

Sumber: Ghosal (2018); Estiasih dan Ahmadi (2009); Sobari (2018)

Teknologi Pengolahan Kimia

Pengolahan pangan secara kimiawi adalah proses pengawetan bahan pangan segar atau olahan dengan penambahan bahan kimia, baik alami maupun sintesis penerapan energi panas. Beberapa contoh proses pengolahan kimiawi dijabarkan di Tabel 2.5. Pada sub bab ini dijelaskan tujuan pengolahan secara kimiawi yaitu pengolahan dengan asam, penambahan garam, penambahan gula dan fermentasi.

Pengolahan dengan asam yaitu proses pengawetan dengan penambahan asam pada produk pangan. Peran asam pada pengolahan ini adalah sebagai pengasam, memberikan aroma khas asam, menurunkan nilai pH, bahan

pengembang, menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan berperan dalam pembentukan gel pektin.

Penambahan garam tinggi dalam proses pengolahan kimiawi berfungsi membentuk tekanan osmotik yang tinggi dan nilai A_w rendah sehingga produk pangan memiliki umur simpan yang lebih lama, karena menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada kondisi ekstrem. Begitu pula dengan penambahan gula pada produk makanan, kadar gula yang ditambahkan untuk pengawetan produk makanan berkisar antara 40-70% (Estiasih dan Ahmadi, 2009).

Konsentrasi gula yang tinggi dapat mengikat kadar air dalam produk pangan sehingga nilai A_w -nya rendah dan dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Kedua pengolahan ini biasanya dikombinasikan dengan metode pengolahan lainnya, seperti pengolahan dengan garam dikombinasikan dengan pengolahan enzimatis dan fermentasi. Begitu pula pengolahan dengan gula yang dikombinasikan dengan pengolahan dengan asam dan pengolahan dengan termal.

Bab 7

Tahapan Kegiatan Pascapanen dan Pengolahan Hasil Pertanian

7.1 Pendahuluan

Komoditas hasil pertanian sangat beragam jenisnya, di antaranya golongan biji-bijian atau sereal, kacang-kacangan, umbi, sayur dan buah serta hasil perkebunan dan hutan. Komoditas tersebut selepas panen pada dasarnya adalah produk yang masih hidup, masih sebagai produk biologis walaupun sudah terpisah dari tanaman induk/inang utamanya. Komoditas tersebut diharapkan harus memiliki kualitas baik saat pasca panen, hal ini dapat diperoleh dengan melakukan perlindungan dan kontrol mutu sejak proses budidaya dan pemanenan.

Produk pertanian pascapanen masih mengalami berbagai proses metabolisme khususnya terkait reaksi fisiologis untuk berbagai tujuan di antaranya "survive" bertahan hidup sampai tahap senescence, merombak berbagai substrat energi cadangan, proses perkembangan berbagai atribut kualitas pemasakan yang lebih optimal, dan adaptasi terhadap perubahan lingkungan yang tentunya berbeda ketika saat masih belum dipanen.

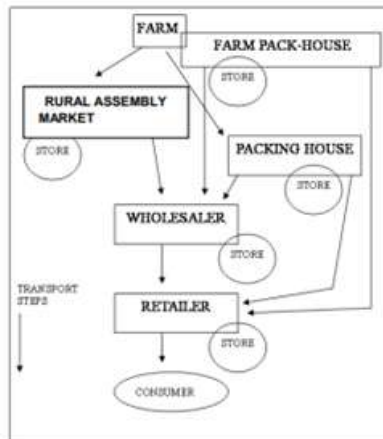
Salah satu reaksi metabolisme penting dalam penanganan pasca panen yang harus diperhatikan adalah reaksi respirasi. Pada reaksi ini, komoditas pertanian

seperti buah dan sayur melakukan reaksi oksidasi glukosa sebagai bahan simpanan yang memerlukan O₂, untuk menghasilkan H₂O, CO₂ dan energi. Selain respirasi, buah dan sayuran juga mengalami transpirasi, yaitu kehilangan kandungan air.

Selama komoditas masih menyatu dengan pohon induknya, kehilangan bahan simpanan dan air akan diganti secara terus-menerus melalui proses penyerapan unsur hara dan air dari tanah melalui akar. Namun selepas panen, karena respirasi dan transpirasi masih berlanjut, maka proses tersebut hanya bergantung pada bahan simpanan dan air dimiliki ketika komoditas tersebut ketika dipanen (Hariyadi, P., dan Nur, A., 2015).

Hal inilah yang dapat menyebabkan penurunan mutu produk pascapanen berlangsung lebih cepat dibandingkan saat belum dipanen. Penurunan kualitas produk pertanian bersifat spesifik tergantung karakteristik komoditas sehingga ada yang membuat klasifikasi komoditas menjadi 3 kelas berdasarkan risiko tingkat kerusakan yaitu *low perishable*, *medium perishable* dan *high perishable*.

Untuk mengatasi penurunan kualitas hasil pertanian pasca panen penting dilakukan berbagai teknik upaya pengendalian kualitas hasil pertanian melalui teknologi penanganan dan pengolahan yang baik. Jika upaya ini berhasil maka berbagai kerusakan pasca panen dapat dicegah atau dihambat, umur simpan produk pertanian menjadi lebih panjang dan kualitas produk meningkat.



Gambar 7.1: Jalur Umum Penanganan Komoditas Hasil Pertanian Dari Lahan Sampai Konsumen

Menurut Gardjito, M., Widuri, H., dan Ryan, S., (2015), besarnya kerusakan dan penyusutan pascapanen sangat bervariasi tergantung komoditas dan lokasi asal. Tiga tujuan utama penerapan teknologi pascapanen pada komoditas yang dipanen adalah 1) menjaga mutu (penampilan, tekstur, rasa dan nilai gizi, 2) untuk melindungi dan menjamin keamanan pangan, 3) untuk mengurangi kerugian antara panen dan konsumsi (Kitinoja, L., dan Adel, A.K., 2015).

Tahapan kegiatan pascapanen dan pengolahan masing-masing komoditas hasil pertanian bersifat spesifik tergantung karakteristik khas bawaan yang dimiliki oleh komoditas dan tujuan proses selanjutnya.

7.2 Penanganan Awal (Pre-Handling)

Langkah utama untuk mendapatkan mutu komoditas hasil pertanian yang maksimal saat panen adalah memperhatikan pemanenan yang meliputi penentuan indeks umur panen, waktu panen dan metode panen yang tepat. Pemanenan harus dilakukan secara baik untuk meminimalkan kerusakan akibat panen baik dari kerusakan fisik, kimia, mekanis maupun biologis. Setelah panen, komoditas harus segera disimpan pada tempat yang terlindungi dari paparan sinar matahari langsung, pada lantai beralas, dan tempat (keranjang, karung, box dan lain-lain) yang bersih serta aman sebelum nantinya diangkut, disimpan dan diproses lebih lanjut.

Transportasi komoditas hasil pertanian bisa dikatakan sebagai perpindahan komoditas dari kebun ke rumah pengemasan, ke pasar (konsumen) atau dari rumah pengemasan ke pasar (konsumen) dengan menggunakan sarana yang digerakkan manusia. Transportasi ini harus dilakukan dengan cepat karena sifat komoditas hasil pertanian yang mudah rusak. Penyusutan dapat terjadi selama transportasi.

Besarnya susut tidak hanya disebabkan oleh sifat komoditas yang mudah rusak, tetapi juga oleh kondisi transportasi, seperti kemasan yang digunakan, sarana transportasi serta penanganan yang kurang tepat selama pengangkutan (Gardjito, M., Widuri, H., Ryan, S., 2015). Hasil panen secara umum harus mengalami proses pengangkutan atau transportasi terutama apabila tempat/lahan produksi jauh dengan tempat penanganan awal. Apabila proses transportasi tidak dilakukan dengan baik akan memicu terjadinya kerusakan fisik yang besar pada komoditas.

Buah dan sayur selepas panen mengalami beberapa tahap pra-penanganan meliputi pemilihan (sortasi), pemisahan berdasarkan ukuran (sizing), pemisahan berdasarkan kualitas (grading) dan pengemasan (packing) (Hariyadi, P., dan Nur, A., 2015). Pada beberapa komoditas tertentu memerlukan penanganan tambahan seperti pemangkasan, wiping, degreening, pemeraman, pre-cleaning, pre-cooling, pre-drying, penggunaan bahan kimia, fumigasi, curing, dan pelapisan (coating).

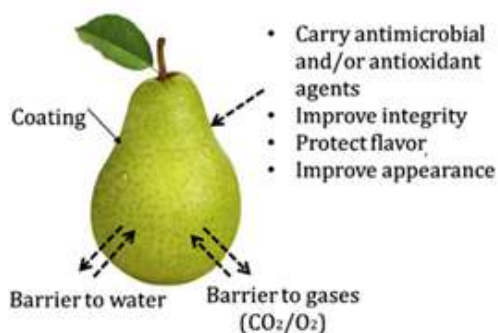
Tujuan sortasi adalah untuk menghilangkan produk atau bagian dari produk yang dapat mengurangi atau menimbulkan risiko untuk memperpendek umur simpan dan atau kontaminasi seperti mikroba atau dengan kata lain adalah memilih produk yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Tahap *pre-cleaning* atau pre-washing idealnya dilakukan dengan mencuci, membilas dan mensanitasi untuk mengurangi potensi kontaminasi mikroba. Pembersihan berarti bebas dari kotoran yang terlihat atau bahan lainnya, dapat menggunakan bahan desinfektan dan air, pembilasan dilakukan secara memadai sehingga tidak ada residu menggunakan air dengan kualitas layak untuk minum.

Kemudian dilanjutkan dengan tahap sanitasi yaitu pengurangan patogen ke tingkat yang tidak berbahaya. Beberapa *sanitizing agents* yang diizinkan untuk produk segar menurut USDA National Organic Program adalah sodium hipoklorit konsentrasi 6% atau 100-200ppm, hidrogen peroksida konsentrasi 3%, peroxy-acetic acid konsentrasi 80 ppm, ozon dan acetic acid dari sumber organik. Menurut Gardjito, M., Widuri, H., dan Ryan, S., 2015), wiping atau penggelapan dilakukan untuk membersihkan permukaan kulit buah, pembersihan dapat juga dilakukan dengan menghembuskan udara dari kompresor.

Untuk komoditas tertentu setelah panen, dilakukan curing yaitu proses penyegaran dan pemulihan dari memar dan goresan pada komoditas yang berupa akar dan umbi serta membentuk lapisan pelindung yang dilakukan selama beberapa hari pada suhu dan kelembaban relatif tinggi. Sebagai contoh, curing pada kentang dilakukan pada suhu 10-20 °C dan RH 90-95% selama 50 hari.

Komoditas buah dan sayur secara alami mempunyai lapisan lilin yang sebagian hilang pada saat pencucian. Untuk menghindari keadaan anaerobik di dalam buah dan memberikan perlindungan dari mikroba dapat ditambahkan lapisan lilin buatan atau biasa disebut sebagai proses coating (pelapisan).

Menurut Zhao (2018), edible coating memberikan lapisan tipis kering dari bahan yang dapat dimakan (edible) pada permukaan produk untuk mengontrol pertukaran gas, air dan zat terlarut dengan lingkungan. Teknologi ini telah banyak digunakan secara komersial oleh produk skala industri untuk memperpanjang umur simpan buah dan sayuran segar. Bahan pelapis produk segar yang baik harus berfungsi sebagai penghalang yang tahan terhadap air, O₂, CO₂, memiliki kekuatan adhesi yang seragam pada permukaan dan dapat meningkatkan penampilan dan kualitas sensori produk.



Gambar 7.2: Ilustrasi Edible Coating Untuk Menunda Penurunan Kualitas Pasca Panen Produk Segar (Zhao, 2018)

7.3 Penyimpanan dan Penggudangan

Pengertian istilah penyimpanan dan penggudangan memiliki kesamaan dan perbedaan. Penyimpanan dan penggudangan di industri pangan merupakan bagian persiapan bahan pangan untuk proses industri, atau manfaat penyiapan produk pangan olahan yang dipasarkan, di distribusi atau untuk digunakan lebih lanjut. Pengertian istilah penyimpanan di sini dikaitkan dengan penyimpanan bahan-bahan basah yang bersifat mudah rusak seperti berbagai hasil pertanian segar.

Sedangkan istilah penggudangan di sini digunakan untuk menyimpan produk kering, terutama biji-bijian juga produk pangan kering bentuk butiran atau tepung. Prinsip penyimpanan dan penggudangan adalah mengendalikan udara dalam ruang simpan atau gudang untuk mengamankan produk. Pengertian

ruang yang aman di sini yaitu ruangan terkendali atau dijaga kondisi suhu dan RHnya (Soekarto, S. T. dan Welli, Y., 2018).

Suhu ruang penyimpanan hendaknya dijaga konstan pada suhu yang dikehendaki oleh komoditas yang akan disimpan sehingga dapat mempertahankan kualitas. Menurut Hariyadi, P., dan Nur, A., (2015) pengaturan kelembaban merupakan faktor penting pada penyimpanan komoditas hortikultura untuk mencegah transpirasi yang berlebihan. Pada RH rendah, memungkinkan hilangnya kelembaban yang berlebihan dari produk yang berakibat pada penurunan kualitas, biasanya produk menjadi layu dan berkerut. Pada umumnya, buah dan sayur disimpan pada RH berkisar 85 sampai 95%. Selain itu, komposisi udara dalam ruangan penyimpanan juga mempunyai pengaruh terhadap umur simpan berbagai buah dan sayur.

Penyimpanan dikatakan efektif jika mampu menurunkan tingkat penyusutan dan mempertahankan mutu komoditas yang disimpan. Hal ini dapat dicapai di antaranya dengan pengendalian proses pertumbuhan yang tidak diinginkan, pengendalian laju transpirasi dan pengendalian respirasi (Pantastico, 1975). Efisiensi penyimpanan dipengaruhi oleh beberapa faktor mulai dari sebelum panen, panen dan penanganan, pra-pendinginan, kebersihan ruang penyimpanan serta aktivitas enzim-enzim yang terdapat pada komoditas (Gardjito, M., Widuri, H., Ryan, S., 2015).

Penyimpanan dapat bersifat sementara, jangka pendek atau jangka panjang. Pada usaha industri pangan, tujuan penggudangan yaitu penyediaan stok bahan mentah untuk diolah, dan penggudangan bagi pedagang bertujuan penyediaan stok komoditas yaitu menunggu saat yang tepat untuk dipasarkan. Sebelum masuk ruang gudang, produk memerlukan persiapan di antaranya perlu ada kepastian tingkat kering (kadar air) dari produk yang dapat dilakukan di laboratorium, kebersihan produk dari benda asing, sortasi produk dan pengemasan produk.

Pengemasan produk dilakukan untuk pengamanan produk, hal ini harus disesuaikan dengan daya tahan produk, tujuan penggudangan dan kepraktisan penanganan produk. Sebelum digunakan untuk menggudangkan produk, ruang gudang juga perlu disiapkan yang meliputi upaya kebersihan ruang dan perencanaan tata ruang, termasuk pola lokasi penataan dan susunan produk serta jalur tumpukan produk untuk aliran udara dalam ruang gudang, juga lorong-lorong dalam ruang gudang untuk lalu lintas barang dan pekerja (Soekarto, S. T. dan Welli, Y., 2018).

7.4 Pengaturan Komposisi Atmosfer

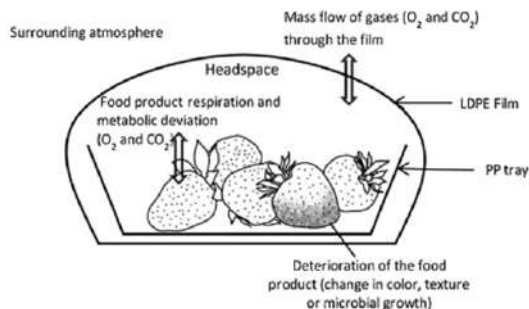
Umur simpan buah dan sayur sangat dipengaruhi oleh komposisi oksigen dan karbondioksida, karena kedua gas tersebut terlibat langsung dengan proses respirasi. Pengemasan dalam atmosfer terkendali (CAP/Controlled Atmosphere Package) dan pengemasan atmosfer termodifikasi (MAP/Modified Atmosphere Package) dapat digunakan selama rantai pasca panen yaitu saat transportasi pasca panen berlangsung, saat tahap penyimpanan dan pengudangan serta saat pengemasan.

Menurut Hariyadi, P., dan Nur, A., (2015) istilah CAP dan MAP menerangkan bahwa ke dalam sistem penyimpanan, penambahan ataupun pengurangan gas-gas (CO_2 , CO , O_2 , N_2 , $\text{CH}_2=\text{CH}_2$) telah dilakukan sehingga komposisi gas dalam ruangan penyimpanan berbeda dengan komposisi gas pada udara terbuka.

Buah dan sayur adalah makhluk hidup yang terus berespirasi setelah panen dengan mengonsumsi oksigen dari udara dan menghasilkan karbon dioksida. Setelah fase transisi, kesetimbangan gas terbentuk di sekitar produk yang komposisinya harus sedekat mungkin dengan komposisi gas yang optimal untuk mengurangi respirasi, mencegah pematangan, penuaan, dan fermentasi dengan demikian dapat meningkatkan umur simpan. Belay, Z.A., Caleb, O.J., Linus, U., (2016) menyatakan bahwa komposisi gas yang mengelilingi produk adalah hasil respirasi produk dan gas permeasi melalui suatu film.

Penyimpanan dengan atmosfer terkontrol biasanya dilakukan dengan mengurangi konsentrasi gas O_2 dan meningkatkan konsentrasi CO_2 , komposisi tersebut terkontrol dengan baik selama proses penyimpanan. Sedangkan istilah penyimpanan dengan modifikasi atmosfer biasanya dipakai apabila konsentrasi O_2 dan CO_2 dimodifikasi tetapi tidak dikontrol secara ketat selama penyimpanan.

Cara modifikasi dan pengendalian komposisi atmosfer dapat dilakukan dengan modifikasi aktif (penyerap O_2 , penyerap CO_2 , dan kontrol etilen) dan modifikasi pasif (membiarkan komoditas disimpan dalam kemasan tertutup) (Hariyadi, P., dan Nur, A., 2015). Pengaturan kedua gas tersebut dilakukan spesifik tergantung jenis komoditasnya.



Gambar 7.3: Deskripsi Sistem Pengemasan Produk Dengan Pendekatan Coupling Mass Transfer Dan Kerusakan Produk Selama Penyimpanan Melalui Model Mekanisme Biologi Dan Fisik Utama (Matar et al., 2018).

Iradiasi Pangan

Penggunaan radioaktif pada produk pangan bertujuan untuk membunuh mikroba perusak. Buah yang dipetik cukup tua (belum masak) apabila diradiasi akan terhambat pembentukan enzimnya, sehingga tidak cepat mengalami kerusakan. Selain itu, ada bawang, ubi, kentang yang diradiasi belum sempat membentuk enzim yang diperlukan untuk pertunasan, sehingga akan tertunda.



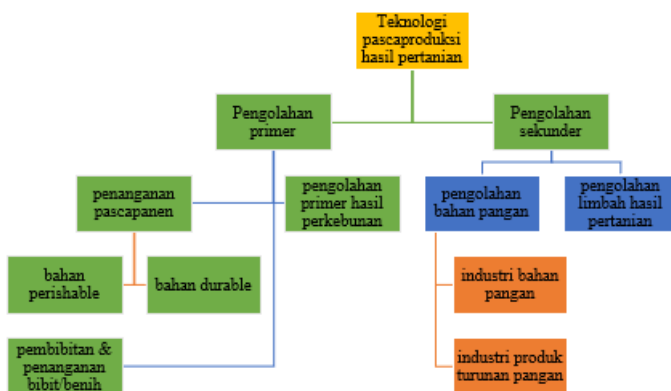
Gambar 7.4: Kualitas Biji Kering Canavalia Maritima Yang Disimpan Selama 6 Bulan Pada Ruangan Bersuhu $25\pm 2^\circ C$ Pada Perlakuan Tidak Irradiasi 0kgy, Dan Dengan Irradiasi Dosis 2, 5, 10, 15 kGy ((Supriya, Sridhar and Ganesh, 2014))

Iradiasi pangan dapat berfungsi seperti pemanasan, pendinginan, pengeringan dan pengawetan lainnya (Muchtadi, T.R., 2013). Iradiasi sinar gamma dan electron beam berpotensi sebagai alternatif upaya sterilisasi dan dekontaminasi pada produk pertanian. Menurut Al-Bachir (2015), proses iradiasi dapat memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas produk dengan menurunkan jumlah mikroba penyebab kerusakan yang sudah terbukti efektif sebagai desinfektasi pada berbagai sereal, bumbu, kacang dan buah kering.

7.5 Pengolahan Hasil Pertanian

Proses pengolahan komoditas hasil pertanian biasanya berlangsung bertingkat yaitu pengolahan setengah jadi dan pengolahan produk jadi. Proses pengolahan setengah jadi artinya proses bahan mentah hasil pertanian untuk menghasilkan produk olahan yang belum dapat langsung dikonsumsi dan masih memerlukan pengolahan lebih lanjut untuk dapat dikonsumsi.

Sedangkan pengolahan produk jadi adalah proses pengolahan bahan mentah atau produk setengah jadi menjadi produk yang langsung dapat dikonsumsi atau disebut siap saji. Ada juga yang membuat klasifikasi pengolahan hasil pertanian menjadi pengolahan primer dan pengolahan sekunder. Perlakuan dari mulai panen sampai komoditas dapat dikonsumsi “segar” atau untuk persiapan pengolahan berikutnya, umumnya perlakuan tersebut tidak mengubah bentuk penampilan disebut sebagai pengolahan primer.



Gambar 7.5: Ruang Lingkup Pengolahan Hasil Pertanian

Sedangkan pengolahan sekunder adalah tindakan atau proses yang mengubah hasil pertanian ke kondisi atau bentuk lain, dengan tujuan umur simpan dapat tahan lebih lama (pengawetan) atau mencegah perubahan yang tidak dikehendaki. Secara umum tujuan dari pengolahan hasil pertanian adalah 1) untuk mengurangi susut kuantitas dan susut kualitas komoditas hasil pertanian, 2) meningkatkan nilai tambah (ekonomi, manfaat, dan daya kapabilitas), dan serta 3) adaptasi terhadap kebutuhan dan permintaan pasar akan produk.

Dalam mengolah hasil pertanian, hal yang perlu diperhatikan adalah karakteristik yang dimiliki oleh komoditas yang biasanya bersifat spesifik baik karakteristik kimia, fisik, biologis maupun mikrobiologis, selain itu juga perlu dipertimbangkan tujuan dari tahap pengolahan hasil pertanian sehingga diperoleh unit teknik pengolahan yang tepat yang diinginkan baik oleh produsen, distributor maupun oleh konsumen sebagai pengguna langsung.

Ada banyak teknik upaya pengolahan hasil pertanian yang penggunaannya harus disesuaikan untuk kepentingan di bidang pangan, industri, pakan, kesehatan atau lainnya. Pada bahasan ini, akan diuraikan berbagai teknik pengolahan hasil pertanian khusus untuk kepentingan di bidang pangan. Teknologi pengolahan yang pertama yaitu menggunakan suhu, baik suhu rendah maupun suhu tinggi.

Penggunaan suhu untuk mengolah hasil pertanian dapat dilakukan dengan metode cooling, freezing, blanching, pasteurisasi, dan sterilisasi. Teknologi pengolahan kedua adalah penerapan teknik fisikokimia di antaranya pengeringan (drying), ekstrusi, kristalisasi, evaporasi, penggorengan, pemanggangan, dan penggunaan bahan tambahan (gula, garam, dan bahan kimia). Teknologi pengolahan hasil pertanian yang ketiga adalah dengan teknik mikrobiologis yaitu melalui fermentasi. Teknologi pengolahan lainnya seperti penggunaan tekanan, gelombang mikro dan ohmik, serta iradiasi pangan.

Bab 8

Teknologi Pengawetan Bahan Pangan

8.1 Pendahuluan

Pengawetan bahan pangan telah dikenal sejak zaman dahulu. Sekitar tahun 1745 sebelum Masehi, Nabi Yusuf 'alaihissalam telah mengajarkan kepada masyarakat pada masa tersebut sistem penyimpanan bahan pangan yang dijelaskan pada Al Qur'an Surah Yusuf ayat 47–48. Nabi Yusuf 'alaihissalam mempraktikkan cara menyimpan gandum selama 7 tahun sebagai cadangan makanan selama masa paceklik berlangsung.

Pada awal abad kedelapan belas, Nicolas Appert menemukan bahwa penerapan panas pada makanan dalam botol kaca tertutup dapat mengawetkan makanan dari kerusakan. Dia berteori bahwa, jika hal tersebut berhasil untuk anggur, mengapa tidak pada makanan? Pada sekitar tahun 1806, prinsip Appert tersebut berhasil diuji cobakan oleh Angkatan Laut Perancis pada saat berperang pada berbagai makanan termasuk daging, sayuran, buah, dan bahkan susu. Hal ini menjadi titik balik dalam sejarah pengawetan makanan (Nunmer, 2002; Joardder and Masud, 2019; Anderson, 2021).

Pengawetan bahan pangan melibatkan tindakan yang dilakukan untuk mempertahankan makanan dengan sifat yang disenangi atau sifat alaminya

selama mungkin. Prosesnya sekarang telah mengalami perkembangan yang sangat pesat, bergeser dari seni ke sains yang sangat interdisiplin. Hal ini merupakan jantung dari ilmu dan teknologi pangan dan merupakan tujuan utama dari pengolahan bahan pangan (Rahman, 2020a).

Pengawetan bahan pangan amatlah penting karena dengan pengawetan memungkinkan untuk mencegah pembusukan makanan yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dan enzim yang terdapat pada bahan pangan. Pengawetan akan memperpanjang durasi penyimpanan bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan (*perishable food*) secara aman sehingga lebih efisien karena akan tersedia sepanjang musim.

Terdapat beberapa alasan mengapa teknologi pengawetan bahan pangan sangat penting dalam industri pangan di antaranya:

1. Mengurangi pangan sisa (*food waste*) dengan menghindari kerusakan atau pembusukan makanan sehingga akan meningkatkan pasokan pangan.
2. Memungkinkan tersedianya pangan musiman sepanjang tahun. Misalnya, mangga, durian, rambutan, dan sebagainya.
3. Meningkatkan variasi sajian pangan.
4. Lebih efisien
Hemat waktu dan energi dengan mengurangi jumlah waktu dan energi yang dibutuhkan untuk menyiapkan makanan karena sebagiannya telah diolah.
5. Harga pangan akan lebih stabil, karena kesenjangan penawaran-permintaan akan berkurang.
6. Memperbaiki gizi penduduk
Makanan yang diawetkan membantu konsumen menambah beragam nilai gizi pada makanan mereka sehingga membantu mengurangi kekurangan nutrisi.
7. Pengawetan juga memudahkan transportasi bahan pangan (Mukhopadhyay et al., 2017; Landers, 2021).

Terdapat tiga prinsip utama agar pengawetan pangan dapat tercapai di antaranya adalah (Mukhopadhyay et al., 2017; Landers, 2021; Rajak, 2022):

1. Pengendalian mikroorganisme

Kontaminasi mikrobial dapat menyebabkan perubahan yang membuat makanan tidak layak untuk dikonsumsi. Sumber utama pencemaran adalah air irigasi, udara, tanah, hewan, pakan, dan peralatan pengolahan pangan. Beberapa hal yang dapat ditempuh dalam rangka melakukan pengendalian mikroorganisme adalah:

- a. menghindari invasi mikroorganisme, misalnya melalui penerapan prosedur aseptik;
- b. menghilangkan mikrobial, misalnya dengan metode filtrasi;
- c. menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme, misalnya melalui metode pembekuan, pendinginan, pengeringan, penyimpanan pada kondisi anaerob, dan pemberian bahan kimia atau obat-obatan;
- d. menggunakan panas atau iradiasi untuk membunuh mikroorganisme.

2. Pengendalian enzim

Enzim memainkan peran penting dalam jaringan hidup bahan pangan. Akan tetapi, enzim dapat mengkatalisis reaksi biokimia penyebab pembusukan yang terjadi setelah panen pada bahan pangan nabati maupun penyembelihan pada bahan pangan hewani. Hal-hal yang dapat ditempuh dalam mengendalikan aktivitas enzim penyebab pembusukan adalah:

- a. merusak atau menginaktivasi enzim endogenus yang secara alami terdapat di dalam bahan pangan, misalnya melalui teknik blansir;
- b. pencegahan atau penundaan proses biokimia, seperti pencegahan reaksi oksidasi dengan menggunakan antioksidan.

3. Pengendalian serangga, tikus, burung, dan penyebab kerusakan fisik lainnya

Kehadiran serangga, hewan pengerat, burung, beserta dengan kotorannya dapat menyebabkan hilangnya nilai gizi makanan, menyebabkan pembusukan makanan dan menciptakan rasa tidak

enak. Hal ini tentunya membuat makanan tidak dapat dijual sehingga menyebabkan kerugian ekonomi yang cukup besar. Terdapat dua prinsip dasar pengendalian terhadap gangguan ini, di antaranya:

- a. menggunakan pestisida yang tepat untuk mencegah serangga atau hewan merusak makanan;
- b. menyimpan makanan dalam wadah yang kering dan kedap udara untuk melindunginya dari serangga dan hewan pengganggu.

Sejarah Pengawetan Bahan Pangan

Pengawetan bahan pangan telah dikenal sejak awal sejarah manusia, di mana mereka menggunakan bahan pengawet yang ditemukan di alam dan dilakukan secara turun temurun. Pengembangan pemikiran manusia telah melahirkan inovasi dan menemukan sistem pengawetan pangan yang berbeda sepanjang sejarah.

Sebagian besar teknik pengawetan yang dilakukan oleh manusia zaman dahulu didasarkan pada pengalaman sehari-hari. Mereka memanfaatkan dingin dan panas lingkungan untuk mengawetkan bahan pangan. Pengawetan makanan memungkinkan mereka untuk menetap dan bertahan hidup serta membentuk komunitas di suatu tempat dalam jangka waktu yang lama. Mereka tidak lagi harus mengonsumsi makanan segar setiap hari, melainkan mereka dapat menyimpannya untuk dikonsumsi di lain waktu. Setiap budaya melestarikan sumber pangan lokal mereka menggunakan metode dasar pengawetan makanan yang sama (Nummer, 2002; Joardder and Masud, 2019).



Gambar 8.1: Ringkasan Sejarah Teknik Pengawetan Pangan (Joardder and Masud, 2019)

Tidak terjadi peningkatan yang signifikan dalam metode pengawetan pangan yang dilakukan selama ribuan tahun. Alasannya beragam dan kompleks. Tidak adanya inovasi pengawetan pangan tersebut kemungkinan besar disebabkan

karena adanya kendala dalam ”perekaman jejak” inovasi, di mana tidak adanya bentuk tulisan yang terorganisir terkait penemuan tersebut.

Hal ini menyebabkan teknik sistem pengawetan pangan di zaman prasejarah, sebelum kira-kira 4000 SM, hilang dalam sejarah di sebagian besar kasus. Kemudian pada abad ke-19, terobosan besar dalam pengawetan makanan telah dimulai. Prinsip pengalengan bahan pangan Appert (menggunakan botol tersegel) berhasil diterapkan untuk menyuplai makanan pada masa perang yang kemudian menjadi dasar pengalengan bahan pangan menggunakan bahan dasar kaleng.

Lima puluh tahun setelah penemuan Nicolas Appert, terobosan lain telah berkembang. Orang Prancis lainnya, bernama Louis Pasteur, mencatat hubungan antara mikroorganisme dan pembusukan makanan. Terobosan ini meningkatkan keandalan proses pengalengan makanan. Seiring berlalunya waktu, teknik pengawetan pangan yang baru akan datang dan berlalu, membuka pintu baru untuk penelitian lebih lanjut. Ringkasan sejarah teknik pengawetan pangan tersaji pada Gambar 9.1 (Nunmer, 2002; Joardder and Masud, 2019; Anderson, 2021).

Penyebab Kerusakan Bahan Pangan

Pembusukan makanan merupakan suatu proses yang menyebabkan produk menjadi tidak diinginkan atau tidak dapat dikonsumsi oleh manusia akibat terjadinya perubahan karakteristik sensori produk, bahkan saat terjadi kerusakan makanan dapat pula menyebabkan terjadinya keracunan jika dikonsumsi. Efek mekanis, fisik, kimia, dan mikrobial merupakan penyebab utama kerusakan dan pembusukan tersebut.

Pembusukan mikrobial sering disebabkan oleh pertumbuhan dan/atau metabolisme bakteri pembusuk, ragi atau kapang. Empat sumber kontaminan mikrobial adalah tanah, air, udara, dan hewan (serangga, tikus, dan manusia) yang dapat menjadi vektor bagi mikroorganisme pembusuk (Tabel 9.1) (Blackburn, 2006; Rawat, 2015; Rahman, 2020a).

Tabel 8.1: Mikroorganisme Penyebab Pembusukan Pangan (Rahman, 2020a)

Mikroorganisme	Serangga dan Tungau	Pengerat
a. Jamur: kapang dan khamir	a. Secara langsung dengan memakan (infestasi)	a. Secara langsung dengan memakan bahan pangan
b. Bakteri	b. Secara tidak langsung dengan menyebarkan penyakit (lalat buah, lalat rumah)	b. Secara tidak langsung dengan menyebarkan penyakit
c. Bakteriofag		
d. Protozoa		

Reaksi kimia yang menyebabkan perubahan sensori pada makanan, dimediasi oleh berbagai mikrobia yang menggunakan makanan sebagai sumber karbon dan energi. Beberapa mikrobia umumnya ditemukan di banyak jenis makanan basi sementara yang lain lebih selektif dalam memilih sumber makanan yang dikonsumsi.

Beberapa spesies sering diidentifikasi pada sebuah makanan busuk, tetapi kemungkinan terdapat satu spesies yang paling bertanggung jawab terhadap produksi senyawa penyebab bau (off-odor) dan rasa tidak enak (off-flavor). Selama proses pembusukan makanan, seringkali terdapat sejumlah populasi yang berbeda yang semakin banyak atau berkurang karena nutrisi yang tersedia berbeda atau habis. Beberapa mikrobia, seperti bakteri asam laktat dan kapang, mengeluarkan senyawa yang menghambat pertumbuhan pesaingnya (Rawat, 2015).

Kerusakan kimiawi dapat disebabkan oleh enzim yang bukan berasal dari mikrobia, oksidasi, atau pencoklatan non-ensimatik. Banyak reaksi enzimatik menyebabkan penurunan kualitas bahan pangan, misalnya buah potong cenderung mengalami pencoklatan dengan cepat pada suhu kamar oleh adanya reaksi enzim fenolase dengan komponen-komponen sel yang dilepaskan dengan adanya oksigen.

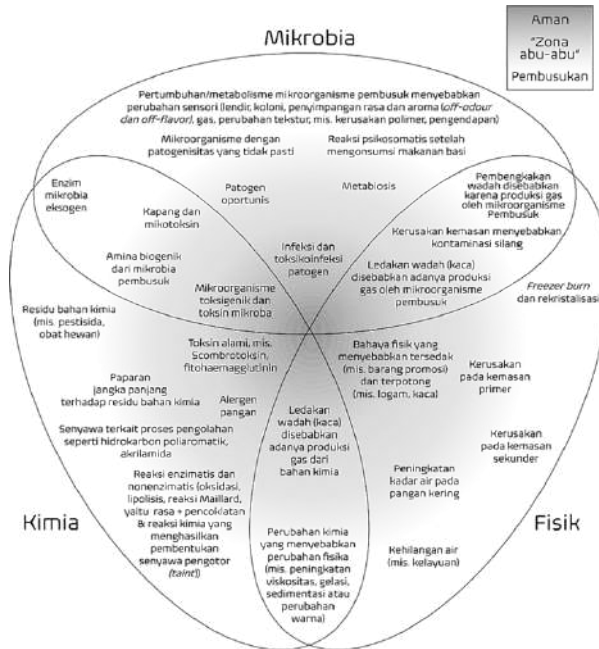
Enzim-enzim seperti lipoxygenase, jika tidak didenaturasi melalui proses blansir, maka dapat memengaruhi kualitas pangan, yang bahkan dapat berlangsung pada suhu di bawah titik beku. Selain suhu, faktor lingkungan lain seperti pH, oksigen, dan kandungan air, juga dapat memicu terjadinya kerusakan pada bahan pangan yang dikatalisasi oleh enzim.

Keberadaan asam lemak tak jenuh dalam bahan pangan merupakan faktor utama pembentukan ketengikan selama penyimpanan dengan adanya oksigen. Interaksi dengan oksigen secara langsung dengan bahan pangan memicu peningkatan laju oksidasi. Demikian pula dengan keberadaan air, oksidasi lipid akan berlangsung cepat meskipun pada aktivitas air yang sangat rendah.

Beberapa reaksi kimia juga dapat diinduksi oleh adanya cahaya, seperti hilangnya vitamin dan pencoklatan daging. Paparan cahaya bahan pangan telah terbukti dapat memicu terjadinya oksidasi lipid serta degradasi antioksidan dan pigmen pada bahan pangan selama penyimpanan (Blackburn, 2006; Aminzare et al., 2019; Rahman, 2020a; Harrysson et al., 2021; Zareie, Abbasi and Faghieh, 2021).

Kerusakan fisik dapat dipicu oleh hilangnya sebagian besar air, peningkatan kadar air pada makanan kering, kerusakan freezer (freezer burn), dan rekristalisasi makanan beku. Kerusakan mekanis bahan pangan dapat disebabkan oleh kesalahan penanganan pada saat pemanenan, pengolahan, dan pendistribusian, yang akan mengakibatkan berkurangnya umur simpan bahan pangan. Memar buah dan sayuran selama panen dan penanganan pascapanen memicu perkembangan pembusukan. Remuknya makanan ringan kering selama distribusi sangat memengaruhi kualitasnya.

Selain itu, ketika disimpan dalam kondisi kelembaban tinggi dapat menyebabkan penyerapan air oleh bahan pangan sehingga menjadi melemem. Kerusakan fisik pada sayuran umbi dan daun dapat disebabkan karena penyimpanan pada atmosfer dengan kelembaban yang rendah yang menyebabkan kelayuan. Kerusakan mekanis sangat kondusif untuk proses pembusukan. Kerusakan mekanis yang disebabkan oleh adanya benturan, tindihan, gesekan, atau goresan dapat menyebabkan memar dan luka yang akan memicu penyebab kerusakan mikrobia dan kimia lebih lanjut.



Gambar 8.2: Kesenambungan Potensi Bahaya Yang Berhubungan Dengan Makanan Dan Konsekuensinya Bagi Konsumen (Blackburn, 2006)

Dalam kasus makanan beku, fluktuasi suhu sering menyebabkan kerusakan, di antaranya adalah rekristalisasi es krim, buah, atau sayuran beku yang mengarah ke tekstur berpasir yang tidak diinginkan. Kerusakan freezer (Freezer burn) merupakan cacat kualitas utama pada makanan beku yang disebabkan oleh paparan makanan beku pada suhu yang berfluktuasi, di mana fluktuasi ini menyebabkan perubahan fase pencairan dan pembekuan kembali. Demikian pula dengan perubahan fase yang melibatkan pelelehan dan pematatan lemak pada produk permen atau produk konfeksioneri lainnya yang mengandung lemak.

Namun demikian, kerusakan dan/atau manifestasi pembusukan dapat pula disebabkan oleh kombinasi berbagai sumber bahaya tersebut, misalnya terjadinya kerusakan fisik pada produk atau wadahnya yang disebabkan oleh reaksi kimia atau pertumbuhan dan metabolisme mikrobia. Dapat pula sebaliknya, kerusakan fisik memicu kerusakan akibat metabolisme mikrobia dan reaksi kimia, seperti yang dijelaskan pada pembahasan sebelumnya. Kaitan dari kerusakan fisik, kimia, dan mikrobia lebih jelasnya tersaji pada Gambar 8.2 (Blackburn, 2006; Rahman, 2020a).

8.2 Metode Pengawetan Pangan

Metode yang umum dipraktikkan dan diterapkan selama pembuatan produk makanan senantiasa melibatkan beberapa langkah pengawetan, yang biasanya terdiri dari perlakuan panas dan/atau pemberian bahan pengawet. Sifat dasar dan tingkat perlakuan bervariasi, tergantung dari sifat dasar dari bahan pangannya (Mandal et al., 2018).

Terdapat beberapa pengklasifikasian teknik pengawetan pangan secara umum. Mukhopadhyay et al. (2017) mengklasifikasikan teknik pengawetan pangan menjadi dua, yakni:

1. proses termal, dan;
2. proses non termal.

Berdasarkan cara kerjanya, teknik pengawetan pangan secara umum juga dapat dikategorikan menjadi tiga metode utama (Klasifikasi Gould), yakni:

1. memperlambat atau menghambat kerusakan kimia dan pertumbuhan mikrobia;

2. menonaktifkan bakteri, ragi, kapang, atau enzim secara langsung, dan
3. menghindari kontaminasi silang sebelum, saat, dan setelah proses pengolahan.

Sementara Rahman (2020a) mengklasifikasi berdasarkan empat kategori, yakni:

1. pengawetan menggunakan bahan kimia dan mikrobia;
2. pengawetan melalui pengendalian kadar air, struktur bahan, dan atmosfer;
3. pengawetan menggunakan panas dan energi, dan;
4. pengawetan melalui pendekatan tidak langsung.

Teknik pengawetan sangat banyak dan umumnya berbeda-beda dari satu produk pangan atau kelas pangan dengan makanan lainnya. Pada praktiknya, kombinasi teknik terkadang lebih disukai untuk mencapai pengawetan yang diinginkan tanpa merusak keamanan atau integritas produk pangan. Hurdle technology banyak diterapkan pada industri pangan yang didasarkan pada prinsip pengawetan bahan pangan.

Maksud dari "hurdle (rintangan/penghambatan)" di sini adalah teknik atau metode yang dapat diterapkan dalam menghambat kerusakan bahan pangan oleh penyebab kerusakan atau pembusukan bahan pangan. Teknologi ini didasarkan pada prinsip bahwa dengan menggunakan beberapa perlakuan yang "ringan" dalam mengawetkan bahan pangan lebih baik dalam mempertahankan kualitas gizi dan atribut sensori yang tinggi dibandingkan dengan menggunakan satu perlakuan yang "berat".

Kombinasi yang tepat dari "hurdle" dapat menghilangkan atau mengendalikan bakteri, memperpanjang umur simpan sambil mempertahankan gizi dan atribut sensori dari produk pangan. Intensitas setiap penghambat dapat disesuaikan secara individual yang didasarkan pada patogen target dan tuntutan atribut sensori produk. Hurdle technology banyak digunakan dalam industri pangan, seperti produksi sosis terfermentasi, produk daging curing, dan sebagainya (Msagati, 2013; Mandal et al., 2018).

8.3 Pengawetan Menggunakan Bahan Kimia dan Mikrobial

8.3.1 Fermentasi Sebagai Metode Pengawetan Pangan

Istilah "fermentasi" berasal dari bahasa Latin "fervere" yang berarti "mendidih" yang menggambarkan penampakan aktivitas khamir pada ekstrak buah atau biji gandum yang terendam (malt), sebagai hasil produksi gelembung karbon dioksida akibat katabolisme anaerobik gula pada ekstrak tersebut. Proses fermentasi dapat digambarkan sebagai suatu proses yang melibatkan mikroorganisme dalam mengubah sebuah substrat menjadi produk.

Perubahan substrat terdiri dari perubahan sensori (aroma dan rasa, warna, tekstur, dan sebagainya) dan/atau sifat fungsional (manfaat kesehatan). Konversi atau biotransformasi melalui aksi sel hewan dan tumbuhan secara *in vitro* juga dianggap sebagai proses fermentasi. Karena variasi substrat, mikroorganisme, serta produk yang sangat bervariasi, proses dan teknik fermentasi dapat sangat beragam pula.

Contoh berbagai jenis produk yang dihasilkan dari proses fermentasi meliputi, teh, coklat, kopi, roti, keju, anggur, bir, enzim untuk pembuatan obat dan untuk kepentingan industri, asam amino, antibiotik, kecap, kompos, biopolimer, bioplastik, minyak dari mikrobial (single-cell oils), perisa, pewarna, bahan kimia khusus, protein terapi, vaksin, dan berbagai produk lainnya. Berbagai produk pangan hasil fermentasi yang umum dibuat tersaji pada Tabel 9.2 (Chisti, 2010; Stanbury, Whitaker and Hall, 2017; Guizani, Bulushi and Mothershaw, 2020).

Fermentasi dimulai dengan menginokulasi substrat menggunakan mikroorganisme yang diinginkan. Substrat yang diinokulasi disimpan dalam kondisi lingkungan yang mendukung konversinya menjadi produk yang diinginkan. Produk mentah hasil fermentasi dapat digunakan secara langsung, atau dapat pula diproses lebih lanjut untuk mengisolasi molekul tertentu yang terdapat di dalamnya.

Berbagai kelompok mikroorganisme sering digunakan dalam proses fermentasi pangan, kelompok mikrobial yang umum digunakan adalah bakteri asam laktat (menghasilkan asam laktat), bakteri asam asetat (menghasilkan asam asetat), khamir (menghasilkan alkohol dan karbon dioksida), dan kapang

(menghasilkan enzim) (Chisti, 2010; Guizani, Bulushi and Mothershaw, 2020).

Dalam banyak kasus, pentingnya proses fermentasi untuk pengawetan makanan telah menurun karena teknik pengawetan baru telah dikembangkan. Namun fermentasi tetap efektif untuk memperpanjang umur simpan makanan dan sering kali dapat dilakukan menggunakan peralatan dasar dan relatif murah.

Oleh karena itu, metode ini tetap menjadi metode yang sangat tepat untuk negara berkembang dan masyarakat pedesaan dengan fasilitas yang terbatas. Selain itu, ketidaktergantungan proses fermentasi pada penggunaan bahan tambahan pangan sintetis, membuatnya menarik bagi pasar konsumen yang “more aware” (Guizani, Bulushi and Mothershaw, 2020).

Tabel 8.2: Beberapa Contoh Produk Fermentasi Beserta Jenis Mikroorganisme yang Terlibat di Dalamnya

Produk Fermentasi	Bahan Baku	Inokulum/ Mikroorganisme Kunci
a. Wine ^a	a. Anggur	a. Khamir
b. Bir ^a	b. Barley	b. Khamir
c. Sider ^a	c. Apel	c. Khamir
d. Sake ^a	d. Beras	d. Kapang
e. Roti ^a	e. Gandum	e. Khamir
f. Yogurt ^a	f. Susu	f. Bakteri asam laktat (BAL)
g. Keju ^a	g. Susu	g. BAL
h. Dangke ^b	h. Susu	h. BAL
i. Mentega susu ^a	i. Susu	i. BAL
j. Kefir ^a	j. Susu	j. BAL + khamir
k. Cuka ^a	k. Anggur	k. Khamir diikuti oleh <i>Acetobacter</i> + <i>Gluconobacter</i>
l. Tempe ^a	l. Kedelai	l. Kapang
m. Tape ^c	m. Beras ketan dan singkong	m. Kapang + khamir
n. Kecap ^a	n. Kedelai	n. Kapang + BAL + khamir
o. Acar ^a	o. Mentimun, sitrun, dll.	o. BAL + khamir
p. Sauerkraut ^a	p. Kubis	p. BAL
q. Kimchi ^d	q. Sawi Putih dan lobak	q. BAL
r. Sosis fermentasi ^a	r. Daging	r. BAL + kapang
s. Terasi ^e	s. Udang	s. BAL
t. Pedah dan Bekasam ^f	t. Ikan	t. BAL

Sumber: a. (Guizani, Bulushi and Mothershaw, 2020), b. (Malaka et al., 2021), c. (David Owens, 2015), d. (Park et al., 2019), e. (Helmi et al., 2022), f. (Narzary et al., 2021)

Fermentasi menggunakan kombinasi dari tiga prinsip pengawetan bahan pangan yakni, minimalkan tingkat kontaminasi mikrobial, terutama dari sumber kontaminan "berisiko tinggi", menghambat pertumbuhan mikroflora pencemar, dan membunuh mikroorganisme pencemar. Fermentasi tidak diperuntukkan untuk mensterilkan produk mentah dengan tingkat cemaran yang tinggi (kualitas rendah), melainkan harus menggunakan substrat yang berkualitas tinggi.

Mikroorganisme dapat meningkatkan daya saingnya dengan mengubah lingkungan sekitar sehingga dapat menghambat atau bahkan mematikan organisme lain sekaligus merangsang pertumbuhannya sendiri. Seleksi ini merupakan mekanisme dasar teknik pengawetan melalui proses fermentasi. Mekanisme pengawetan selanjutnya adalah dengan mencegah atau mengurangi pertumbuhan mikrobial pembusuk dengan menyekresikan bahan kimia.

Misalnya, bakteri asam laktat (BAL) tertentu seperti *L. plantarum*, *L. casei subs casei*, dan *Pediococcus pentosaceus*, terbukti dapat menekan tingkat produksi zat reaktif asam thiobarbituric (TBARS) karena kemampuannya sebagai antioksidan, serta menekan produksi total volatile base nitrogen (TVB-N), dan trimetilamina (TMA) karena kemampuan BAL dalam menghasilkan produk metabolit yang memiliki efek pengawetan dan aktivitasnya sebagai antimikroba (bakteriosin) (Guizani, Bulushi and Mothershaw, 2020).

8.3.2 Antimikrobia Alami Sebagai Bahan Pengawet

Pembusukan dan keracunan makanan oleh mikroorganisme merupakan masalah yang belum dapat dikendalikan secara memadai meskipun tersedia berbagai teknik pengawetan yang "kuat" (robust preservation technique), misalnya, pembekuan, sterilisasi, pengeringan, pemberian bahan tambahan pangan (BTP).

Faktanya, produsen semakin mengandalkan teknik pengawetan yang lebih "ringan" untuk memenuhi permintaan konsumen akan makanan dengan tampilan yang lebih natural dengan kandungan gizi yang tinggi dibandingkan dengan hasil dari teknik pengawetan "kuat". Untuk memenuhi tuntutan konsumen, produsen makanan mencari alternatif baru yang lebih alami yang dapat menjamin keamanan produk mereka selama rantai distribusi (Smid and Gorris, 2020).

Pengawet kimia, seperti sorbat dan benzoat, telah lama digunakan sebagai pengawet yang dapat diandalkan untuk mengendalikan sejumlah bahaya mikrobial. Namun, senyawa tersebut tidak memenuhi konsep makanan "alami" dan "sehat" yang disukai konsumen. Reaksi negatif terhadap pengawet kimia di masyarakat sangat meningkat, meskipun faktanya senyawa tersebut masih sangat diperlukan dalam pengolahan pangan.

Pencarian alternatif bahan alami sebagai bahan kimia merupakan hal yang logis, karena pada dasarnya alam telah lama berperan dalam menyediakan sumber senyawa antimikroba yang sangat melimpah, banyak di antaranya berperan sebagai sistem pertahanan atau kompetisi alami makhluk hidup (mulai dari mikroorganisme hingga serangga, hewan, dan tumbuhan). Rempah dan herbal dikenal mampu menghambat bakteri, ragi, dan jamur, dan secara tradisional digunakan secara luas dalam pengawetan bahan pangan serta pengobatan, di mana penggunaan bahan aktifnya lebih efektif dibandingkan hanya menggunakan ekstraknya.

Terkait pengembangan antimikroba alami dari tanaman (secara kolektif disebut "green chemicals") sebagai bahan pengawet, penelitian sekarang difokuskan pada potensi penggunaan fitoaleksin, asam organik, dan fenol. Selain itu, hasil yang menjanjikan juga telah dilaporkan terhadap minyak atsiri yang diekstrak dari tanaman herbal. Minyak atsiri tersebut terdiri dari campuran ester, aldehida, keton, dan terpen dengan spektrum aktivitas antimikroba yang cukup luas. Dasar toksikologi dari banyak tanaman herbal dan rempah-rempah serta komponen aktifnya telah dipelajari, dan seringkali dikenal sebagai food grade atau bahkan GRAS (generally recognized as safe) (Smid and Gorris, 2020).

Beberapa bahan alami yang biasa diterapkan di bidang pangan di antaranya adalah monoterpen dan aldehida volatil yang merupakan komponen dari minyak atsiri. Senyawa ini terbukti dapat digunakan sebagai bahan pengawet pangan alami yang meninggalkan residu kimia dalam bahan pangan dalam jumlah yang dapat diabaikan.

Carvone yang merupakan monoterpen dalam minyak atsiri dari beberapa spesies tanaman, yakni *Mentha spp.*, *Origanum spp.*, *Rosmarinus spp.*, *Thymus spp.*, dan sebagainya, telah diteliti memiliki efek anti jamur yang kuat terhadap berbagai strain jamur (*Candida spp.*), jamur mikotoksigenik (*Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.*, dan *Penicillium spp.*), dan dermatofit (*Trichophyton spp.*, *Epidermophyton floccosum*, dan *Microsporum spp.*).

Senyawa ini yang telah dimanfaatkan untuk melindungi umbi kentang selama masa penyimpanan. Selain itu carvone juga terbukti memiliki efek anti bakteri terhadap beberapa strain bakteri, di antaranya *Escherichia coli*, *S. aureus*, *Streptococcus faecalis*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Penerapan senyawa carvon sebagai anti bakteri banyak diterapkan dalam bentuk biofilm.

Selain carvon senyawa volatil yang biasa digunakan sebagai bahan pengawet alami adalah cinnamaldehyde yang merupakan komponen utama dalam minyak atsiri kayu manis. Senyawa ini menunjukkan aktivitas anti jamur yang kuat terhadap beberapa jamur yang berhubungan dengan makanan seperti *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Aspergillus sp.* Telah diteliti bahwa cinnamaldehyde dapat menghambat pertumbuhan *A. niger* HY2 yang diisolasi dari padi berjamur. Contoh penggunaan cinnamaldehyde dalam pengawetan makanan adalah potensi penggunaannya sebagai desinfektan yang diterapkan pada permukaan tomat (Smid and Gorris, 2020; Bouyahya et al., 2021; Niu et al., 2022).

Selain tumbuhan, sehubungan dengan adanya aktivitas anti mikrobial alami pada bakteri, menyebabkan mereka juga biasa dipraktikkan dalam pengawetan bahan pangan, yang dikenal sebagai biopreservatif. Salah satu golongan bakteri yang telah menjadi bagian dari tradisi yang panjang di bidang fermentasi pangan adalah BAL. Jenis bakteri ini dapat memproduksi bakteriosin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk.

Secara umum, cara kerja bakteriosin meliputi penghambatan sintesis protein dan penghentian sintesis DNA dan RNA pada bakteri target/patogen. Sejauh ini, hasil penelitian beberapa bakteriosin yang dapat diproduksi oleh BAL di antaranya adalah nisin, sakacin, pediocin, carnocins. Dalam beberapa tahun terakhir, terdapat beberapa penelitian tentang penggunaan BAL dalam aplikasinya pada pengolahan makanan.

Dalam hal ini, BAL bertindak sebagai kultur pelindung dan harus memengaruhi patogen atau mikroorganisme pembusuk tanpa menyebabkan dampak negatif pada sifat sensori atau organoleptik produk pangan. Penggunaan BAL sebagai kultur pelindung telah banyak diterapkan pada berbagai produk pangan, di antaranya produk daging, ikan dan hasil laut lainnya, produk turunan susu (terutama pada proses pengolahan keju), serta sayuran (diterapkan pada minimally processed foods, di antaranya salad dan sayuran fermentasi) dan buah-buahan (memiliki efek anti jamur patogen)

(Ghanbari et al., 2013; Smid and Gorris, 2020; Barcenilla et al., 2022; Nasrollahzadeh et al., 2022; Shi and Maktabdar, 2022).

8.3.3 Antioksidan Sebagai Bahan Pengawet

Banyak reaksi kimia yang berlangsung selama proses penyimpanan bahan pangan yang memengaruhi kualitas sensori dan/atau nilai gizi bahan pangan tersebut. Reaksi kimia utama yang menarik dari sudut pandang ini di antaranya adalah fermentasi, Maillard, dan reaksi oksidasi lipida. Reaksi oksidasi lipid pada bahan pangan dapat menyebabkan ketengikan (rancidity) pada bahan pangan, terutama yang mengandung minyak dan lemak dalam kadar yang tinggi.

Ketengikan digunakan sebagai istilah kolektif untuk menggambarkan atribut sensori yang tidak dapat diterima dalam makanan yang dihasilkan dari reaksi oksidasi lipid. Ketengikan dapat mencakup beberapa jenis reaksi, akan tetapi kerusakan akibat perubahan komponen lipid dianggap sebagai ciri utama ketengikan. Perubahan oksidatif dapat menghasilkan flavor tidak sedap, merusak komponen gizi, dan bahkan dapat menghasilkan senyawa beracun yang menyebabkan kerugian bagi produsen dan konsumen.

Asam lemak tak jenuh merupakan sumber potensial off-flavor oksidatif pada produk berlemak dan memiliki kontribusi yang signifikan terhadap umur simpan banyak produk, di antaranya, minyak pangan, mentega, margarin, susu bubuk, dan sebagainya. Ketengikan dapat dikendalikan dengan menurunkan suhu penyimpanan, ketersediaan/kontak dengan oksigen, dan derajat ketidakjenuhan fraksi lipid. Bila penerapan metode tersebut di atas tidak memungkinkan atau memuaskan, cara terbaik untuk mengendalikan ketengikan adalah dengan penambahan antioksidan (Thorat et al., 2013; Kamal-Eldin and Pokorny, 2020).

Tabel 8.3: Beberapa Antioksidan yang Diizinkan Penggunaannya Pada Bahan Pangan (Thorat et al., 2013; Kamal-Eldin and Pokorny, 2020)

Antioksidan	Abreviasi	ADI (mg/kg bb)*
a. Propil galat	a. PG	a. 0-2,5
b. Hidroksianisol terbutilasi (E320)	b. BHA	b. 0-0,5
c. Hidroksitoluena terbutilasi (E321)	c. BHT	c. 0-0,3
d. Tersier-butylhydroquinone	d. TBHQ	d. 0-0,2
e. Tokoferol	e. TOH	e. 0.15-2
f. Gum guaiac	f. GG	f. 0-2,5
g. Bhoxyquin	g. -	g. 0-0,08
h. Fosfat	h. PO ₄	h. 0-70

i. Asam etilendiamintetraasetat	i. EDTA	i. 2,5
j. Asam tartarat	j. TART	j. 0-30
k. Asam sitrat**	k. CA	k. Tidak terbatas
l. Lesitin	l. Lec	l. Tidak terbatas
m. Asam askorbat**	m. AA	m. Tidak terbatas
n. Sulfit (sebagai belerang dioksida)**	n. SO ₂	n. 0-0,7
o. Ascorbyl stearate atau ascorbyl palmitate (atau total keduanya)	o. As-P	o. 0-1,25

*ADI: asupan harian yang dapat diterima; bb: berat badan.

**Digunakan pula sebagai pencegah reaksi pencoklatan enzimatis pada bahan pangan yang disebabkan karena oksigen (Ioannou and Ghoul, 2013; Muhammad, Syah and Xyzquolyna, 2021)

Penghambatan oksidasi lipid oleh antioksidan tidak hanya bergantung pada strukturnya tetapi juga pada banyak faktor lain, seperti komposisi fraksi lipid, adanya inhibitor atau pemicu oksidasi lainnya, komponen nonlipid tertentu, air, mikrostruktur bahan pangan, suhu, dan kemasan. Oleh karena itu, diperlukan pengujian yang seksama untuk mengetahui dan memverifikasi faktor tersebut terhadap komposisi bahan pangan tertentu, kondisi pengolahan, serta penyimpanannya.

Beberapa antioksidan sintetis telah terbukti efektif, tetapi penggunaannya terbatas pada beberapa bahan, yang telah melewati uji yang kompleks dan mahal untuk membuktikan keamanannya. Penambahan antioksidan sintetis pada makanan biasanya dibatasi hingga 0,02% dari berat lemak. Jenis antioksidan sintetis yang diizinkan berbeda di berbagai negara. Beberapa contoh antioksidan yang biasa digunakan beserta jumlah asupan harian yang diizinkan disajikan pada Tabel 9.3. (Kamal-Eldin and Pokorny, 2020).

Beberapa bahan alami yang digunakan sebagai antioksidan umumnya dianggap aman (GRAS) di mana penggunaannya tidak dibatasi oleh undang-undang. Antioksidan ini banyak terdapat pada buah dan sayuran, di antaranya, tokoferol, fosfolipid, *flavonols*, *hydroxy-cinnamate*, *carotenoids*, *anthocyanins*, dan sebagainya (Thorat et al., 2013).

Beberapa bahan pangan umum, seperti rempah-rempah, juga tidak terikat pada batasan hukum karena dianggap sebagai bahan pendukung atau pewarna. Saat ini, ada kecenderungan untuk menghindari "kehilangan khasiat" antioksidan dengan mengurangi konsentrasinya dalam bahan pangan. Secara teoritis, sangat memungkinkan untuk membuat suatu produk pangan yang stabil terhadap kerusakan oksidatif tanpa tambahan antioksidan.

Cara termudah adalah melalui memodifikasi resep produk dengan menambahkan bahan yang kaya akan antioksidan alami dan menghindarkan dari bahan yang kaya akan lipid. Teknologi baru seperti enkapsulasi asam lemak tak jenuh bersama dengan antioksidan, dengan tujuan mempermudah distribusi, telah dikembangkan (subbab 9.6.3), misalnya pada susu formula. Pada metode ini, hal mendasar yang harus dilakukan adalah mengeleminasi minyak bebas pada permukaan, yang jika tidak dilakukan maka akan menyebar pada permukaan mikrokapsul dan menyebabkan ketengikan pada bagian dalam bahan (Kamal-Eldin and Pokorny, 2020).

8.4 Pengawetan Melalui Pengendalian Kadar Air dan Struktur Bahan

8.4.1 Metode Pengeringan Dalam Pengawetan Pangan

Pengawetan makanan dengan pengeringan adalah metode tertua yang paling umum digunakan oleh masyarakat dan industri pengolahan makanan. Dehidrasi pangan (dehydrated food) adalah salah satu pencapaian terpenting dalam sejarah manusia, membuat kita tidak terlalu bergantung pada suplai makanan harian, bahkan pada saat kondisi lingkungan yang kurang mendukung.

Pengeringan sejak zaman dahulu dilakukan di bawah sinar matahari, dan sekarang telah ditemukan berbagai jenis peralatan dan metode canggih yang digunakan untuk mengeringkan bahan pangan. Penemuan peralatan dan metode tersebut diperoleh dari upaya dalam memahami beberapa perubahan kimia dan biokimia yang terjadi selama dehidrasi bahan pangan dan dalam pengembangan metode pencegahan kehilangan kualitas gizi pangan yang tidak diinginkan (Ahmed et al., 2013; Rahman and Perera, 2020).

Makanan dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar berdasarkan nilai tambahnya melalui pengolahan dengan metode pengeringan. (i) Untuk produk sereal, kacang-kacangan, dan tanaman umbi-umbian, nilai tambahnya sangat sedikit, dari per kilogram bahan yang diolah, (ii) kemudian nilai tambah untuk produk sayuran, buah-buahan, daging, dan ikan, jauh lebih besar, dan (iii) yang

paling bernilai tinggi adalah dari golongan rempah-rempah, herbal, tanaman obat, bahan bioaktif, dan enzim (Rahman and Perera, 2020).

Proses pengeringan dapat diklasifikasikan secara luas, berdasarkan metode penghilangan air yang diterapkan, seperti (i) pengeringan termal, (ii) dehidrasi osmotik, dan (iii) pengeringan mekanis. Pengeringan termal adalah salah satu metode pengeringan makanan yang paling banyak digunakan. Dalam proses ini, panas terutama digunakan untuk menghilangkan air dari makanan. Dalam pengeringan termal, media, baik berupa gas atau penghilang air digunakan untuk menghilangkan air dari bahan; sehingga pengeringan termal dapat dibagi menjadi tiga jenis: (i) pengeringan udara, (ii) pengeringan dengan sedikit udara, dan (iii) pengeringan atmosfer termodifikasi.

Sementara pada dehidrasi osmotik, pelarut atau larutan digunakan untuk menghilangkan air, sedangkan pada pengeringan mekanis, tenaga fisik digunakan untuk menghilangkan air. Tidak ada satu pun teknik pengeringan terbaik yang dapat diterapkan untuk semua produk, semua memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, oleh karena itu terdapat beberapa faktor yang memengaruhi pemilihan dan pengembangan metode pengeringan beberapa tahun terakhir, di antaranya adalah, (i) jenis produk yang akan dikeringkan, (ii) sifat produk jadi yang diinginkan, (iii) toleransi suhu yang diperbolehkan, (iv) kerentanan produk terhadap panas, (v) perlakuan awal yang diperlukan, (vi) modal dan biaya pengolahan, serta (vii) faktor lingkungan (Guiné, 2018; Rahman and Perera, 2020).

8.4.2 Pengasapan Sebagai Metode Pengawetan Pangan

Pengasapan pangan merupakan salah satu proses pengawetan makanan paling tua dan tradisional. Pengasapan menggunakan asap kayu sebagai proses pengawetan pangan sama tuanya dengan teknik pengawetan melalui metode pengeringan udara terbuka. Suhu, kelembaban dan densitas asap harus dikontrol dengan baik oleh operator dengan mengubah kelembaban serpihan kayu atau serbuk gergaji, atau dengan mengatur buka-tutup saluran masuk udara rumah asap.

Meskipun tujuan utama pengasapan bukan untuk menurunkan kadar air bahan pangan, panas yang terkait dengan pembentukan asap juga menyebabkan terjadinya proses pengeringan. Metode ini biasanya diterapkan pada produk daging dan ikan, namun juga telah diterapkan pada produk unggas, jamur, dan keju (Rahman and Al-Farsi, 2020; Yin et al., 2021).

Tujuan utama pengasapan adalah memberikan flavor, warna, dan tekstur yang disenangi pada produk pangan, menonaktifkan senyawa enzimatik dan mikroorganisme, serta beberapa senyawa yang terbentuk selama pengasapan memiliki efek pengawetan yang disebabkan oleh adanya sejumlah antioksidan dan senyawa antimikrobia. Asap mengandung senyawa fenolik, asam, dan karbonil, dan flavor asap yang terutama disebabkan oleh adanya senyawa fenolik volatil.

Telah teridentifikasi lebih dari 400 senyawa volatil pada asap kayu yang sangat ditentukan oleh jenis generator, jenis kayu, kelembaban, dan suhu rumah asap (Rahman and Al-Farsi, 2020; Akilie, Xyzquolyna and Gobel, 2021; Yin et al., 2021).

Metode pengasapan dibedakan menjadi tiga jenis, yakni pengasapan dingin, panas, dan cair. Pengasapan dingin didefinisikan sebagai pengasapan pangan pada suhu rendah (di bawah 33°C), oleh karena itu makanan tidak mengalami pematangan dan koagulasi protein, sehingga diperlukan perlakuan pengawetan tambahan di antaranya proses termal, pengemasan vakum, penggaraman, dan penyimpanan dingin.

Langkah utama pengasapan dingin adalah pengasinan, pengeringan, dan pengasapan pada suhu lebih rendah atau sama dengan 30 °C. Sementara untuk pengasapan panas melibatkan suhu sekitar 62,8 °C selama kurang lebih 30 menit, sehingga bahan pangan mengalami pematangan selama proses pengasapan berlangsung. Metode pengasapan panas merupakan metode paling tradisional yang melibatkan berbagai jenis kayu sebagai bahan asap. Pengasapan cair merupakan metode pengasapan modern dengan menggunakan asap cair terformulasi.

Metode ini membantu mengurangi aktivitas air pada permukaan bahan pangan. Pada metode ini, bahan dicelupkan ke dalam larutan asap sebelum dikeringkan. Penerapan panas pada pengasapan panas dan dingin dianggap kurang efisien dalam penggunaan energi serta adanya paparan panas dapat merusak kebanyakan senyawa aromatis pada bahan pangan yang terlibat dalam pembentukan aroma, warna, dan rasa produk akhir.

Asap cair terbentuk dari proses kondensasi kering asap kayu yang dihasilkan dari pembakaran (500–800 °C) serpihan kayu atau serbuk gergaji di bawah oksigen terbatas dan pirolisis penyusun kayu seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Penggunaan kondensat asap menawarkan beberapa keuntungan di antaranya mudah diterapkan dan konsentrasinya dapat diatur, dapat

dimurnikan, serta mudah dianalisis dan dievaluasi (Syah, Darmadji and Pranoto, 2016; Rahman and Al-Farsi, 2020; Yin et al., 2021).

8.4.3 Enkapsulasi Sebagai Metode Pengawetan Pangan

Enkapsulasi merupakan proses penyelubungan bahan inti (agen aktif) yang dapat berupa partikel cair/gas yang sangat kecil dengan menggunakan bahan penyalut (bahan dinding) untuk membuat partikel dalam skala milimeter, mikrometer (mikroenkapsulasi), ataupun nanometer (nanoenkapsulasi), sehingga partikel inti memiliki sifat fisik dan kimia yang diinginkan. Bahan penyalut dapat terbuat dari protein, gula, gum, polisakarida alami atau termodifikasi, polimer sintetik, ataupun lipid.

Teknologi enkapsulasi telah digunakan dalam pengolahan pangan untuk memberikan penghalang yang efektif terhadap pengaruh lingkungan seperti cahaya, oksigen, dan radikal bebas, dan sebagainya. Beberapa tipe interaksi antara bahan aktif dan bahan penyalut yang telah diteliti di antaranya adalah tipe matriks, reservoir, dan matriks berlapis (Gambar 9.3) (Zuidam and Nedovic', 2010; Syah, Darmadji and Pranoto, 2016; Shahidi et al., 2020).

Saat ini, enkapsulasi semakin diminati dalam pengolahan dan pengawetan makanan. Berbagai teknik enkapsulasi yang meliputi spray drying, spray cooling, freeze drying, teknik elektro hidrodinamik, fluidized bed coating, ekstrusi, koaservasi, liposom, dan emulsifikasi, telah mengatasi beberapa tantangan untuk menggabungkan bahan pangan, antioksidan, lipid, protein, karbohidrat, mineral, vitamin, dan senyawa bioaktif dalam bentuk serbuk sebagai produk makanan.

Enkapsulasi menunjukkan performa yang sangat baik dalam hal pengawetan, stabilitas, dan kontrol pelepasan terhadap senyawa bioaktif. Dengan penerapan teknik enkapsulasi, pelepasan komponen bioaktif dapat dilakukan pada waktu yang tepat dan tempat yang tepat. Enkapsulasi dapat meningkatkan efektivitas bahan tambahan pangan, meningkatkan umur simpan makanan, serta menurunkan biaya produksi makanan (Rahman, 2020b).

Beberapa alasan mengapa industri pangan menggunakan teknologi enkapsulasi di antaranya adalah:

1. dapat melindungi bahan aktif dari degradasi dengan mengurangi reaktivitasnya terhadap lingkungan luar (misalnya, panas, kelembaban, udara, dan cahaya);

2. penguapan atau perpindahan bahan aktif ke lingkungan luar berkurang/terlambat;
3. sifat fisik asli bahan dapat dimodifikasi dan dibuat lebih mudah untuk ditangani, misalnya bahan cair dapat diubah menjadi partikel padat, higroskopisitas dapat dikurangi, densitas dapat dimodifikasi, dan sebagainya;
4. produk dapat dirancang agar memiliki sifat release control (mengontrol pelepasan bahan inti) sehingga mencapai penundaan yang tepat hingga stimulus yang tepat;
5. flavor bahan aktif dapat tertutupi;
6. enkapsulasi dapat digunakan untuk memisahkan komponen reaktif dalam campuran yang akan bereaksi satu sama lain;
7. enkapsulasi dapat mengencerkan bahan aktif ketika dibutuhkan hanya dalam jumlah yang sangat kecil, namun ditujukan agar terdispersi secara menyeluruh dalam bahan inangnya (Zuidam and Nedovic', 2010; Rahman, 2020b).

Bab 9

Kegiatan Usaha Di Bidang Teknologi Pertanian

9.1 Pendahuluan

Manusia dapat dipastikan aktivitasnya selalu melakukan usaha. Usahalah yang menyebabkan hidup manusia berdinamika. Usaha dalam KBBI adalah kegiatan mengerahkan tenaga, pikiran atau badan untuk mencapai suatu maksud perbuatan, prakarsa, ikhtiar, daya upaya untuk mencapai sesuatu.

Indonesia sebagai negara agraris, memiliki banyak kekayaan alam. Salah satunya kekayaan alam dalam bentuk produk pertanian. Oleh karena itu, sektor pertanian Indonesia terus menjadi sektor yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia. Pertanian merupakan bidang yang sangat penting menunjang kehidupan umat manusia.

Seiring dengan perkembangan IPTEK, kehadiran teknologi pertanian juga kian canggih. Dengan bantuan teknologi pertanian, efektivitas dan efisiensi aspek penanaman, perawatan, hingga panen bisa lebih meningkat. Penerapan teknologi baik dalam kegiatan pra panen pasca, menjadi penentu dalam mencapai kecukupan panen baik kuantitas maupun kualitas produksi.

9.2 Teknologi Pertanian

Mangunwidjaja dan Sailah (2009) teknologi pertanian dimaknai sebagai suatu penerapan prinsip-prinsip matematika dan sains alam dalam rangka pendayagunaan secara ekonomis sumber daya pertanian dan sumber daya alam untuk kepentingan kesejahteraan manusia. Teknologi pertanian adalah ilmu pengetahuan praktik-empirik yang bersifat pragmatik finalistik, dilandasi paham mekanistik-vitalistik dengan penekanan pada objek formal perkerayaan dalam pembuatan dan penerapan peralatan, bangunan, lingkungan, sistem produksi serta pengelolaan dan pengamanan hasil produksi (Soeprodjo dalam Mangunwidjaja dan Sailah, 2009).

Bidang cakupan teknik pertanian antara lain sebagai berikut:

1. Teknologi pertanian transplanter direkomendasikan oleh Litbang (Penelitian dan Pengembangan) Kementerian Pertanian untuk memberikan jarak yang pas antar padi yang ditanam. Konsep teknologi pertanian ini menganut sistem jajar legowo dari dari Jawa Timur dalam proses penanaman padi. Transplanter dipercaya bisa meningkatkan produksi padi hingga 30%. Jarak yang tepat antara padi lebih memudahkan petani dalam hal perawatan. Harga satu unit mesin transplanter diprediksi sekitar Rp.75 juta.



Gambar 9.1: Combine Harvester

2. Teknologi pertanian *indo combine harvester* akan memudahkan aktivitas petani pada kegiatan panen padi mulai dari proses

pemotongan, pengangkutan, perontokan, pembersihan, sortasi hingga pengantongan. Dengan mesin ini terjadi efisiensi tenaga kerja saat panen, satu mesin hanya butuh tiga orang dengan kapasitas kerja empat sampai enam jam per hektar.

Teknologi pertanian berupa mesin pemilah bibit unggul akan membantu petani menentukan bibit dengan kualitas terbaik, mesin ini banyak digunakan oleh perusahaan penyedia bibit. Alat pengering bibit, teknologi pertanian ini sangat membantu petani untuk mencegah penurunan kualitas keledai akibat proses pengeringan yang terlambat. Dengan alat ini, proses pengeringan yang biasanya berlangsung selama 8 hari bisa dipersingkat menjadi satu hari saja, mesin ini juga akan meningkatkan daya tumbuh benih kedelai hingga 90,3 %.

Terakhir, teknologi instalasi pengolah limbah, barang yang awalnya tidak bermanfaat bisa diubah menjadi pupuk organik dan biogas.

9.2.1 Peluang Bisnis Pertanian

Kemajuan teknologi pertanian, selain meningkatkan produksi, juga memberikan peluang kerja dan usaha baru. Misalnya seperti pemanfaatan teknologi alat mesin pertanian (alsintan) yang membuka peluang usaha penyewaan dan tenaga service. Menurut Chandra (30), seorang pemilik jasa penyewaan alsintan di Lampung, untuk mempercepat pengolahan lahan, saat ini jasa sewa alsintan sudah mulai banyak digunakan petani. Proses yang cepat membuat sistem pengolahan lahan dengan cara tradisional mulai ditinggalkan.

“Tenaga manusia untuk mencangkul lahan sawah bahkan sudah tergantikan Alsintan jenis traktor. Begitu juga saat menanam, yang digunakan alsintan transplanter,” tutur Chandra. Chandra melanjutkan, untuk biaya sewa, penyedia jasa traktor pada lahan sawah seluas seperempat hektar dipatok Rp 400 ribu. Biaya tersebut sudah mencakup dari proses membajak, menghaluskan hingga lahan sawah siap ditanami.

“Proses tersebut membutuhkan waktu sekitar dua hingga tiga hari bahkan lebih sesuai luasan lahan. Sementara untuk penghalusan galengan atau pemisah antar petak sawah dilakukan dengan cangkul oleh pemilik lahan sawah,” jelasnya. Sekali masa tanam, Chandra bisa mendapatkan hasil hingga Rp5 juta dari satu traktor. Dia pun menyisihkan penghasilannya untuk memperbaiki alat dan sebagian ditabung membeli alsintan baru.

Sementara itu, pemilik usaha jasa traktor lain, yakni Suroto di Desa Sukabaru, Kecamatan Penengahan mengaku sewa alsintan mulai umum digunakan petani. Sebagian petani yang terbatas modal belum bisa membeli bisa menyewa. Salah satu anggota kelompok tani Sumber Rejeki tersebut mengaku, selain disewa untuk pengolahan lahan sawah, traktor juga digunakan untuk pengolahan lahan jagung. Potensi tersebut dimanfaatkan oleh penyedia jasa sebagai usaha yang menghasilkan.

“Modal awal belasan juta untuk membeli traktor akan mendapatkan hasil ratusan ribu sekali sewa alsintan dan alat juga bisa digunakan untuk pengolahan lahan sendiri,” ungkap Suroto. Keberadaan traktor disebut Suroto membuat petani bisa lebih menghemat. Sebab, sebelumnya dengan menggunakan jasa pengolahan menggunakan tenaga manusia petani bisa mengeluarkan biaya ekstra.

Dedi Triono, salah satu petani jagung yang kerap menggunakan jasa traktor menyebut ia bisa lebih cepat mengolah lahan. Usaha penyediaan jasa traktor tersebut sekaligus sebagai salah satu peluang bagi petani yang memiliki modal cukup. “Biaya untuk sewa penggunaan traktor relatif terjangkau dan hasil panen tentunya bisa untuk menutupi biaya operasional,” terang Dedi Triono.

RumahPonik

JASA DESIGN GREENHOUSE HIDROPONIK

GRATISS!!
KONSULTASI

SANGAT
COCOK
UNTUK
URBAN
FARMING DAN
USAHA SKALA
BESAR

BEST
SERVICE

BERGARANSI

Gambar 9.2: Contoh Jualan Jasa Sektor Pertanian

9.2.2 Peluang Usaha Pertanian

Bagi yang ingin berkecimpung ke dalam bisnis di sektor pertanian secara profesional, maka dapat memanfaatkan beberapa peluang usaha yang menjanjikan berikut:

1. Menanam sayuran organik

Menjamurnya gaya hidup sehat dan mulai banyak orang yang berpindah menjadi vegetarian, membuat bisnis pertanian organik jadi meningkat dan mulai diminati banyak orang sebagai peluang bisnis. Masyarakat yang menganut gaya hidup sehat dengan cara mengonsumsi sayuran dan buah-buahan tanpa pengawet dan ditanam secara hidroponik bisa menjadi target bisnis bagi Anda. Hasil dari usaha di bidang ini sedang gencar dicari bukan hanya per-individu melainkan perusahaan pangan sampai restoran. Satu-satunya kelemahan dari bidang ini adalah Anda harus terbiasa dalam pengelolaannya dan biaya yang dibutuhkan akan lebih tinggi saat Anda baru memulainya. Namun, hal itu tidak akan menjadi hambatan apabila Anda tidak pantang menyerah.

2. Jual beli alat dan mesin pertanian

Jika Anda berpikir bisnis di bidang ini butuh modal yang sangat besar, maka dapat dipastikan bahwa itu adalah salah besar. Modal yang Anda butuh kan hanyalah sebuah alat komunikasi dan sebuah alat pembayaran, seperti visa. Kebutuhan bahan pokok yang kian meningkat dan banyaknya petani yang mulai berpindah haluan profesi menjadi bisnis jual beli alat dan mesin pertanian memiliki prospek yang luar biasa di Indonesia. Anda dapat menjadi reseller dari produk pertanian. Anda dapat melakukan transaksi secara online maupun offline. Bisnis di bidang ini dapat menjadi investasi ke depannya. Jadi, Anda tidak perlu khawatir akan mendapat keuntungan yang kecil.

3. Menjual bibit

Penjualan bisnis pertanian pada bidang ini jarang diminati oleh beberapa pemula di Indonesia, namun pasti selalu ada awalan untuk segalanya, bukan? Dengan cara Anda tidak mudah menyerah dan

tetap fokus serta kerja keras, maka Anda tidak akan mungkin dikhianati oleh usaha Anda sendiri. Jika Anda sudah berhasil membuat bibit yang berkualitas baik, Anda dapat menggunakan pemasaran yang ekstrem ke perusahaan-perusahaan besar atau pun ke petani agar bibit Anda dapat dikenal.

4. Budidaya tanaman hias

Sempat populer di kalangan pecinta tanaman, namun karena satu dan lain hal, tanaman hias sekarang sedang mengalami penurunan harga jual. Walaupun sedang mengalami penurunan harga jual, bukan berarti bahwa tanaman hias tidak bisa menjadi satu bisnis yang menguntungkan. Bisnis ini juga tidak memakan waktu dan tenaga ekstra dalam proses pembudidayaannya. Selain itu, masih banyak orang yang membutuhkan tanaman hias entah sebagai pelengkap dekorasi rumah, maupun juga sebagai koleksi. Jadi, Anda tidak perlu takut bahwa bisnis pada bidang ini akan merugi.

5. Jual tanaman herbal

Jenis peluang usaha pertanian lainnya, yaitu budidaya tanaman obat herbal. Saat ini, masih jarang ditemukan orang yang membudidayakan tanaman herbal untuk obat-obatan atau jamu. Adapun tanaman obat herbal yang cocok untuk di budidaya terdiri atas:

- a. tanaman herbal rempah; tanaman jahe, kunyit, lengkuas, kencur, jeruk purut, jintan hitam, dan kapulaga;
- b. tanaman herbal daun dan buah; tanaman lidah buaya, daun seledri, daun kelor, alpukat, dan belimbing;
- c. tanaman herbal bunga; bunga tapak dara, bunga telang, bunga melati, bunga lawang, dan bunga rosella.

Dengan membudidayakan tanaman herbal ini, Anda memiliki risiko usaha yang lebih kecil dengan keuntungan yang tidak kalah menggiurkan.



Gambar 9.3: Sosialisasi Tanaman Obat Di Sekolah

6. Konsultan atau influencer bidang pertanian

Peluang usaha pertanian bisa juga dengan membuka lembaga konsultan bisnis pertanian. Untuk Anda yang sarjana pertanian yang paham seluk beluk soal pertanian, peluang bisnis ini sangat cocok untuk dijalani. Ini akan sangat membantu para petani dalam mengedukasi mereka mengenai tata cara menjalankan usaha pertanian agar mendapatkan untung besar dan sebagainya. Selain menjadi konsultan, Anda juga bisa memanfaatkan media sosial yang banyak digunakan saat ini dengan menjadi influencer bidang pertanian. Bisa dengan membagikan pengetahuan Anda tentang pertanian melalui Youtube atau platform digital di internet lainnya.

7. Investasi

Selain membuka cabang bisnis baru, Anda dapat berinvestasi pada bisnis ini yang sudah ada. Seperti memberikan modal untuk para petani atau pelaku-pelaku bisnis yang masih baru. Selain lebih mudah, Anda juga akan mendapatkan beberapa keuntungan lainnya, seperti aset penghasilan pendapatan yang stabil, membantu pemberdayaan petani, hingga menghasilkan pengembalian total (ROI) yang tinggi.

CROWDE-Bisnis Pertanian dalam Bentuk Investasi. CROWDE merupakan sebuah platform untuk menghimpun dana dari masyarakat sebagai modal kerja petani. Dengan metode *crowd-lending*, CROWDE bergerak sebagai platform

permodalan yang mengelola dana masyarakat yang disalurkan pada proyek petani.

Dengan cara ini, itu memungkinkan siapa pun untuk memberikan modal dan memilih proyek mana yang ingin dimodali. CROWDE sendiri hadir dari kebutuhan untuk meningkatkan kesejahteraan petani di Indonesia. Kami melihat begitu banyak petani di Indonesia yang berada di bawah garis kemiskinan. Hal ini diakibatkan oleh sistem pengelolaan hasil tani yang harus melalui tengkulak untuk dapat dijual di pasaran.

Selain itu, banyak petani Indonesia yang tidak memiliki modal dan lahan untuk bekerja, sehingga hasil yang didapat tidak bisa memenuhi kebutuhannya. Karena itulah, CROWDE hadir untuk membantu petani sekaligus menjadi platform edukasi permodalan.

Ada banyak jenis inovasi pertanian yang dapat dilakukan oleh masyarakat agar nantinya dunia pertanian semakin berkembang dengan baik. Beberapa inovasi yang sudah terwujud antara lain adalah sebagai berikut ini:

1. Sistem irigasi otomatis untuk lahan kelapa sawit

Mengatur irigasi di lahan kelapa sawit yang sangat luas bukanlah hal yang mudah. Namun dengan penemuan sistem irigasi otomatis menggunakan alat AiRi semuanya dapat dilakukan dengan mudah. Inovasi ini merupakan penggabungan antara teknologi hardware dan software dan dilakukan secara realtime.

2. Peralatan ini disusun dengan baik sehingga mampu menganalisis iklim, kebutuhan nutrisi, kelembaban tanah di wilayah perkebunan kelapa sawit. Perangkat ini bekerja dengan basis nirkabel dan akan otomatis bekerja saat lahan dan tanaman membutuhkan air. Sebagai pasokan energinya alat ini menggunakan panel surya sehingga lebih hemat biaya. Yang pasti alat ini membuat para petani sawit lebih hemat tenaga.

3. Drone sawah

Untuk menunjang bidang pertanian, salah satu inovasi yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan drone. Perangkat modern ini dapat digunakan sebagai alat penyemprot pestisida yang lebih hemat tenaga. Jadi, para petani tidak perlu berjalan mengelilingi area persawahan untuk menjangkau tanaman sehingga lebih efisien dan

cepat. Penyemprotan pestisida menggunakan drone hanya memakan waktu 30 menit untuk 1 hektar sawah. Sedangkan bila dengan cara manual, 1 hektar memakan waktu sekitar 3 jam.

4. Aplikasi untuk memantau tanaman

Aplikasi pemantau tanaman ini diberi nama Habibi karena dikembangkan oleh perusahaan Habibie Garden. Pengaplikasian peralatan ini dapat membantu para petani dalam mengurangi rusaknya tanaman dan dapat membuat hasil panen meningkat. Selain itu peralatan ini juga dapat memantau dan mengukur kebutuhan nutrisi, kelembaban tanaman melalui data yang diperoleh lewat cahaya, temperatur, kadar air dan lain sebagainya.

5. Menanam anggrek dengan kultur jaringan

Inovasi pertanian juga muncul untuk memberikan angin segar bagi budidaya tanaman hias yaitu anggrek. Inovasi ini berupa penggunaan kultur jaringan untuk membantu usaha konservasi tanaman anggrek. Hal ini tentu saja dapat membuat bisnis budidaya anggrek semakin maju dan berkembang dengan baik. Ternyata ada banyak hal yang bisa dilakukan sebagai usaha inovasi pertanian agar dunia pertanian semakin maju dengan bantuan teknologi. Semoga dengan semakin banyaknya inovasi yang dihasilkan, dunia pertanian akan semakin maju dan berkualitas.



Gambar 9.4: Inovasi Teknologi Pertanian

Bottani merupakan produk penyiraman tanaman otomatis yang menggunakan sistem *internet of things* dan monitoring lahan pertanian melalui website. Gagasan produk yang berbasis pada teknologi ini (gambar 4) merupakan ide dari mahasiswa Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY).

Bab 10

Inovasi Dalam Industri Pangan

10.1 Pendahuluan

Pangan merupakan komoditas yang dibutuhkan dalam setiap aspek kehidupan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, industri pangan berlomba-lomba menghasilkan produk yang dapat diterima pasar. Tingkat persaingan setiap jenis produk pangan sangat tinggi, bukan hanya menyangkut rasa, harga, bahkan mencakup hal-hal yang lebih luas seperti kemasan dan keamanan produk. Industri pangan berusaha menciptakan produk baru dan mengembangkan produk yang ada.

Dalam menjawab tantangan akan hadirnya produk pangan yang terjangkau, enak, bergizi, memiliki keberagaman hingga berpenampilan menarik, maka industri pangan wajib melakukan inovasi. Kata “inovasi” sering terdengar seperti tuntutan namun kenyataannya sulit dilaksanakan. Industri pangan harus berinovasi agar mendapatkan produk yang lebih baik, tapi melalui proses produksi yang lebih efektif dan efisien. Selain itu, perusahaan juga berupaya mendapatkan produk yang lebih tahan terhadap gejolak perekonomian sehingga tetap bisa diterima konsumen.

Untuk menghindari kejenuhan konsumen terhadap produk yang dihasilkan, industri pangan berlomba untuk mengembangkan produk agar dapat memberi banyak pilihan produk baru bagi konsumen. Pengembangan produk pangan

baru diharapkan dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya yang dimiliki oleh suatu daerah atau negara, baik sumber daya alam maupun manusia. Sehingga sumber daya yang belum dimanfaatkan dapat digunakan sebagai bahan pada produksi berbagai jenis makanan. Hal yang paling penting adalah pengembangan produk dapat memberikan nilai tambah yang lebih, baik pada suatu komoditas atau produk olahan yang nilai tambahnya masih rendah (Irianto dan Giatmi, 2021).

Apabila industri pangan tidak melakukan inovasi atau pengembangan produk, maka kemungkinan industri tersebut tidak akan mampu bertahan dalam perubahan lingkungan yang dinamis. Inovasi yang berhasil akan menambah keuntungan perusahaan, meningkatkan kapasitas produksi dan memperluas usaha. Hal tersebut akan membantu pertumbuhan perekonomian baik dalam skala kecil maupun besar.

10.2 Industri Pangan

Sebelum memasuki pembahasan tentang industri pangan, perlu dipahami apa itu produk pangan. Setiap industri pangan pasti menghasilkan produk pangan yang diharapkan bisa dikonsumsi masyarakat dengan baik.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2012, pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati produk pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan, perairan, baik yang diolah maupun tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lainnya yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan/atau pembuatan makanan atau minuman.

Berdasarkan cara memperolehnya, pangan dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Pangan segar

Pangan segar adalah pangan yang belum mengalami pengolahan. Pangan segar dapat dikonsumsi secara langsung atau tidak langsung. Selain itu dapat dijadikan bahan baku untuk memproduksi produk pangan dalam bentuk selanjutnya.

2. Pangan olahan

Pangan olahan adalah makanan hasil proses pengolahan dengan cara atau metode tertentu, dengan atau tanpa bahan tambahan. Bahan olahan dibagi atas dua macam, yaitu:

- a. Pangan olahan siap saji, yaitu makanan yang sudah diolah dan siap disajikan di tempat usaha atas dasar pesanan.
- b. Pangan olahan kemasan, yaitu makanan yang sudah mengalami proses pengolahan akan tetapi masih memerlukan tahapan pengolahan lanjutan agar dapat dikonsumsi.

3. Pangan olahan tertentu

Pangan olahan tertentu adalah pangan olahan yang ditujukan untuk kelompok tertentu dalam upaya untuk memelihara atau meningkatkan kualitas kesehatan, misalnya produk cookies rendah gula yang diperuntukkan bagi penderita diabetes (Saparinto dan Hidayati, 2010).

Indonesia merupakan negara agraris penghasil produk primer pertanian dan perkebunan. Beberapa produk primer telah memiliki keunggulan seperti kakao, kelapa, dan lainnya yang telah diolah industri menjadi produk olahan setengah jadi dan produk hilir untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri maupun ekspor. Industri pangan (food processing industry), telah memberikan nilai tambah yang signifikan terhadap kontribusi pendapatan daerah, penyerapan tenaga kerja, mendukung ketahanan pangan nasional, serta pengembangan ekonomi dan pemerataan pembangunan.

Dengan berkembangnya industri pangan, secara tidak langsung juga meningkatkan kesejahteraan masyarakat pedesaan yang bermata pencaharian sebagai petani, peternak, pembudidaya ikan dan nelayan karena sebagian besar komoditas yang dihasilkan langsung terserap oleh industri.

Peluang pengembangan industri makanan di Indonesia juga sangat besar. Hal ini didukung dengan peningkatan konsumsi per kapita karena jumlah penduduk yang semakin bertambah, pemberlakuan perdagangan bebas, peningkatan pendapatan, tumbuhnya kesadaran masyarakat akan konsumsi makanan bermutu dan nilai gizi yang seimbang, dan potensi pasar produk makanan baik di dalam negeri maupun luar negeri yang terus meningkat (Hanifawati dan Suryantini, 2017).

10.3 Inovasi Industri Pangan

Inovasi berasal dari kata Latin “*novus*” yang artinya baru. Inovasi diartikan sebagai “perkenalan sesuatu yang baru” atau “ide, metode alat baru”. Sedangkan menurut Lundvall (1992), inovasi adalah proses untuk mendapatkan produk baru, teknik baru, bentuk baru, organisasi baru, bahkan pasar baru. Inovasi mempunyai konsep yang sangat luas sehingga muncul berbagai jenis klasifikasi inovasi.

Inovasi produk dapat terjadi pada setiap barang, jasa dan ide yang diterima oleh seseorang sebagai suatu hal baru. Oleh karena itu suatu produk dapat dianggap sebagai suatu inovasi bagi seseorang atau organisasi, tetapi tidak sebagai inovasi bagi orang lain (Johannessen, et.al., 2001). Inovasi produk dapat terjadi akibat perubahan struktur organisasi perusahaan.

Selama beberapa tahun terakhir, beberapa segmen pasar yang baru diperkenalkan oleh industri pangan, mulai dari pangan organik, pangan nutrisi sampai makanan siap saji. Inovasi yang terjadi meliputi inovasi proses, inovasi teknologi, inovasi organisasi hingga inovasi pemasaran dari suatu produk pangan.

Inovasi merupakan faktor kunci yang memungkinkan perusahaan untuk merespons kebutuhan pasar, mempertahankan serta meningkatkan daya saingnya. Inovasi sangat dibutuhkan agar kinerja bisnis tetap terjaga. Tujuan utama suatu inovasi terutama inovasi produk pangan, adalah untuk memberikan manfaat bagi konsumen. Penerimaan maupun penolakan suatu inovasi tersebut ditentukan oleh seberapa besar manfaat yang diterima oleh konsumen.

Dahulu, masyarakat lebih memilih produk alami yang tidak melalui intervensi manusia. Seiring waktu berjalan, masyarakat lebih menyadari risiko dari intervensi tersebut, bahkan yang dapat memberikan dampak pada generasi selanjutnya ataupun lingkungan global. Oleh karena itu, pengembangan produk baru yang modern perlu ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dan nilai-nilai yang dianut oleh konsumen daripada sekedar untuk mengembangkan produk dan teknologi (Costa dan Jongen, 2006).

Tantangan yang dihadapi oleh industri pangan semakin sulit dengan adanya perubahan dan perkembangan kebutuhan konsumen, siklus hidup produk yang makin pendek, persaingan pasar yang kompetitif, dan industri perdagangan yang semrawut. Selain itu, karakter konsumen sekarang lebih heterogen dan

unik sehingga pilihan pangan mereka lebih sulit untuk dipahami dan diprediksi. Konsumsi pangan konsumen semakin unik mengikuti kebutuhan, pilihan dan tujuan kesehatan masing-masing individu (Dixit dan Ghosh, 2013).

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perusahaan dalam Inovasi Produk Pangan

Produsen pangan memiliki motivasi tertentu dalam menjaga dan mempertahankan eksistensinya dalam pengembangan produk pangan. Menurut Irianto dan Giyatmi (2021), beberapa faktor yang mempengaruhi perusahaan dalam upaya tersebut, antara lain:

1. Penggantian atau peremajaan produk pangan yang telah mengalami penurunan omset penjualan. Agar citra perusahaan tidak semakin terpuruk akibat produk yang dihasilkan mengalami penurunan penjualan, maka langkah strategis yang harus segera diambil yaitu melakukan pengembangan produk untuk menggantikan produk tersebut.
2. Tanggapan atas tren yang ada di konsumen, sebagai contoh:
 - a. Jumlah wanita yang bekerja semakin meningkat sehingga perusahaan dapat mengembangkan produk siap masak, produk siap saji, dan produk siap santap.
 - b. Ukuran atau jumlah anggota keluarga semakin kecil sehingga perusahaan dapat mengembangkan produk dalam kemasan dengan berbagai ukuran sesuai dengan ukuran keluarga.
 - c. Umur atau harapan hidup semakin panjang sehingga perusahaan dapat mengembangkan jenis makanan yang sesuai untuk konsumen lanjut usia (lansia).
 - d. Kesadaran atas pentingnya makanan bergizi dan implikasinya semakin meningkat sehingga perusahaan dapat mengembangkan produk makanan bergizi sesuai kebutuhan.
 - e. Kepedulian atas kesehatan semakin meningkat, terutama dengan adanya pergeseran persepsi masyarakat bahwa menjaga untuk tidak sakit jauh lebih murah dibandingkan dengan mengobati setelah jatuh sakit sehingga perusahaan dapat mengembangkan produk makanan kesehatan (health foods).

3. Tanggapan terhadap kompetitor, yaitu terutama pada saat kompetitor mengeluarkan produk baru yang lebih memiliki keunggulan di pasar, misalnya lebih bergizi, lebih murah, dan lebih menarik.
4. Eksploitasi teknologi baru, yaitu akibat ditemukannya teknologi yang lebih efisien atau teknologi yang benar-benar baru serta memiliki peluang untuk digunakan dalam mengembangkan produk baru yang belum ada di pasar. Misalnya penggunaan teknologi pemasakan bertekanan tinggi dan suhu tinggi (retort) untuk memproduksi bandeng dan ayam presto.
5. Perluasan pasar, yaitu memproduksi produk baru yang beragam dalam hal sifat organoleptis untuk menjangkau selera konsumen yang lebih luas. Misalnya pengembangan produk mie instan dengan berbagai rasa dan pengembangan nugget dari berbagai jenis bahan mentah.
6. Reposisi produk yang ada, yaitu untuk mengembalikan posisi produk yang sudah ada yang mengalami penurunan omset dan memudarnya citra pada posisi semula baik di pasar maupun di mata konsumen.
7. Mengisi kebutuhan yang teridentifikasi, misalnya bagi konsumen menginginkan produk cepat saji, maka dapat dikembangkan produk-produk makanan yang memenuhi kriteria tersebut, atau bagi konsumen menghendaki produk yang memiliki khasiat bagi kesehatan, maka dapat dikembangkan produk pangan yang difortifikasi zat gizi.

Dilihat dalam lingkup yang lebih luas, keberhasilan sistem inovasi ditopang oleh 2 faktor penentu utama, yaitu:

1. Pelaku primer, pihak-pihak yang terlibat langsung di dalam aliran knowledge, yaitu para akademisi dan peneliti baik yang berada di perguruan tinggi, lembaga penelitian dan pengembangan, industri ataupun organisasi non-profit. Mereka bertanggungjawab atas aliran knowledge mulai dari akuisisi, produksi, distribusi, hingga aplikasi knowledge untuk menghasilkan produk atau jasa industri pangan yang dibutuhkan pasar. Pelaku primer ini sering juga disebut sebagai pengembang atau penyedia teknologi.

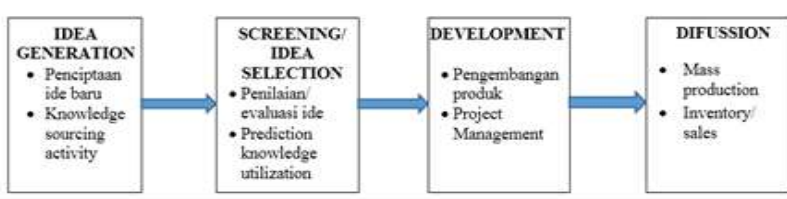
2. Pelaku sekunder adalah pihak-pihak yang berperan dalam membangun lingkungan yang kondusif dan memungkinkan faktor penentu primer dapat bekerja secara produktif. Lingkungan yang kondusif diharapkan dapat memuluskan terjadinya keberlangsungan aliran knowledge sehingga dapat menjadi inovasi di tingkat industri. Pelaku sekunder dipegang oleh decision maker atau pemangku kebijakan, seperti direksi perusahaan, pemerintah, dan lainnya. Fungsi pelaku sekunder dalam konteks ini adalah sebagai penghasil regulasi (misalnya kebijakan tarif ekonomi makro, fiskal, pajak, perdagangan), pemberi insentif (misalnya terkait promosi industri dan pembiayaan riset), penyedia infrastruktur sosial (misalnya ketersediaan pendidikan), dan fungsi intermediasi yang semua itu pada gilirannya berperan di dalam menentukan tumbuh-kembang sistem inovasi nasional (Zuhail, 2013).

Unsur-unsur dalam kedua pelaku sistem inovasi tersebut belum sepenuhnya bersinergi dan terimplementasi dengan baik di Indonesia. Permasalahan utamanya adalah:

1. Belum optimalnya sinergitas antar pencetus inovasi, baik lembaga pemerintah, litbang, industri, maupun pihak lain seperti NGO atau asosiasi terkait. Lembaga-lembaga ini masih berjalan sektoral dan cenderung menjalankan program berbasis proyek sehingga kurang memperhatikan sustainability program.
2. Masih minimnya jumlah riset inovatif yang dihasilkan dan diaplikasikan.
3. Kesadaran tentang inovasi di tingkat pelaku industri pangan di masih rendah sehingga penguatan pelaku industri berbasis pengetahuan di masa yang datang perlu dilakukan untuk melahirkan industri kreatif dan inovatif.

Tahapan Inovasi Produk Pangan

Sebagai sebuah proses, inovasi juga dapat digambarkan sebagai rangkaian aktivitas mulai dari tahap *idea generation*, *idea selection*, *development*, hingga *diffusion*. Tahapan ini sering disebut juga *traditional linear innovation process*.



Gambar 10.1: Traditional Linear Innovation Process (Salerno, dkk, 2015)

Tahap idea generation merupakan awal dari penciptaan ide-ide baru yang menjadi basis inovasi. Seberapa bagus ide tentang produk pangan, proses produksi atau manajemen produksi pangan tersebut akan menentukan kesuksesan inovasi yang dihasilkan. Bahkan tahap ini menjadi awal dari kemajuan ide-ide lainnya yang akan berkembang. Jika tidak ada ide baru yang berkualitas, hal ini akan menciptakan delay atau bahkan menjadi sumber kegagalan tahapan selanjutnya dalam proses inovasi (Marielo, 2007).

Pada tahap ini produsen pangan biasanya melihat terlebih dahulu dari sumber internal, dari berbagai departemen di perusahaan. Perusahaan juga perlu melakukan assessment mengenai seberapa bagus ide-ide potensial yang datang dari pihak eksternal, baik dari konsumen/pelanggan pangan tersebut, kompetitor, perguruan tinggi, lembaga litbang, investor, pemasok, ataupun mitra bisnis lainnya (Hansen dan Birkinshaw, 2007).

Tahap kedua dari proses inovasi adalah screening atau sering disebut juga sebagai tahap idea selection. Pada tahap ini, dilakukan penilaian terhadap ide-ide yang ada. Untuk mengetahui ide yang bisa menjadi alternatif solusi terhadap pemenuhan produk pangan sehingga bisa berkembang lebih jauh menjadi inovasi, serta ide-ide mana yang kurang potensial untuk dikembangkan. Perusahaan pangan yang melakukan evaluasi secara transparan serta terstandar biasanya akan lebih sukses, karena karyawannya merasa nyaman untuk berkontribusi.

Hal ini disebabkan mereka bisa mengetahui bagaimana ide-ide mereka akan dinilai. Dalam tahap ini, biasanya dilakukan juga uji kelayakan terhadap ide-ide yang telah diperoleh dari tahap idea generation baik sebagai dasar pemilihan ide yang akan ditindaklanjuti dalam tahap development.

Tahap development sebagai tahapan setelah screening/idea selection merupakan tahap dimana perusahaan pangan melakukan pengembangan produk pangan dengan mengelola proyek khusus untuk bisa memproduksi produk yang dikembangkan dari ide-ide terpilih pada tahap sebelumnya. Pada

tahap ini, dilakukan pengujian terhadap sustainability dari ide-ide terpilih sehingga dapat diketahui kesuksesannya di pasaran.

Tahap akhir dari proses inovasi adalah difusi, yaitu tahap dimana perusahaan telah memproduksi produknya dalam skala besar baik yang akan langsung dijual ke pasaran ataupun disimpan sebagai inventori. Tahap ini juga merupakan proses pengimplementasian proses dari pembangunan struktur, maintenance, dan sumber daya yang dibutuhkan untuk memproduksinya.

10.4 Trend Inovasi Pangan

Keterbaruan di dalam pengembangan suatu produk baru memiliki nilai tersendiri dan merupakan bagian yang sangat menarik untuk diungkap. Jika kondisi tepat dan uang tersedia, diperkirakan banyak konsumen eceran yang akan membeli produk baru karena produk tersebut merupakan sesuatu yang baru dan belum pernah dicoba sebelumnya. Produsen menggunakan cara untuk menarik konsumen dengan cara yang sangat menarik terutama bagi produk baru, karena menyadari bahwa keterbaruan ada batasannya. Menunjukkan keistimewaan dari produk adalah suatu strategi yang sangat tepat untuk mendapatkan penjualan pertama kali bagi suatu produk baru.

Kemudian, jika produk tersebut ternyata lebih disukai dibandingkan produk saingannya, maka peningkatan penjualan diperkirakan akan terjadi pada tahap berikutnya. Dengan demikian, suatu perusahaan harus selalu memperhatikan perkembangan pengetahuan yang ada di sekitarnya dan melihat peluang untuk diterapkan pada pengembangan produk baru, di samping juga selalu mengamati kebutuhan konsumen dan upaya selalu memenuhi kebutuhan konsumen tersebut.

Tren inovasi pangan yang muncul menandai pergeseran menuju pilihan makanan yang berkelanjutan dan personal. Ini termasuk sumber protein alternatif, makanan lokal, nutraceuticals dan nutrisi pribadi. Kekhawatiran atas dampak lingkungan menyebabkan berbagai perusahaan mengintegrasikan praktik pengurangan limbah serta alur kerja tanpa limbah.

Selain itu, pandemi COVID-19 memiliki dampak yang menarik dalam mempercepat adopsi teknologi Industri 4.0 di seluruh industri makanan. Produsen makanan mendigitalkan produksi pangan menggunakan robot, e-

commerce dan manajemen makanan digital. Industri pangan sedang menangani dampak berkelanjutan dari situasi COVID-19 menggunakan semua alat di atas, menuju operasi yang efisien, transparan, dan berkelanjutan.

Penelitian tentang trend dan startup teknologi pangan teratas akhir-akhir ini, menunjukkan adanya peningkatan skala dalam global. Adanya kecerdasan inovasi berbasis data dalam dunia pangan membantu pengambilan keputusan strategis untuk memajukan industri pangan terutama dalam bidang inovasi pangan.

Trend inovasi pangan tersebut, antara lain:

Protein Alternatif

Konsumen beralih ke sumber protein alternatif karena masalah kesehatan dan lingkungan, sehingga menjadikannya salah satu trend teknologi pangan yang paling relevan. Daging hewan ternak yang dibiakkan dengan bantuan teknologi medis hingga serangga yang dapat dimakan, dan makanan berbasis mikroprotein adalah sumber protein alternatif utama saat ini. Sumber protein tersebut tidak hanya kaya nutrisi, tetapi juga meminimalkan penggunaan sumber daya manusia untuk mengembangkannya. Proses produksi mengurangi biaya keseluruhan karena sumber protein alternatif hanya membutuhkan pengaturan makanan dan pemantauan kesehatan.

Sebuah perusahaan startup di Belanda, The Protein Brewery mengembangkan fermotein, sumber protein alternatif bebas hewani. Produksi fermotein mencampurkan pembuatan fermentasi dan fungi non-allergic dengan asam amino esensial dan serat. Protein alternatif ini memiliki 10% sifat pengikatan lemak dan air, yang berkontribusi pada taste pangan tersebut sehingga bercita rasa seperti daging. Solusi startup tersebut membantu pengembang makanan berkelanjutan menghemat waktu dalam makanan karena tidak memerlukan pemrosesan tambahan.

Sementara itu, salah satu startup Malaysia mengembangkan jangkrik di lingkungan yang terkendali untuk mengembangkan produk makanan berbasis jangkrik yang bergizi. Protein alternatif berbasis serangga dari startup ini menawarkan lebih banyak protein per gram daripada daging sapi dan mengandung sembilan asam amino esensial.

Selain itu, solusi pertanian jangkrik membutuhkan lebih sedikit lahan, air, dan makanan daripada produksi ternak tradisional, sehingga mengurangi emisi gas

rumah kaca. Hal ini memungkinkan produsen makanan untuk menghemat biaya produksi.

Nutraceuticals

Saat ini ada kekhawatiran terhadap dampak kebiasaan makan terhadap kesehatan dan kebutuhan masyarakat terhadap nutrisi untuk gaya hidup sehat. Dengan pandemi COVID-19, konsumen lebih fokus pada makan sehat, menjadikan nutraceuticals sebagai trend teratas di industri pangan. Ini adalah elemen penting dalam mendorong permintaan nutraceuticals.

Ini termasuk suplemen nutrisi, makanan fungsional, makanan obat, dan makanan penambah mikrobioma usus seperti prebiotik, probiotik dan postbiotik. Penelitian ilmiah tentang nutraceuticals menunjukkan bahwa berbagai nutraceuticals memberikan manfaat kesehatan terhadap gangguan yang berkaitan dengan stress oksidatif seperti alergi, alzheimer, diabetes, dan penyakit kekebalan.

Berbasis di USA, sebuah perusahaan startup, mengembangkan makanan fermentasi berbasis tanaman, probiotik alam, dan menggunakan bahan-bahan organik. Pangan yang diproduksi kaya nutrisi dan lebih beraroma. Bahan-bahannya langsung diambil dari pertanian penduduk dan pemasok lokal lainnya, sehingga mengurangi jejak karbon karena transportasi.

Ada pula startup India, yang menyediakan makanan dan minuman fungsional dan nutraceuticals. Produk-produk startup menggunakan bahan-bahan alami untuk mencegah dan mengelola malnutrisi. Selain itu, produk nutraceutical ini membantu konsumen menghindari penyakit kronis. Ini, pada dasarnya, mengubah fokus perawatan kesehatan dari reaktif menjadi preventif.

E-Commerce

E-commerce telah menjadi sorotan di industri makanan dan minuman saat ini. Namun, situasi pandemi semakin mendorong inovasi dalam rantai pasokan makanan. Merek makanan memanfaatkan platform digital untuk menawarkan layanan pengiriman online sesuai permintaan dan menjangkau pelanggan melalui model distribusi langsung ke pelanggan. Selain itu, masalah keamanan selama pandemi mendorong pertumbuhan “ghost kitchen” atau “cloud kitchen” yang hanya menawarkan makanan untuk dibawa pulang dan diantar.

E-commerce makanan dan minuman membantu produsen makanan untuk menjangkau pelanggan mereka dengan lebih baik serta memastikan

ketersediaan. E-commerce ini meminimalkan biaya untuk kontrak dan interior dengan langsung menawarkan dapur mandiri untuk restoran dan pengusaha pengiriman makanan yang bekerja sama dengannya.

Keamanan dan Transparansi Pangan

Karena pelanggan sekarang lebih memikirkan kualitas produk makanan yang mereka beli, keamanan pangan menjadi perhatian yang signifikan. Dengan perangkat penilaian makanan mandiri yang tersedia bagi pelanggan, mudah bagi mereka untuk membuat keputusan yang tepat sebelum memilih makanan. Tingkat kemajuan keamanan dan transparansi pangan dengan mengembangkan solusi pemantauan yang hemat biaya dan terukur. Hal ini meningkatkan kepercayaan antara produsen makanan dan konsumen, yang berdampak positif pada kredibilitas merek dan penjualan.

Startup Prancis Qualizy menyediakan platform software-as-a-service (SaaS) untuk mengotomatiskan kepatuhan keamanan pangan di restoran. Platform manajemen keamanan, kesehatan dan keselamatan makanan digital dari startup ini memungkinkan restoran untuk menerapkan audit, memantau suhu secara otomatis, serta melacak alergen dan tanggal kedaluwarsa. Lebih lanjut, solusi Qualizy menawarkan pelacakan real time, yang membantu dalam pengurangan limbah makanan.

Nutrisi yang Dipersonalisasi

Meningkatnya kesadaran nutrisi pada kalangan konsumen mendorong permintaan akan solusi nutrisi yang dipersonalisasi. Ini tidak hanya terbatas pada diet berbasis nutrisi tetapi juga preferensi pribadi seperti diet bebas gula dan diet vegan. Selain itu, kemajuan alat pemeriksaan medis yang bisa dilakukan konsumen secara mandiri, memungkinkan konsumen menentukan kebiasaan makanan yang paling sesuai dengan profil mereka.

Berbagai aplikasi diet juga memungkinkan pengguna untuk memantau diet dan kondisi kesehatan mereka. Inovasi ini mendorong produsen makanan membantu pelanggan mereka untuk menentukan preferensi makanan mereka dengan lebih baik, sehingga meningkatkan kenyamanan dan penjualan pelanggan.

NGX adalah perusahaan rintisan Inggris yang mengembangkan diet makanan yang dipersonalisasi. Industri pangan ini menawarkan tes nutrisi di rumah dan menggunakan hasil tes untuk mempersonalisasi asupan nutrisi untuk setiap individu. Produk NGX adalah nabati dan makanan ringan yang mengandung

nutrisi, juga memiliki nilai kalori, lemak, dan karbohidrat minimal serta nol gula tambahan. Produk makanan yang dihasilkan memungkinkan pelanggan mencapai tujuan kebugaran mereka lebih cepat dan menjalani hidup yang lebih sehat.

Digitalisasi Restoran

Digitalisasi restoran memberikan pengalaman pelanggan yang lebih baik dan memungkinkan manajemen operasi yang lancar. Plus, membantu bisnis restoran untuk mengumpulkan data di setiap tahap, memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan data di seluruh bagian operasional. Untuk mengurangi kontak langsung antar manusia, restoran mengintegrasikan menu digital, dan metode pembayaran tanpa uang tunai.

Lean Restaurant adalah perusahaan rintisan berbasis di Kuwait yang menyediakan layanan digitalisasi berbasis data. Staf dapur dan pelayan memantau aliran pesanan secara real time dan melayani pelanggan secara efisien. E-menu dan e-payments membantu pelanggan dalam transaksi nirsentuh saat makan di tempat dan dibawa pulang melalui menu digital dan kode QR. Selain itu, Lean Restaurant menawarkan seluruh rangkaian alat, sistem pembayaran, sistem pemesanan online, dan sistem pengiriman untuk merampingkan operasional restoran.

Pengurangan Limbah Makanan

Membatasi pemborosan makanan sangat penting untuk mengatasi kerawanan pangan. Saat ini industri pangan berfokus pada pengurangan pemborosan makanan untuk meminimalkan polusi lingkungan dan menghemat biaya. Bahkan ada pergeseran paradigma dari pengurangan limbah makanan ke pendekatan nol limbah dalam pembuatan makanan. Industri pangan mendaur ulang dan menggunakan kembali limbah makanan untuk menghasilkan produk baru dan meningkatkan jangkauan pada konsumen yang tertarik pada hasil daur ulang.

Industri pangan di Inggris, Food Drop menghubungkan makanan yang tidak terjual atau berlebih ke badan amal, sekolah, dan kelompok masyarakat setempat yang membutuhkan. Platform online ini membuka kesempatan bagi toko makanan atau restoran dan badan amal untuk mendaftar. Food Drop memastikan pasokan makanan sisa untuk mengumpulkan surplus dari toko dan restoran serta memberitahukan kepada badan amal/kelompok masyarakat secara real time.

Robotika

Industri makanan dan minuman menggunakan teknologi robotika untuk meningkatkan efisiensi, konsistensi dan skala pelayanan selama produksi makanan. Beberapa restoran juga menggunakan robot di hotel dan restoran untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan pelanggan. Tersedianya koki robot dan robot pengolah makanan semakin mendorong robotika makanan sebagai tren teknologi pangan yang menonjol. Selain itu, drone dan kendaraan otonom muncul sebagai pengganti yang efisien untuk layanan pengiriman manual yang juga menghemat biaya keseluruhan.

Berbasis di AS, Bear Robotics adalah perusahaan yang menciptakan Servi, robot penyaji makanan yang secara mandiri menyajikan makanan dan minuman. Servi membantu pelayan membawa piring dan mudah dinavigasi di ruang sempit dan ramai. Untuk navigasi, Servi menggunakan kamera dan sensor laser, yang memungkinkannya bernavigasi tanpa blind spot.

Selain itu, desain robot mengutamakan keselamatan Servi memprioritaskan penghentian dan perubahan arah saat menemukan intervensi apa pun. Solusi Bear Robotic membuat pelayanan lebih mudah dikelola dan meningkatkan efisiensi operasi dan kualitas layanan.

Bab 11

Perkembangan Teknologi Pertanian Indonesia dan Dunia

11.1 Pendahuluan

Perkembangan penggunaan teknologi pertanian sangat pesat dalam upaya meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk memenuhi bahan pangan sebagai salah satu kebutuhan pokok hidup manusia yang terus bertambah. Penerapan teknologi pertanian baik dalam kegiatan prapanen maupun pasca panen, menjadi penentu dalam mencapai kecukupan pangan baik kuantitas maupun kualitas produksi. Teknologi pertanian telah berperan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas usahatani komoditas pangan di negara-negara maju dan negara-negara berkembang termasuk Indonesia.

Pertanian adalah bagian dari sejarah Indonesia yang muncul ketika masyarakat menjaga ketersediaan pangan bagi dirinya sendiri. Pertanian yang mendorong suatu kelompok masyarakat untuk menetap dengan demikian muncullah peradaban. Semakin berkembangnya zaman pertumbuhan ilmu dan teknologi berdampak besar terhadap kehidupan manusia. Sehingga bisa setiap segi dan tahap kehidupan manusia dikatakan oleh kemajuan ilmu dan perkembangan teknologi.

Teknologi merupakan hasil karya manusia untuk mengolah lingkungan dan menyesuaikan diri dengannya. Teknologi diciptakan karena adanya ilmu pengetahuan dan ilmu dapat bertambah karena adanya teknologi. Sementara itu, teknologi pertanian merupakan prinsip-prinsip matematika dan ilmu pengetahuan alam dalam rangka pendayagunaan secara ekonomis sumber daya pertanian dan sumber daya alam untuk kesejahteraan manusia. Teknologi Indonesia saat ini terus mengalami perkembangan yang jauh lebih baik, namun belum bisa dikatakan modern karena pertanian masih banyak para petani yang menggunakan cara manual.

Lingkup Teknologi Pertanian

Teknologi pertanian merupakan pendekatan teknik secara luas dalam bidang pertanian yang sangat dibutuhkan untuk melakukan transformasi sumber daya alam secara efisien dan efektif untuk pemanfaatannya oleh manusia. Dengan demikian dalam sistematika keilmuan, bidang teknologi pertanian bertumpu pada bidang ilmu teknik untuk memecahkan berbagai permasalahan di bidang pertanian.

Terminologi teknologi pertanian sebagai padanan Agricultural Engineering mulai dikenalkan di Indonesia pada pertengahan 1990-an. Sebelumnya teknologi pertanian dikenal dengan mekanisasi pertanian yang diadopsi dari Agricultural Mechanization, sejak awal 1990-an bersamaan dengan pengenalan dan penggunaan traktor untuk program intensifikasi pertanian.

Teknologi pertanian adalah penerapan ilmu Teknik pada kegiatan pertanian. Ditinjau dari aspek keilmuan, teknologi pertanian dapat dianalogikan sebagai penerapan matematika dan sains alam dalam kerangka pendayagunaan secara ekonomis sumber daya alam pertanian dan sumber daya alam untuk kepentingan kesejahteraan manusia Mursalim (2013) mengartikan teknologi pertanian sebagai ilmu pengetahuan praktik-empiris yang bersifat pragmatic finalistic, dilandasi paham mekanistik-vitalistik dengan penekanan pada objek formal kerekayasaan dalam pembuatan dan penerapan peralatan, bangunan, lingkungan, sistem produksi, pengolahan dan pengamanan produksi.

Paradigma tersebut maka pemilihan pertama teknologi pertanian aksiologisnya adalah pada kegiatan penyimpanan sumber daya lahan untuk penanaman, budidaya, pemeliharaan sampai pasca panen. Pemilihan kedua adalah berfokus pada teknologi untuk penanganan, pengolahan,, pengamanan hasil. Selanjutnya pemilihan ketiga adalah teknologi pertanian untuk kegiatan transportasi dan pemasaran hasil pertanian.

11.2 Perkembangan Pembangunan Pertanian Indonesia

11.2.1 Pertanian Masa lalu

Berdasarkan sejarah pertanian pada masa lampau, pertanian muncul ketika suatu masyarakat didorong harus mampu untuk menjaga ketersediaan pangan sehingga dapat bertahan hidup minimal untuk dirinya sendiri dan juga untuk keluarga atau kelompoknya. Pertanian memaksa suatu kelompok orang untuk menetap di suatu tempat dan dengan demikian mendorong munculnya peradaban.

Perkembangan pertanian Indonesia sebelum Belanda datang, ditentukan oleh adanya sistem pertanian padi dengan pengairan yang merupakan praktik turun menurun petani Jawa. Sistem pertanian padi sawah merupakan upaya untuk membentuk pertanian menetap. Pada saat ini di Indonesia temukan berbagai sistem pertanian yang berbeda, baik efisiensi teknologinya maupun tanaman yang diusahakannya, yaitu sistem ladang, sistem tegal pekarangan, sistem sawah dan sistem perkebunan.

Sistem ladang merupakan suatu bentuk peralihan dari tahap pengumpul ke tahap penanam. Pengolahan tanah dilakukan tradisional, produktivitas bergantung pada lapisan humus yang terbentuk dari sistem hutan. Tanaman yang diusahakan umumnya tanaman pangan, misalnya padi, jagung maupun umbi-umbian. Sistem tegal pekarangan berkembang di tanah-tanah kering yang jauh dari sumber air. Sistem ini dikembangkan setelah menetap dengan tingkat pengelolaan yang juga rendah dan tanaman yang diusahakan terutama tanaman yang tahan kekeringan dan pohon-pohonan.

Sistem sawah, merupakan sistem dengan pengolahan tanah dan pengelolaan air yang baik sehingga tercapai stabilitas biologi yang tinggi dan kesuburan tanah dapat dipertahankan. Sawah merupakan potensi besar untuk produksi pangan, baik untuk padi maupun palawija. Di beberapa daerah sawah juga diusahakan untuk tanaman tebu, tembakau atau tanaman hias.

Sistem perkebunan baik perkebunan rakyat maupun perkebunan besar milik swasta maupun perusahaan negara, berkembang karena kebutuhan tanaman ekspor seperti karet, kopi, teh, kakao, kelapa sawit, cengkeh dan lain-lain.

Dalam mengerjakan tanah pertaniannya petani mempergunakan peralatan sederhana berupa pacul, bajak, garu, dan parang yang dibuat masyarakat setempat. Ternak merupakan tenaga pembantu yang paling penting untuk mengolah tanah. Hampir tidak ada keluarga tani yang mengupah buruh tani untuk mengerjakan sawah. Dalam istilah ekonomi pertanian usaha semacam ini dinamakan usahatani subsisten yang hasil produksinya diutamakan untuk keperluan keluarga sendiri; sedangkan sarana produksi dicukupi dari dalam keluarga. Perdagangan hampir tidak ada.

Sifat apatisme petani Indonesia rupanya sudah mulai terbentuk pada zaman feodalisme abad ke 16 dan 17, sebelum Belanda datang di Indonesia. Penekanan terhadap petani dan kehidupan petani ternyata bukan hal yang baru. Secara teoritis, apabila di dalam suatu negara, pertanian hampir merupakan satu-satunya sektor yang rakyatnya menggantungkan hidupnya. Hanya di sanalah negara menggantungkan sumber pendapatannya.

Jaman Penjajahan. Di Jawa, sejak VOC menguasai di Batavia kebijakan pertanian bukan untuk tujuan memajukan pertanian di Indonesia, melainkan hanya untuk memperoleh keuntungan sebesar-besarnya bagi VOC. Kegiatan Usahatani dibuat dalam kondisi yang tidak dapat memenuhi kebutuhan hidup petani. Tahun 1830, Van Den Bosch sebagai gubernur Jendral Hindia Belanda mendapatkan tugas rahasia untuk meningkatkan ekspor dan muncullah yang disebut tanam paksa.

Sebenarnya Undang-undang Pokok Agraria mengenai pembagian tanah telah muncul sejak 1870, namun kenyataannya tanam paksa baru berakhir tahun 1921. Pemberlakuan politik UU Agraria pasal 1 Tahun 1870 Semua tanah yang ada di wilayah Hindia Belanda adalah milik Gubernur Hindia Belanda.

Setelah Indonesia merdeka maka kebijakan pemerintah terhadap pertanian tidak banyak mengalami perubahan, pemerintah tetap memberi perhatian khusus pada produksi padi. Namun masih banyak tanah yang dikuasai oleh penguasa dan pemilik modal besar sehingga petani tidak dengan mudah menentukan tanaman yang akan ditanam 1) Kegiatan Usahatani sebagian besar ditentukan oleh petani itu sendiri, 2) Petani dilihat sebagai Pengelola /Pengusaha, 3) Munculnya tuan tanah di Pedesaan.

Kemudian pada permulaan tahun 1970 an Pemerintah meluncurkan suatu program Revolusi Hijau yang lebih dikenal masyarakat dengan program BIMAS (Tujuan utama program adalah meningkatkan produktivitas sektor pertanian).

Program Bimas pada prinsipnya berintikan 3 (tiga) komponen pokok yaitu:

1. Penerapan Panca Usaha terdiri dari penyediaan bibit unggul, pemupukan, pengairan, pemberantasan hama dan penyakit, metode bercocok tanam yang lebih baik.
2. Penerapan kebijakan harga sarana dan hasil produksi.
3. Adanya dukungan kredit dan infrastruktur

11.2.2 Pertanian Era Reformasi

Teknologi yang berkembang di Indonesia semakin ke arah yang lebih maju, tergolong cepat pertanian Indonesia sudah bisa mengimbangi dengan negara lain. Pertanian modern yang sekarang ini berjalan memberikan dampak atau respons pada petani dan peternak untuk mereka gunakan sebagai pekerjaan mereka.

Ada tiga cara untuk mencapai iklim/sistem pertanian modern di Indonesia, yaitu:

1. Hidroponik
Hidroponik yaitu penggantian media tanam dari tanah menjadi air menghasilkan hasil tanaman yang sama dengan media tanah bahkan lebih baik lagi.
2. Integrasi automasi pertanian
Meski tergolong masih asing namun konsep ini sudah ada di Indonesia yaitu penanaman sensor-sensor tertentu seperti sensor kelembaban suhu tanah sensor *ph* dan banyak lainnya di lahan pertanian yang luas kemudian dilengkapi dengan wireless transmitter jarak jauh yang memancarkan sinyal ke arah stasiun utama untuk mendapat data atau langsung terhubung ke mesin pompa air dan sejenisnya hal ini dapat menghemat banyak sekali waktu dan biaya.
3. Pertanian hortikultura
Bidang kerja hortikultura meliputi pembenihan, pembibitan, kultur jaringan, produksi tanaman, hama dan penyakit, panen, pengemasan dan distribusi. Hortikultura merupakan salah satu metode budidaya pertanian modern. Hortikultura merupakan cabang dari ilmu agronomi. Berbeda dengan agronomi, hortikultura memfokuskan

pada budidaya tanaman buah (pomologi/frutikultur), tanaman bunga (florikultura), tanaman sayuran (olerikultura), tanaman herbal (biofarmaka), dan taman (lansekap). Salah satu ciri khas produk hortikultura adalah perisabel atau mudah rusak karena segar. Hortikultura merupakan perpaduan antara ilmu, teknologi, seni, dan ekonomi. Praktek pertanian hortikultura modern berkembang berdasarkan pengembangan ilmu yang menghasilkan teknologi untuk memproduksi dan menangani komoditas hortikultura yang ditujukan untuk mendapatkan keuntungan ekonomi maupun kesenangan pribadi.

11.2.3 Pertanian Modern

Menteri Pertanian, Syahrul Yasin Limpo, mengatakan pertanian presisi merupakan salah satu upaya menjawab tantangan sektor pertanian di tengah perubahan iklim dan masalah lahan pertanian yang semakin berkurang. “Setiap tahun di Indonesia terjadi alih fungsi lahan pertanian 150.000 hektare. Masalah kedua adalah *climate change*. Di saat turbulensi dan tantangan ini, harus ada inovasi yang terus dilahirkan Badan Litbang. Kedua, semua sudah harus ada pendekatan *Artificial Intelligences*, harus presisi, urban farming,”

Indoor Vertical Farming atau pertanian vertikal yang dikembangkan oleh BBSDLP memanfaatkan teknologi sinar artifisial (buatan) UV. Teknologi ini berperan sebagai pengganti sinar matahari. Selain itu, inovasi ini juga menggunakan media tanam rockwool, pemberian nutrisi yang presisi melalui pipa PVC, dan tidak menggunakan pestisida.

Dengan begitu, inovasi ini sebetulnya merupakan budidaya yang ramah lingkungan. Konsep pertanian vertikal bisa diterapkan di lahan sempit. Dengan luas bangunan 48 m², petani bisa menanam tanaman secara bertingkat dengan luas tanam 80 m². Bangunan ini bisa menampung 3.500 pot tanaman sayuran. Agar proses budidaya berlangsung baik, pertanian vertikal dilengkapi dengan monitoring dan kendali suhu yang terintegrasi dengan perangkat komputer dan smartphone, serta pengawasan yang dilakukan melalui CCTV dan time lapse camera.

Inovasi kedua yang diperkenalkan adalah Smart Greenhouse dengan luas 600 m². Smart Greenhouse ini dilengkapi dengan kontrol suhu dan kelembaban, nutrisi, serta tanaman. Kontrol tersebut telah terhubung dengan perangkat

komputer dan telepon genggam. Perlakuan tersebut dinilai mampu menghasilkan produk hortikultura berkualitas premium.

Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) Fadjry Djufry, mengatakan, pilot project ini sudah dikonsepsi, bahkan hingga hilirisasi dari produk sayuran dan buah yang dihasilkan. “Indoor Vertical Farming dan Smart Greenhouse yang dilaksanakan sudah berbasis IoT.

Selain itu, sistem budidaya dengan memanfaatkan inovasi teknologi plastik mulsa sangat bermanfaat untuk keberlanjutan usahatani. Teknologi tersebut ternyata adalah dengan menggunakan plastik mulsa yang efektif untuk membantu para petani di daerah tropis. Dan plastik mulsa ini sangat baik digunakan untuk pertanian khususnya pada tanaman hortikultura.

Mulsa dapat diaplikasikan sebelum penanaman dimulai maupun setelah tanaman muncul. Mulsa organik akan secara alami menyatu dengan tanah dikarenakan proses alami yang melibatkan organisme tanah dan pelapukan non-biologis. Mulsa digunakan pada berbagai aktivitas pertanian, mulai dari pertanian subsisten, berkebun, hingga pertanian industri.

Dengan penggunaan teknologi plastic mulsa sangat bermanfaat untuk:

1. menjaga kelembaban tanah;
2. mengurangi evapotranspirasi;
3. menekan perkembangan gulma;
4. mengurangi kehilangan pupuk akibat penguapan;
5. menekan perkembangan op;
6. memperbanyak intensitas sinar matahari;
7. mengurangi aliran air permukaan.

Penggunaan mulsa plastik memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan jenis mulsa lainnya. Keuntungan tersebut antara lain:

1. Produksi lebih tinggi, peningkatan suhu tanah akan memacu pertumbuhan tanaman serta mempercepat masa panen, dari hasil penelitian masa panen lebih cepat 7-14 hari.
2. Mengurangi evaporasi, dengan tertutupnya tanah dengan mulsa plastik kehilangan air akibat evaporasi akan berkurang, selain itu pada penggunaan irigasi tetes pada lahan dengan mulsa plastik akan

- menjaga kelembaban tanah serta meningkatkan kebutuhan air bagi tanaman.
3. Penggunaan air lebih efisien karena dapat mengurangi penggunaan air sampai dengan 45% dibandingkan dengan irigasi penyemprotan.
 4. Penanganan gulma lebih rendah, mulsa plastik hitam dan hitam perak akan mengurangi intensitas cahaya ke permukaan tanah sehingga gulma cenderung tidak tumbuh. Namun pada penggunaan mulsa bening masih dibutuhkan penyemprotan herbisida untuk mencegah tumbuhnya gulma.
 5. Mengurangi kehilangan hara dari pupuk, aliran air permukaan akan tertahan oleh mulsa plastik sehingga unsur hara pupuk tidak akan hilang oleh pencucian.
 6. Penggunaan mulsa plastik akan menjaga nutrisi bagi tanaman berada pada zona perakaran, sehingga penggunaan nutrisi lebih efisien

11.3 Perkembangan Teknologi Pertanian Indonesia

Teknologi Masa Lalu

Perkembangan pertanian dimulai ketika manusia mulai menanam. Waktu yang tepat tidak diketahui. Pada mulanya memungut, berburu, dan berpindah-pindah. Waktu terus berjalan, manusia lebih banyak menetap daripada berpindah-pindah. Manusia berkembang, terbentuklah keluarga, marga, suku, kampung, dan desa-desa. Perubahan mengembara ke menetap memberi keterampilan dan keahlian bertani.

Pertanian jaman ini areal lahan petani kadang diolah oleh lebih dari 10 orang, namun dengan adanya teknologi pertanian walaupun teknologi sederhana maka pekerjaan yang sama bisa dilakukan oleh kurang dari 5 orang. Begitu banyaknya manusia yang terlibat dalam proses pengerjaan pertanian yang membuat tata kehidupan di suatu kampung atau desa memiliki budaya atau culture tersendiri dalam mengolah lahan pertanian.

Di sinilah kearifan lokal berkembang di dalamnya terdapat kearifan lokal mitos dan ritual-ritual sosial yang orientasinya kembali ke alam. Melalui paradigma ini manusia sangat dekat dengan alam dan memahami alam dalam kehidupan sehari-hari.

Pada jaman ini, pengolahan tanah dilakukan dengan menggunakan hewan (sapi, kerbau, kuda) dan sistim tanam yang dikerjakan tangan manusia. Alat-alat tradisional yang digunakan untuk mengolah tanah yaitu bajak, cangkul, sekop, tajak, parang, sabit

Teknologi Pengolahan Tanah Pertama

Salah satu faktor yang menentukan kesuksesan dalam bercocok tanam, adalah ketersediaan alat pertanian baik dalam ukuran yang kecil maupun besar. Seiring perkembangan teknologi, terciptalah alat pertanian modern yang memudahkan para petani untuk melakukan usahataniya. Munculnya berbagai teknologi terbaru di Indonesia saat ini, masih sebagian petani menggunakan alat-alat pertanian tradisional.

Alat pengolahan tanah pertama adalah yang digunakan adalah pengolahan diolah dilakukan dengan membolak-balikkan tanah, memotong serta mencacah. Alat teknologi yang digunakan berbagai macam yaitu bajak singkal, bajak piring, bajak rotary, bajak piasu berputar bajak chisel, bajak subsoil dan bajak raksasa.

Teknologi Pengolahan Tanah Kedua

Teknologi pengolahan kedua digunakan untuk menjadikan tanah jadi gembur dan rata, sisa tanaman dan tumbuhan pengganggu dihancurkan dengan memanfaatkan daya traktor.

Teknologi yang digunakan adalah:

1. Garu

Garu terdiri atas beberapa jenis yaitu garu piring, garu paku, garu pegas, garu rotary, garu khusus.

a. Garu piring

Garu dapat digunakan sebelum pembajakan untuk memotong-motong rumput-rumput pada permukaan tanah, untuk menghancurkan permukaan tanah sehingga keratan tanah lebih berhubungan dengan tanah dasar.

- b. Garu paku
Garu ini mempunyai gigi yang bentuknya seperti paku gunanya adalah untuk menghaluskan dan meratakan tanah setelah pembajakan.
 - c. Garu pegas
Garu pegas pada lahan yang mempunyai batu atau akar-akar tanaman karena gigi-giginya yang dapat memegang apabila mengalami gangguan.
 - d. Garu rotari
Garu rotari terdiri dari dua macam yaitu garu rotari cangkul dan garu rotari silang. Garu rotari cangkul terdiri dari susunan roda yang dikelilingi oleh gigi-gigi berbentuk pisau yang dipasang pada as dengan jarak tertentu dan berputar vertical. Sementara garu rotari silang terdiri dari gigi-gigi yang tegak lurus terhadap permukaan tanah dan dipasang pada rotor berputar horizontal.
 - e. Garu khusus
Garu ini adalah weeder-mulche dan soil surgeon. Weeder-mulche teknologi ini digunakan untuk penyiangan, pembuatan mulsa dan pemecahan tanah di bagian permukaan. Soil surgeon merupakan teknologi yang tersusun pisau berbentuk U yang dipasang pada suatu rangka dari plat, gunanya untuk memecah bongkahan tanah di permukaan dan meratakan.
2. Land rollers dan pulverizers. Alat ini mempunyai piring-piring atau roda-roda yang disusun rapat pada satu as. Ujung piring tajam dan bergerigi. Teknologi ini digunakan untuk penyelesaian dari proses pengolahan tanah untuk persemaian. Land rollers dan pulverizers terdiri dari dua macam yaitu:
- a. surface packer yang terdiri beberapa bentuk 1) V-shaped roller pulverizers.
 - b. Kombinasi T-shaped dan sprocket wheel pulverizers.
 - c. Flexible sprocket wheel pulverizer.
 - d. Subsurface packer yang terdiri dua macam yaitu:
 - V-shaped packer.

- Croewfaat roller.
3. SubSurface Tillage Tools and Field
Alat Teknologi ini digunakan untuk mengolah tanah tanpa merubah tanah di bagian permukaan dan sekaligus dapat untuk penyiangan .
Keuntungan menggunakan alat tersebut adalah:
 - a. meningkatkan kemampuan tanah dalam penyerapan air;
 - b. mengurangi aliran permukaan;
 - c. mengurangi erosi atau angin;
 - d. mengurangi tingkat penguapan air dari permukaan tanah

Teknologi Pertanian Terbaru

Teknologi pertanian terbaru di Indonesia bisa dikatakan berkembang cukup pesat. Tentu saja teknologi pertanian yang muncul sekarang ini telah menarik perhatian berbagai kalangan, bahkan tidak hanya orang-orang yang bergerak di bidang pertanian, orang-orang awam penasaran dengan teknologi penemuan baru. Teknologi pertanian terbaru sudah dengan mudah ditemukan, namun masih menemukan alat-alat tradisional seperti ani-ani, cangkul sabit dan beberapa alat pertanian lainnya.

Manfaat kemajuan teknologi pertanian untuk petani adalah untuk memperoleh benih unggul, menghasilkan pupuk kimia terbaik, dan adanya alat pertanian modern. Alat penanam padi jarwo transplanter. Alat ini direkomendasikan oleh Litbang (Penelitian dan pengembangan) Kementerian Pertanian, konsep dari jarwo alias jajar legowo dari Jawa Timur adalah untuk memberikan jarak yang pas antara padi yang satu dengan padi lainnya. Menurut penelitian, alat jarwo ini mampu meningkatkan produksi padi sebanyak 30%.

Teknologi Penanaman dan Perawatan Modern

Alat-alat teknologi penanaman dan perawatan modern untuk memudahkan para petani untuk bercocok tanam. Cara kerja mesin penanaman modern yakni dengan memasukkan benih atau bibit ke dalam tanah yang gembur. Contohnya adalah: Mesin Tanam Kentang, Mesin Tanam Jagung, Mesin Tanam Padi, Mesin Penebar Pupuk, Mesin Penyemprot Air, Mesin Irigasi, dan Mesin Penutup Tanah.

Teknologi Pascapanen

Dunia pertanian masa kini dihadapkan dengan maraknya kolaborasi teknologi dengan dunia pertanian, sehingga mulai banyak teknologi hingga start-up yang hadir di dalam dunia pertanian. Teknologi pertanian yang hadir saat ini adalah teknologi pertanian pascapanen. Dengan adanya teknologi pertanian pascapanen, tentunya para petani bisa meningkatkan produktivitas panen.

Teknologi pertanian pascapanen terbaru yang dapat diaplikasi di era digital ini adalah:

1. Indo Combine Harvester

Indo Combine Harvester adalah alat untuk panen padi yang memudahkan dalam proses pemotongan hingga pengantongan padi. Kelebihan dari alat canggih ini di antaranya mampu beroperasi di lahan yang basah, memiliki diameter yang lebih rendah, tusuk panen yang dihasilkan tidak lebih dari 1%, dan kapasitas kerja yang terbilang cepat karena dalam waktu 4 sampai 6 jam per hektar.

2. Mesin pemilah bibit unggul

Mesin tersebut banyak digunakan perusahaan pembibitan untuk tahap seleksi bibit unggul. Misalnya digunakan pada pemilihan bibit unggul Jagung Hibrida.

3. Alat pengering kedelai

Alat pengering kedelai ini mampu mempersingkat waktu pengeringan yang biasanya dilakukan selama delapan hari dipersingkat menjadi satu hari.

4. Instalasi pengolah limbah

Dengan menerapkan teknologi instalasi pengolah limbah, limbah ternak dapat diubah menjadi pupuk organik. Ini menjadi nilai tambah bagi peternakan

Fenomena baru ini terjadi berkat kontribusi besar dari lingkungan universitas, pemerintah, bahkan perusahaan swasta. Tiga lingkaran itu (universitas, pemerintahan dan perusahaan swasta) berlomba-lomba mengembangkan teknologi pertanian menjadi lebih baik.

Meskipun beragam alat teknologi pertanian terbaru sudah dengan mudah ditemukan, juga masih bisa menemukan alat-alat tradisional seperti ani-ani,

cangkul, sabit, garu, dan beberapa alat lainnya. Alat-alat yang membantu para petani tersebut sudah dari zaman dulu menjadi barang yang sangat bermanfaat untuk kehidupan petani.

11.4 Perkembangan Teknologi Pertanian Dunia

Perkembangan Zaman Purba

Sepanjang catatan yang ada, perkembangan pengelolaan tanah-tanaman dimulai di Mesopotamia (Irak), terletak antara sungai Tigris dan Kufrat pada 2500 SM. Tanah di wilayah ini subur dan produksi tanaman pertaniannya jauh lebih tinggi daripada di wilayah lain. Menurut Horodutus, tingginya produksi diduga karena adanya sistem irigasi yang baik dan subur karena banjir tahunan yang melanda tiap tahun.

Theophrastus (300 SM) kemudian menulis bahwa sungai Tigris kaya akan lumpur, dan orang-orang sengaja menggenangi lahannya selama mungkin sehingga akan mengendap sejumlah besar lumpur di lahannya. Selanjutnya pada era ini juga diamati bahwa pada lahan tertentu, jika ditanami terus menerus produksinya akan turun. Namun dengan penambahan pupuk kandang dan limbah tanaman, kesuburan tanahnya akan pulih.

Homer (700-900 SM) sebelumnya telah menulis dalam syair kepahlawanan Yunani bahwa pemberian pupuk kandang memperbaiki pertumbuhan anggur dan pupuk kandang yang ditumpuk akan menjadi kompos. Theophrastus (372 – 287 SM) melaporkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tanah yang miskin perlu pupuk banyak, sedangkan yang subur dipupuk sekedar saja.
2. Makna pembuatan persemaian.
3. Tanaman yang subur memerlukan banyak air.
4. Anjuran untuk menampung kotoran hewan yang nilai pupuknya tinggi.
5. Dikisahkan pula tentang kebun sayuran dan zaitun di sekitar Athena diberi air comberan kota, dan pupuk kandang cair.

6. Pupuk dibedakan menurut urutan nilai terbesar ke kecil: manusia > babi > kambing > domba > sapi > kuda (RRC saat ini dikenal paling luas menggunakan tinja).

Kemudian Varro (Roma) menulis bahwa kotoran unggas nilai pupunya lebih tinggi daripada kotoran manusia. Selanjutnya Columella menyatakan bahwa semanggi baik untuk makanan ternak karena semanggi memperkaya kotoran ternak. Jauh sebelumnya Archilochus (700 SM) melaporkan bahwa bangkai dan darah baik untuk tanaman.

Pupuk hijau, tanaman kekacangan (legum) dikenal menyuburkan tanah. Theophrastus mencatat bahwa di Macedonia petani memanfaatkan legum dan membajaknya sehingga bercampur dengan tanah. Cato (234 – 149 SM), seorang pemikir dan sejarawan mengemukakan; (1) Abu tanaman dapat menyuburkan tanah, (2) Kebun anggur yang miskin jika ditanami dengan legum kemudian dibenamkan, akan memulihkan kesuburan tanah. Peranan tanaman kekacangan juga diakui oleh Columella dan Virgil (70 -19 SM).

Kapan penggunaan pupuk mineral oleh orang purba tidak diketahui dengan pasti. Theophrastus menulis bahwa campuran berbagai macam tanah merupakan suatu cara untuk memperbaiki kerusakan dan kesuburan tanah. Penambahan tanah subur ke tanah kurang subur, dan campuran tanah bertekstur kasar dan halus akan memperbaiki tanah.

Gamping (kapur) juga telah dicatat bermanfaat bagi tanah. Orang-orang Aegina menambang gamping dan memanfaatkannya ke tanah. Pliny (62 -113) menganjurkan pemberian kapur halus ke tanah. Pemberian sekali, nampak cukup untuk beberapa tahun.

Arti dan nilai abu tanaman pada zaman ini juga tertulis. Xenophon dan Virgil (70 -19 SM) menganjurkan pembakaran jerami. Cato menasihatkan penjaga kebun anggur untuk membakar pangkasan-pangkasan dan membajaknya dengan maksud menyuburkan tanah. Demikian pula Columella, menganjurkan penebaran abu atau kapur pada tanah untuk mengurangi kemasaman tanah. KNO_3 (salpeter) bermanfaat untuk tanaman telah dicatat oleh Theophrastus dan Pliny. Air asin juga diketahui berguna. Theophrastus menyatakan bahwa pohon palem membutuhkan garam. Petani - petani dulu, menebar air asin di sekitar akar pohon (tanaman) mereka.

Karakteristik tanah, Bulk Density (BD) sebagai indikator kesuburan tanah telah dikemukakan oleh Virgil. Cara mulai BD tanah yaitu gali lubang, dan

kembalikan tanah galian ke lubang. Bila lubang penuh atau berlebih berarti tanah itu padat, kurang baik untuk tanaman. Tanah demikian butuh pengolahan dengan bajak (sapi) yang kuat.

Sebaliknya, jika galian tidak penuh, berarti tanahnya gembur, baik untuk tanaman. Virgil juga memperkenalkan cara-cara yang sekarang dikenal sebagai prototype uji kimia tanah. Tanah yang bergaram, rasanya lebih pahit, sehingga jagung tidak akan tumbuh. Selanjutnya Columella juga menganjurkan uji rasa untuk mengukur tingkat keasaman dan kegaraman tanah. Kemudian Pliny menyatakan bahwa rasa pahit mungkin ada hubungannya dengan warna hitam tanah dan adanya bahan (sisa) tanaman dalam tanah.

Selanjutnya dikatakan bahwa perbedaan pertumbuhan terjadi akibat dari tingkat kesuburan yang berbeda. Ini dapat diketahui dengan membandingkan tebal batang jagung. Columella kemudian mengemukakan bahwa uji terbaik kesesuaian lahan untuk tanaman tertentu adalah apakah tanaman itu dapat tumbuh.

Zaman keemasan bangsa Yunani terjadi pada 800 – 200 SM. Banyak orang dalam periode ini genius. Tulisan-tulisan, budaya dan cara-cara pertaniannya ditiru oleh orang Romawi, dan filosofi Yunani menguasai pemikiran manusia selama lebih dari 2000 tahun.

Kemajuan Teknologi Pertanian Sampai Dengan Abad XIX

Dimulai saat jatuhnya kerajaan Romawi. Pietro de Crescenzi (1230 – 1307) dijuluki sebagai Bapak Agronomi. Beliau menyusun buku “Opus Ruralium Commodorum” yang merupakan cara bercocok tanam setempat. Isi utamanya merupakan ringkasan pekerjaan sejak Homer.

Palissy (1563) berpendapat bahwa abu tanaman merupakan bahan yang berasal dari tanah. Sementara itu Francis Bacon (1561-1624) mengemukakan bahwa:

1. Hara (makanan) utama adalah air.
2. Fungsi tanah yaitu mempertahankan tanaman tegak, melindungi dari panas dan dingin, menyediakan senyawa khusus untuk tanaman.
3. Penanaman terus-menerus pada lahan yang sama akan menurunkan produksi.

Selanjutnya D.B. Van Helmont (1577-1644) seorang ahli fisika dan kimia mengadakan percobaan tanaman Willow berat awalnya 5 pound ditanam dalam pot berisi tanah seberat 200 pound. Setelah 5 tahun tanaman dan tanah ditimbang, berat tanaman menjadi 169 pound, sedangkan tanah 198 pound, berarti lebih ringan 2 pound.

Selama percobaan hanya ditambahkan air. Akhirnya disimpulkan bahwa air merupakan hara satu-satunya bagi tanaman. Kesimpulan Helmont walaupun salah, namun merupakan dasar bagi peneliti-peneliti lainnya. Kemudian Robert Boyle (1627-1691) seorang ahli fisika mengulangi pekerjaan Helmont dan memperkuat temuannya bahwa tanaman terdiri dari garam, alcohol, tanah dan minyak yang semuanya dibentuk dari air. Sebaliknya J. R. Glauber (1604-1668), ahli kimia, menyimpulkan bahwa saltpeter (KNO_3) merupakan satu-satunya hara yang diperlukan tanaman, bukan air.

Pengamatannya melalui pengambilan contoh tanah di kandang. Diketahui bahwa garam (mineral) berasal dari kotoran ternak, sedangkan ternak memakan rumput, berarti garam itu berasal dari rumput. Ketika garam diberikan pada tanaman, pertumbuhan tampak lebih baik. Akhirnya J. Woodward (\pm 1700) menjawab pekerjaan Helmont dan Boyle. Dia menanam spearmint dalam air hujan, air sungai, comberan, comberan + tanah. Tanaman ditimbang pada awal dan akhir. Nampak pertumbuhan tanaman berbeda-beda menurut kotoran yang terdapat dalam air. Pendekatan ini agaknya lebih baik dari sebelumnya.

Jethro Tull (1674 – 1741) dikenal sebagai Bapak Mekanisasi Pertanian. Dia mengamati kegagalan dari dua lahan berbeda yang ditanami tanaman yang sama. Kedua lahan diketahui mendapat udara dan hujan yang sama, namun hasilnya berbeda. Tull berpendapat bahwa tentu ada sesuatu yang diambil tanaman dari tanah yang berbeda. Dia menyatakan bahwa tanaman mengambil makanan dari partikel-partikel halus tanah, karena itu pengolahan tanah penting agar tanah menjadi lebih halus dan gembur. Jethro Tull adalah pencipta alat-alat pertanian yang ditarik hewan.

Arthur Young (1741 – 1820) melakukan percobaan pot untuk mengetahui senyawa apa yang memperbaiki pertumbuhan tanaman barley (jelai). Pot-pot diberi perlakuan arang, minyak, kotoran ayam, anggur, nitrat, mesiu, kulit kerang, dan bahan-bahan lain. Hasilnya, ada yang baik, ada yang mati. Hasilnya diterbitkan dalam 64 volume, dan menggambarkan pendapat bahwa tanaman tersusun dari suatu senyawa dan selanjutnya para ahli mencari prinsip tanaman ini.

Francis Home (\pm 1775) melakukan percobaan pot dan mengukur pengaruh berbagai macam zat, kemudian menganalisis (kimia) bahan tanaman. Dia menyatakan bahwa persoalan pertanian yang penting adalah hara tanaman. Prinsip tanaman bukan hanya satu, melainkan ada beberapa antara lain: udara, air, tanah, garam-garam, minyak, dan api padat (Phlogiston). Dia juga yakin bahwa bahan organik atau humus diambil secara langsung oleh tanaman dan merupakan hara pokok. Pendapat ini bertahan selama bertahun-tahun dan sukar untuk dihilangkan oleh karena hasil analisis kimia tanaman dan humus menunjukkan keduanya mengandung unsur-unsur penting yang sama. Pada waktu itu proses fotosintesis belum ditemukan. Penelitian Home merupakan batu loncatan yang berharga dalam perkembangan ilmu-ilmu pertanian selanjutnya.

Priestley (1772) dan Ingenhousz (1730 – 1799) menunjukkan bahwa dalam keadaan terang (ada cahaya matahari) akan menghasilkan oksigen. Selanjutnya, J.Senebier (1742 – 1809) menyatakan bahwa kenaikan bobot Willow dari percobaan Van Helmont bukan akibat air melainkan udara (C dalam tanaman berasal dari udara).

Kemajuan Selama Abad XIX dan XX

De Sausseure (1804) mengamati pengaruh udara terhadap tanaman serta asal garam dalam tanaman. Disimpulkan bahwa tanaman menyerap O₂ dan melepaskan CO₂. Di bawah pengaruh sinar matahari tanaman menyerap CO₂ dan melepaskan O₂. Selanjutnya dikatakan, tanpa CO₂, tanaman akan mati. De Sausseure menganalisis abu tanaman dan mendapatkan kesamaan unsur-unsur yang dikandung abu tanaman dan tanah.

Selanjutnya, Sir Humphrey Davy (1813) menentang De Sausseure bahwa CO₂ berasal dari udara. Dia mengemukakan pentingnya pupuk dan abu tanaman, dan minyak bumi adalah pupuk. Jika tanah tidak produktif dan harus diperbaiki, perlu dicari penyebabnya melalui analisis kimia.

Kemajuan selanjutnya dicapai oleh Jurtus Von Liebig (1803 -1873). Dari beberapa percobaannya disimpulkan:

1. Unsur kimia dalam tanaman mesti berasal dari tanah dan udara.
2. Sebagian besar C berasal dari atmosfer, H dan O berasal dari air.
3. Logam-logam Ca, Mg, K, penting untuk menetralsisir asam.
4. Fosfor diperlukan untuk pembentukan biji.

Kemudian Lawes (1830 -1850) mencoba efektivitas tulang yang digiling sebagai sumber P tanaman. Ternyata, tidak efektif, dan berlawanan dengan pendapat Liebig. Rupanya diperlukan P yang lebih larut. Lawes dkk juga berpendapat lain bahwa sumber N adalah tanah sedangkan Leibig berpendapat bahwa N bersumber dari udara.

Pada era ini (1802 – 1882) J.B. Bousingault seorang ahli kimia tanah dan pertanian mengamati bahwa tanaman polongan memperoleh N dari udara bila tanah tempat ia tumbuh tidak pernah dipanaskan. N udara kemudian diubah menjadi senyawa yang cocok bagi tanaman. Pemanasan rupanya mematikan jasad hidup tanah, dan Bousingault belum dapat mengaitkannya dengan fiksasi N. Nanti 50 tahun kemudian Beijerinck mengisolasi bakteri (*Bacillus radicicola*) yang berperan dalam pengikatan nitrogen udara oleh tanaman polongan.

Temuan-temuan dalam abad 20 antara lain unsur-unsur penting lainnya bagi tanaman misalnya Mn, B, Zn, Cu, Mo, Cl, Co, V dan Na, metode-metode penelitian, analisis-analisis, pupuk, kesetimbangan hara dalam tanah, serapan dan ketersediaan hara, peranan mikrobial dalam pengikatan N udara, dan bioteknologi lainnya.

Harapan Abad XXI

Manusia makin bertambah, kebutuhan makanan dan sandang juga semakin bertambah. Unsur yang paling banyak dibutuhkan tanaman adalah nitrogen, dengan demikian kebutuhan pupuk N dimasa datang juga meningkat. Untuk memproduksi pupuk N dibutuhkan biaya besar (konstruksi pabrik, gas alam). Di samping itu juga adanya risiko polusi, dan bahan baku tidak dapat diperbaharui. Sebagai pilihan di masa datang adalah meningkatkan dan mengembangkan mikrobial yang dapat mengikat N udara.

Perbaikan metode analisis tanah dan tanaman untuk menentukan kebutuhan pupuk juga merupakan bagian penting di masa datang. Selanjutnya bagaimana mencari, menemukan, dan mengembangkan formulasi pupuk yang pelepasannya lambat sehingga lebih efektif dan efisien perlu mendapat perhatian. Teknik-teknik konservasi untuk menekan laju erosi, dan meningkatkan efisiensi irigasi dan penggunaan air masih memerlukan penelitian mendalam.

Suatu perkembangan baru muncul di bidang genetika molekuler. Lewat teknik-teknik pemindahan gen, kualitas dari suatu genus atau jenis yang diinginkan dapat dipindahkan ke tanaman lain. Teknologi ini diharapkan terus

dikembangkan dan disempurnakan sehingga di masa datang dapat diciptakan tanaman-tanaman sesuai dengan yang diinginkan. Kemajuan-kemajuan bioteknologi kini dan masa datang akan sangat bermanfaat bagi manusia.

Teknologi pemanfaatan pengindraan jauh (remote sensing) untuk menentukan kondisi tanaman juga diharapkan semakin meningkat. Persoalan-persoalan yang muncul dari tanah, irigasi, serangan hama dan penyakit dapat diketahui sedini mungkin melalui pengindraan jauh dan dapat segera diperbaiki untuk mencegah kerusakan yang lebih serius. Kemajuan-kemajuan pertanian di masa datang tergantung pada peneliti-peneliti berbobot, yang mempunyai pengamatan tajam dan pandangan jauh kedepan.

11.5 Perkembangan Teknologi Pertanian Dunia dan Indonesia

Perkembangan teknologi yang semakin pesat telah banyak mengubah berbagai aspek kehidupan, tak terkecuali industri pertanian. Kini, dunia telah memasuki era revolusi industri 4.0, ditandai dengan penggunaan mesin-mesin informasi yang terintegrasi dengan jaringan internet. Dengan tantangan tersebut, petani di masa kini tak bisa hanya mengandalkan traditional farming, namun juga harus dapat mengoptimalkan pemanfaatan teknologi dan penerapan pertanian presisi. Tujuannya agar tercapai produktivitas pertanian yang efisien hingga aktivitas pemasaran digital berbasis platform.

Kini banyak lahan pertanian yang beralih fungsi menjadi kawasan properti dan industri. Sehingga dibutuhkan suatu pola pikir kreatif dan inovatif untuk mengembangkan pertanian yang visioner dan integratif. Apalagi di masa pandemi, sektor pertanian terus tumbuh secara positif. Jadi, momentum ini wajib didorong untuk bisa jadi sumber pertumbuhan ekonomi nasional dapat menjadi penyelamat ekonomi bangsa. Yang bisa menunjukkan kedaulatan pangan Indonesia.

Hal-Hal Yang Perlu Diketahui Tentang Pertanian Inklusif

Pertanian yang inklusif adalah pertanian yang bisa mengakomodasi kepentingan segala kelompok. Pemerintah tidak perlu lagi mengkotak-kotakkan kelompok petani. Seharusnya seluruh tingkat kelompok petani bisa berada dalam satu kesatuan yang disebut Indonesia Agriculture Incorporated.

Yang merupakan sebuah langkah sinergi bagi seluruh komponen dengan pemberian akses pada kelompok petani kecil agar dapat turut berpartisipasi dalam transformasi pertanian Indonesia. Harapannya, kemiskinan dapat teratasi dan pertumbuhan ekonomi akan lebih merata.

Langkah-langkah dalam mendorong pertanian presisi atau smart farming di industri 4.0 berbasis teknologi ini bisa memakai Artificial Intelligence dan blockchain yang bisa mendorong percepatan smart farming di masa depan. Hingga bisa diimplementasikan oleh semua kelompok pertanian nantinya.

Dunia yang semakin berkembang pesat dalam teknologinya tentu akan memberikan dampak positif dan juga negatif pada aspek aspek penting dan vital dunia, termasuk dalam aspek pertanian. Semakin canggihnya teknologi semakin banyak tantangan yang perlu dihadapi demi meningkatkan produktivitas pertanian, terutama di Indonesia. Hingga muncul sebuah gerakan untuk memulai pertanian 4.0.

Pertanian 4.0 adalah sebuah kesepakatan tingkat tinggi di negara negara eropa dalam bidang pertanian yang berbasis teknologi. Oleh karenanya Indonesia perlu melakukan pembenahan dalam pertaniannya. Industri pertanian 4.0 harus menjadi acuan dan arah langkah pertanian Indonesia demi mencapai tujuan dan produktivitas pertanian dunia. Terlebih lagi Indonesia merupakan negara dengan nilai pertanian yang sangat diperhitungkan dunia.

Transformasi digital pada sektor pertanian, pengembangan dan pemanfaatan digital dalam bidang pertanian adalah agenda utama industri pertanian 4.0 yang mengerucut pada pertanian pintar, pertanian terukur dan pertanian bioteknologi.

Indonesia dengan industri pertanian 4.0 tidak hanya memengaruhi produsen saja, akan tetapi membawa konsumen lebih dekat dan mudah dalam menjangkau petani atau perusahaan pertanian melalui industri digital ini. Manfaat yang dapat dirasakan adalah mengetahui suatu produk dalam prosesnya, berkelanjutan atau tidak. Selain itu setiap kegiatan pertanian terekam yang dapat dijadikan bahan evaluasi dan acuan untuk aktivitas-aktivitas pertanian lainnya sehingga memudahkan petani dalam mengembangkan pertaniannya.

Bab 12

Keteknikan Pertanian

12.1 Pendahuluan

Keteknikan Pertanian adalah pendekatan teknik (engineering) secara luas dalam bidang pertanian yang sangat dibutuhkan untuk melakukan transformasi sumber daya alam secara efisien dan efektif untuk kebutuhan manusia. Teknik pertanian (agriculture engineering) atau rekayasa pertanian adalah merupakan penerapan dasar-dasar teknik dalam bidang pertanian mencakup bidang teknik mesin budidaya pertanian, teknik sumber daya alam pertanian, teknik proses hasil pertanian/pangan, energi dan listrik pertanian, perbengkelan dan instrumentasi di bidang pertanian, ergonomika alat dan mesin pertanian, sistem dan manajemen keteknikan pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, serta teknik tanah dan teknik sumber daya air (Field et al. 2007).

Cakupan keteknikan pertanian meliputi pengolahan dan pengelolaan lahan dan air, penanaman, pemeliharaan, pemanenan dan pengolahan pascapanen, peralatan dan mesin pengolahan, energi di bidang pertanian serta teknik lingkungan dan bangunan pertanian. Dengan kata lain aspek dari keteknikan pertanian sangatlah luas. Berbagai teknologi di bidang pertanian yang ada pada masyarakat bisa dikatakan belum bisa dimanfaatkan secara efisien.

Hal itu dapat dilihat dari masih banyaknya para petani yang masih menggunakan cara tradisional untuk mengolah hasil pertanian mereka, hal ini

tentu berdampak pada hasil produksi karena dengan cara tradisional membutuhkan waktu yang relatif lebih lama.

Menurut Mardikanto (1993) petani akan menerima suatu teknologi apabila teknologi tersebut:

1. Memberi keuntungan ekonomi bila teknologi tersebut diterapkan (profitability).
2. Teknologi tersebut sesuai dengan lingkungan budaya setempat (cultural compatibility).
3. Kesesuaian dengan lingkungan fisik (physical compatibility).
4. Teknologi tersebut memiliki kemudahan jika diterapkan.
5. Penghematan tenaga kerja dan waktu.
6. Tidak memerlukan biaya yang besar jika teknologi tersebut diterapkan.

Teknologi produksi pertanian memiliki rantai proses yang panjang dan waktunya lama, berbeda dengan teknologi pada industri manufaktur non biologis yang rantai prosesnya relatif pendek dan waktu produksinya singkat.

12.2 Teknologi Pascapanen dan Pengolahan Pangan

Teknologi diartikan sebagai ilmu terapan dari rekayasa yang diwujudkan dalam bentuk karya cipta manusia yang didasarkan pada prinsip ilmu pengetahuan. Menurut Mosher (1985) teknologi merupakan salah satu syarat mutlak pembangunan pertanian.

Istilah pascapanen bermacam-macam penggunaannya, ada yang menyebutnya dengan penanganan pascapanen, teknologi penanganan pascapanen, dan ada juga yang memberi istilah teknologi pascapanen. Pada tahun 1970 istilah pasca panen mulai populer di Indonesia setelah diketahui bahwa produksi padi sejak panen sampai tiba di tangan konsumen banyak mengalami kerusakan, susut dan kehilangan bobot.

Teknologi pascapanen merupakan suatu perangkat yang digunakan dalam upaya peningkatan kualitas penanganan dengan tujuan mengurangi susut

karena penurunan mutu produk yang melibatkan proses fisiologi normal dan atau respons terhadap kondisi yang tidak cocok akibat perubahan lingkungan secara fisik, kimia, dan biologis. Teknologi pascapanen diperlukan untuk menurunkan atau bila memungkinkan susut pascapanen.

Teknologi pascapanen yang dikembangkan menjadi tepat guna hanya bila telah terbukti layak secara teknis, ekonomi, dan sosial, artinya suatu teknologi pascapanen yang dikembangkan tidak hanya dapat diaplikasikan tapi juga bermanfaat dan diterima oleh seluruh bagian dalam rantai penanganan pascapanen. Teknologi pascapanen mempunyai cakupan yang sangat luas dari segala jenis produk pertanian hingga produk ternak, hasil perikanan dan kelautan.

Beberapa hal yang termasuk dalam teknologi pascapanen adalah meliputi: (Saidi, Azara, and Yanti 2021):

1. Semua kegiatan perlakuan, penanganan (handling), dan pengolahan langsung terhadap produksi pertanian tanpa mengubah struktur asli produk tersebut. Contohnya adalah pemanenan itu sendiri, perontokan biji, penyimpanan atau penggudangan, pengawetan, penggilingan, standardisasi mutu produk dalam transportasi, dan pemasaran.
2. Segera dilakukan pengolahan karena sifat hasil panennya, misalnya umbi ketela pohon (ubi kayu) tidak dapat disimpan lama dan patinya harus segera diekstrak.

Tujuan teknologi pascapanen tanaman pangan antara lain adalah sebagai berikut:

Menekan tingkat kehilangan dan atau tingkat kerusakan hasil panen tanaman pangan.

1. meningkatkan daya simpan dan daya guna hasil tanaman pangan agar dapat menunjang usaha penyediaan pangan dan perbaikan gizi masyarakat;
2. menyediakan bahan baku industri dalam negeri;
3. meningkatkan pendapatan petani;
4. meningkatkan penerimaan devisa negara;
5. memperluas kesempatan kerja, dan;

6. melestarikan sumber daya alam dan lingkungan hidup.

Jadi, dengan teknologi pascapanen hasil pertanian akan diperoleh bahan baku yang berkualitas baik dengan cara mencegah atau mengurangi terjadinya kehilangan dan atau kerusakan hasil panen. Hasil panen yang telah melalui proses teknologi pascapanen dapat dikonsumsi oleh konsumen tanpa melalui proses pengolahan lebih lanjut atau dapat sebagai bahan baku untuk diolah dalam industri pengolahan hasil pertanian.

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 pengertian pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati produk pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan, perairan dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan bahan baku pangan, dan bahan lainnya yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan/atau pembuatan makanan atau minuman.

Pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun yang tidak diolah diperuntukkan sebagai makanan atau minuman untuk dikonsumsi manusia (Sobari 2018). Menurut Novalinda and Asni (2013) jika ditinjau dari beberapa aspek yang ada dalam ketahanan pangan khususnya aspek ketersediaan pangan maka sangat dibutuhkan peran teknologi, salah satu teknologi yang berperan penting adalah pengolahan pangan.

Pengolahan pangan berperan penting dalam meningkatkan keanekaragaman pangan, meningkatkan nilai gizi pangan dan meningkatkan keamanan pangan serta menekan kehilangan. Khususnya di bidang keanekaragaman pangan, pengolahan pangan dapat berperan dalam meningkatkan nilai tambah produk pangan lokal. Sehingga produk pangan lokal yang dihasilkan menarik minat konsumen.

12.3 Teknik Tanah dan Air

Tanah, air dan tanaman merupakan unsur-unsur penting yang akan terkait satu sama lain, dalam pengelolaan dan budidaya pertanian. Secara umum fungsi tanah adalah sebagai media tumbuh, yang menunjang keberlangsungan kehidupan tanaman, sebagai unsur yang dibudidayakan. Sedangkan air sendiri

lebih terkait dengan fungsi dukungan selama proses pertumbuhan, di samping unsur-unsur penting dalam tanah, yang juga mendukung proses tumbuh berkembangnya tanaman.

Untuk menunjang ketahanan pangan memerlukan debit air yang cukup dan kualitas air irigasi yang sesuai. Salah satu fungsi air terpenting bagi tanaman adalah untuk mengangkut unsur hara dari tanah ke dalam tubuh tanaman (Arifin 2002).

Bagi negara-negara berkembang yang menggantungkan hidup pada sektor pertanian termasuk Indonesia, memiliki masalah pokok dalam meningkatkan taraf hidup masyarakat yaitu bagaimana mengelola sumber daya alam yang dimiliki, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal, lestari, dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan hidupnya. ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu (Seta 1987):

1. Sumber daya alam yang tersedia, terutama tanah dan air.
2. Teknologi yang tersedia, yaitu tingkat pengetahuan dan teknologi pengelolaan tanah, air dan tanaman.
3. Tersedianya fasilitas tanaman unggul yang responsif terhadap penerapan teknologi baru.
4. Tersedianya sarana produksi, seperti pupuk, pestisida, dan air irigasi.

Tanah bukan hanya memiliki peran terbatas secara ekonomis pada produk-produk pertanian yang menghasilkan bahan mentah, akan tetapi sudah berfungsi pula sebagai sumber daya ruang (spatial resources), sumber daya energi dan sumber daya bahan dasar (material resources). Walaupun tanah dan air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, tetapi sumber daya tanah dan air rentan mengalami kerusakan atau degradasi. Menurut Syam (2003) penerapan teknik tanah selayaknya mempertimbangkan tiga hal yaitu curah hujan, kondisi tanah (kemiringan, ketebalan solum, sifat tanah) dan kemampuan petani (biaya, waktu dan tenaga kerja yang tersedia).

Menurut Sitanala et al. (1988) pemanfaatan sumber daya alam yang dapat diperbaharui perlu memperhatikan:

1. Cara pengolahan serentak disertai proses pemanfaatannya.
2. Hasil penggunaannya sebagian disisihkan untuk menjamin pembaruan sumber daya alam.

3. Teknologi yang dipakai tidak sampai merusak kemampuan sumber daya alam untuk diperbarui.
4. Dampak negatif pengolahannya ikut ditangani.

Tersedianya teknologi sumber daya tanah, air dan iklim merupakan dasar untuk memproduksi pangan secara optimal. Pemahaman tentang karakteristik sumber daya lahan sangat penting.

12.4 Mekanisasi Pertanian

Mekanisasi pertanian dalam pengertian *agriculture engineering*, mencakup aplikasi teknologi dan manajemen penggunaan berbagai jenis alat dan mesin pertanian, mulai dari pengolahan, tanah, tanam, penyediaan air, pemupukan, perawatan tanaman, pemungutan hasil sampai ke produk yang siap dipasarkan.

Perkembangan alat dan mesin pertanian mengikuti perkembangan kebudayaan manusia, dan sudah sejak lama alat dan mesin pertanian digunakan. Awalnya alat dan mesin pertanian masih sederhana dan terbuat dari batu atau kayu kemudian berkembang menjadi logam. Mula-mula susunan alat ini sederhana kemudian sampai ditemukannya alat mesin pertanian yang kompleks.

Dengan adanya perkembangan dalam pemanfaatan sumber daya alam dengan motor secara langsung memengaruhi perkembangan dari alat dan mesin pertanian. Sesuai dengan definisi dari mekanisasi pertanian (*agriculture mechanization*), maka penggunaan alat mekanisasi pertanian adalah untuk meningkatkan daya kerja manusia dalam proses produksi pertanian dan dalam setiap tahapan dari proses produksi tersebut memerlukan alat dan mesin pertanian (Gunawan 2014).

Dengan menggunakan mekanisasi setiap perubahan usaha tani didasari tujuan tertentu yang membuat perubahan tersebut bisa dimengerti, logis, dan dapat diterima. Setiap perubahan suatu sistem diharapkan akan menghasilkan sesuatu yang menguntungkan dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Secara umum, tujuan mekanisasi pertanian adalah (Gunawan 2014):

1. mengurangi beban kerja dan meningkatkan efisiensi tenaga manusia;
2. mengurangi kerusakan produksi pertanian;
3. menurunkan ongkos produksi;

4. menjamin kenaikan kualitas dan kuantitas produksi;
5. meningkatkan taraf hidup petani;
6. memungkinkan pertumbuhan ekonomi sub sistem (tipe pertanian kebutuhan keluarga) menjadi tipe pertanian komersial (commercial farming).

Dari tujuan tersebut diatas, aplikasi mekanisasi pertanian dimaksudkan untuk menangani pekerjaan yang tidak mungkin dilakukan secara manual, meningkatnya produktivitas sumber daya manusia, efisien dalam penggunaan input produksi, meningkatkan produktivitas dan kualitas dan memberikan nilai bagi penggunaannya.

Tujuan tersebut diatas dapat dicapai apabila penggunaan dan pemilihan alat dan mesin pertanian dilakukan dengan tepat dan benar, tetapi apabila pemilihan dan penggunaannya tidak tepat, maka hal sebaliknya yang akan terjadi. Penerapan mekanisasi pertanian menuntut adanya dukungan berbagai unsur, seperti tenaga profesional di bidang manajemen, teknik/mekanik, operator, ketersediaan perbengkelan, ketersediaan perbengkelan, ketersediaan bahan bakar, pelumas, suku cadang serta ketersediaan unsur-unsur pendukungnya, merupakan persyaratan agar mekanisasi pertanian mampu dikembangkan dan dirasakan manfaatnya sesuai dengan tujuan modernisasi pertanian.

Menurut Gunawan (2014) pengembangan alat dan mesin pertanian yang juga pengembangan mekanisasi pertanian tidak dapat berdiri sendiri, karena merupakan suatu sub sistem penunjang (supporting sistem) dalam proses budidaya, pengolahan dan penyimpanan. Sebagai teknologi yang bersifat indivisible (tidak dapat terbagi), peran alat dan mesin pertanian tersebut sebaiknya dapat didistribusikan pada banyak pemakai, atau petani kecil yang tidak mempunyai cukup kemampuan untuk memilikinya.

Dalam usaha tani pertanian seperti tanaman pangan, hortikultura, perkebunan dan peternakan alat dan mesin pertanian telah banyak digunakan. Penggunaan alat dan mesin pertanian telah dirasakan manfaatnya oleh petani khususnya tanaman pangan dalam mempercepat pengolahan tanah, pengendalian hama, panen dan perontokan khususnya di daerah intensifikasi. Dengan adanya mekanisasi pertanian dapat diwujudkan suatu sistem usaha tani dengan kepastian hasil tinggi yang dinyatakan dengan ciri fisik seperti kuantitas, kualitas, produktivitas dan efisiensi.

Beberapa inovasi pada mekanisasi pertanian dapat berupa bentuk sistem, model, prototype dan proses yang diperbarui, sebagai hasil penelitian dan perancangan harus sepadan dengan lingkungan sistem dan usaha agribisnis yang dibangun, karena alat dan mesin pertanian bukan merupakan input yang berdiri sendiri, namun merupakan supporting sistem dan akan saling bergantung pada komponen sumber daya alam, petani, sosial dan ekonomi serta lingkungan strategis lainnya.

12.5 Instrumentasi dan Kontrol

Instrumentasi dan kontrol adalah bidang keilmuan yang mempelajari sistem-sistem pengukuran berbagai besaran fisis, perancangan instrumentasi dan sistem instrumentasi serta teknik-teknik pengontrolan berbagai sistem atau proses, yang kemudian diterapkan dalam merancang dan memperbaiki kualitas sistem atau proses (baik instrumental maupun kontrol) dalam usaha untuk meningkatkan kualitas produk, performansi, keselamatan, efisiensi, pelestarian lingkungan serta potensi penghematan penggunaan energi.

Sistem instrumen pada dasarnya bisa berfungsi sebagai alat ukur, alat deteksi atau alat pantau maupun sebagai bagian dari sistem pengontrolan sedangkan sistem instrumentasi adalah merupakan gabungan atau integrasi dari berbagai sistem instrumen yang menangani berbagai fungsi dalam suatu bidang aplikasi baik hanya yang digunakan untuk pemantauan suatu besaran sampai dengan untuk tujuan pengontrolan.

Menurut Nazaruddin (2016) penguasaan keilmuan instrumentasi sering kali menjadi kesatuan yang tidak terpisahkan dengan kontrol karena perancangan sistem kontrol yang baik menghendaki penggunaan sistem instrumentasi yang juga handal.

Hingga kini berbagai aplikasi dari prinsip-prinsip instrumentasi dan kontrol yang telah berhasil dilakukan melibatkan integrasi dari bermacam-macam perangkat dari disiplin ilmu seperti misalnya pemrosesan sinyal, elektronik, komunikasi data, perangkat lunak, algoritma, komputasi waktu-nyata dan diskrit, sensor dan aktuator serta penggunaan pengetahuan spesifik yang tergantung pada aplikasinya (Nazaruddin 2016).

Keilmuan instrumentasi dan kontrol dalam penerapannya dapat ditemukan hampir di semua bidang, seperti transportasi, manufaktur, hankam, pangan,

energi, luar angkasa, industri proses, dan produk-produk komersial. Lebih jauh lagi, banyak hal yang terkait dengan prinsip-prinsip kontrol telah juga diterapkan dalam berbagai bidang ilmu lainnya seperti ekonomi dan sistem keuangan, biologi, medis, dan sebagainya.

Dunia industri saat ini bergerak sangat dinamis dan berubah dengan cepat. Proses produksi tepat waktu, kualitas tinggi, keselamatan dalam operasi serta optimalisasi dalam produk produksi merupakan faktor yang penting di dalam dunia industri.

Salah satu upaya untuk memenuhi kriteria di atas adalah dengan memanfaatkan sistem instrumentasi dan kontrol yang baik dan efisien. Inovasi baru untuk menghasilkan produk modern dapat terwujud jika didukung oleh industri instrumentasi dan sistem kendali yang handal. Selain itu, perkembangan industri di segala bidang saat ini sangat dipengaruhi oleh peran konsep otomasi yang didukung oleh instrumen canggih serta berbagai teknik kontrol, baik konvensional maupun lanjutan.

Besarnya potensi dan tantangan pada keilmuan instrumentasi dan kontrol terutama potensi pengembangan dan penerapannya di berbagai lingkungan aplikasi menyebabkan ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan pesat belakangan ini.

Dalam pengembangannya melibatkan berbagai subjek keilmuan seperti pemodelan, identifikasi, simulasi, perencanaan pengambilan keputusan dan optimasi, menyelesaikan permasalahan ketidakpastian melalui umpan balik, mengevaluasi performansi dari sistem yang dikontrol dan sebagainya (Nazaruddin 2016).

Daftar Pustaka

- Adi D., (2019), Energi geotermal di Indonesia: potensi, pemanfaatan, dan rencana ke depan, *The Conversation*
- Agrozine, R. (2020) Mengenal Rice Transplanter, Ini Cara Kerja dan Harganya di Pasaran. Available at: <https://agrozine.id>.
- Ahmed, N. et al. (2013) 'Different drying methods: Their applications and recent advances', *International Journal of Food Nutrition and Safety*, 4(1), pp. 34–42.
- Aimanah, U. & V., (2019). *Teknologi Penanganan dan Pengolahan Hasil Pertanian*. Jakarta: Pusat Pendidikan Pertanian, Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian.
- Akilie, M.S., Xyzquolyna, D. and Gobel, M.R. (2021) 'The effect of commercial liquid smoke immersion on tofu storage period', *Anjoro: International Journal of Agriculture and Business*, 2(1), pp. 34–40. doi:10.31605/anjoro.v2i.
- Al-Bachir, M. (2015) 'Studies on the physicochemical characteristics of oil extracted from gamma irradiated pistachio (*Pistacia vera* L.)', *Food Chemistry*. Elsevier Ltd, 167, pp. 175–179. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.06.020.
- Almatsier, S. (2001) 'Prinsip-prinsip dasar ilmu gizi', Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier, S. (2002) 'Prinsip dasar ilmu gizi'.
- Aman, W., Tethool, E., Sarungallo, Z., & Hutabalian, O. (2019). Penentuan Beberapa Karakteristik Fisik dan Mekanik Buah Merah (Pandanus

- conoideus L.) Sebagai Dasar Perancangan Peralatan Pengolahan Minyak Buah Merah. *Agrotechnology*, 2(1), 2620-4738.
- Aminzare, M. et al. (2019) 'Using natural antioxidants in meat and meat products as preservatives: A review', *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 7(5), pp. 417–426. doi:10.1177/1461444810365020.
- Amsasekar, A., Mor, R. S., Kishore, A., Singh, A., & Sid, S. (2022). Impact of high pressure processing on microbiological, nutritional and sensory properties of food: a review. *Nutrition & Food Science*.
- Anderson, W. (2021) *Food Preservation: History, Methods, Types*, Schoolworkhelper. Available at: <https://schoolworkhelper.net/food-preservation-history-methods-types/> (Accessed: 7 March 2020).
- Aprilyani, R., Budianto, A., & Herlina, N. (2020). Pengaruh Karakteristik Produk dan Kebijakan Harga terhadap Minat Beli Konsumen. *Business Management and Entrepreneurship Journal*, 2(2), 131-146.
- Ariani, L., Estiasih, T., & Martati, E. (2017). Karakteristik Sifat Fisiko Kimia Ubi Kayu Berbasis Kadar Sianida. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(2), 119-128.
- Arti, I., & Miska, M. (2020). Perubahan Mutu Fisik Pisang Cavendish Selama Penyimpanan Dingin pada Kemasan Plastik Perforasi dan Non-Forasi. *UG Jurnal*, 14(11), 33-44.
- Auliana, R. (2001) 'Gizi & Pengolahan Pangan'.
- Austin, J. E. (1981) *Agroindustrial Project Analysis*. London: The Johns Hopkins University Press.
- Baghi, F. et al. (2022) 'Advancements in biodegradable active films for food packaging: Effects of nano/microcapsule incorporation', *Foods*, 11, p. 760.
- Baldwin, E.A. (2020) 'Surface Treatments and Edible Coatings in Food Preservation', in Rahman, M.S. (ed.) *Handbook of Food Preservation*. 3rd edn. Boca Raton: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, pp. 517–528.
- Barcenilla, C. et al. (2022) 'Application of lactic acid bacteria for the biopreservation of meat products: A systematic review', *Meat Science*, 183, p. 108661. doi:10.1016/j.meatsci.2021.108661.

- Belay, Z.A., Caleb, O.J., Linus, U. (2016) 'Modelling approaches for designing and evaluating the performance of modified atmosphere packaging (MAP) systems for fresh produce: a review', *Food Packag. Shelf Life*, 10, pp. 1–15. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.08.001>.
- Bhattacharya, S. (Ed.). (2014). *Conventional and advanced food processing technologies*. John Wiley & Sons.
- Blackburn, C. (2006) 'Managing microbial food spoilage: An overview', in *Food Spoilage Microorganisms*. Woodhead Publishing Limited, pp. 147–170. doi:10.1533/9781845691417.2.147.
- Boserup (1965) *The Conditions of Agricultural Growth*. Chicago: Aldine.
- Bouyahya, A. et al. (2021) 'Health benefits and pharmacological properties of carvone', *Biomolecules*, 11. doi:10.3390/biom11121803.
- BPS. (2021). *Statistik Hortikultura 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BSN. (2019). *Bunga Krisan Potong Segar*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Budiman, A. K. (2009) 'Protein dan asam amino', Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Castello, R., and Chum, H., (1998), *Biomass, Bioenergi Dan Carbon Management*, In *Bioenergi, Expanding Bioenergi Partnerships*, D.Wichert: 11-17
- Chisti, Y. (2010) 'Fermentation Technology', in Soetaert, W. and Vandamme, E.J. (eds) *Industrial Biotechnology. Sustainable Growth and Economic Success*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, pp. 149–171.
- Costa, A.I.A., and Jongen, W.M.F. (2006), "New Insights Into Consumer-Led Food Product Development", *Trends in Food Science & Technology*, 17: 457 – 465.
- Czerwiński, K. et al. (2021) 'Towards Impact of modified atmosphere packaging (MAP) on shelf-life of polymer-film-packed food products: challenges and sustainable developments', *Coatings*, 11, p. 1504.

- David Owens, J. (2015) *Indigenous Fermented Foods of Southeast Asia*. Edited by J.D. Owens. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group. doi:10.1201/b17835.
- Dixit, R., and Ghosh, M. (2013), "Financial Inclusion for Inclusive Growth of India : A Study of Indian States", *International Journal of Business Management & Research (IJBMR)*, Vol. 3, Issue 1, 147-156.
- Dwi, A. (2019) Saat Mesin-mesin Pertanian Mulai Menggusur Tenaga Kerja Manusia. Available at: <https://keraskulon.ngawikab.id>.
- E.F. Lindsley, Water power for your home, *Popular Science*, May (1977), Vol. 210, No. 5, 87-93.
- EBTKE Republik Indonesia, (2021) , Nomor 24 Tahun 2021
- EBTKE, (2016), Potensi Penghematan Energi Cukup Besar
- Embuscado, M.E. and Huber, K.C. (2009) *Edible Films and Coatings for Food Applications*. London: Springer Science+Business Media.
- Estiasih, T., & Ahmadi, K. (2011). *Teknologi pengolahan pangan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Estiasih, T., Waziroh, E. and Fibrianto, K. (2022) *Kimia dan Fisik Pangan*. Bumi Aksara.
- Fellows, P. J. (2009). *Food processing technology: principles and practice*. Elsevier.
- Ferial, (2015), *Pengembangan Energi Arus Laut*
- Firmansyah, I. et al., (2006). *Proses Pascapanen Untuk Menunjang Perbaikan Produk Biji Jagung Berskala Industri dan Ekspor*. Laporan Hasil Penelitian, Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros, pp. 1-15.
- Friedman, H., Whitney, J., & Szesniak, A. (1963). The Texturometer-A New instrument for objective texture measurement. *J. Food Sci.*, 28, 390-395.
- Gandy, J. W., Madden, A. and Holdsworth, M. (2014) 'Gizi dan dietetika edisi 2', Jakarta: EGC, pp. 352–353.
- Gardjito, M., & Saifudin, U. (2011). *Penanganan Pascapanen Buah-buahan Tropis (1 ed.)*. Yogyakarta: Kanisius.

- Gardjito, M., Widuri, H., Ryan, S. (2015) *Penanganan Segar Hortikultura untuk Penyimpanan dan Pemasaran*. Edisi Pertama. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Ghanbari, M. et al. (2013) 'Seafood biopreservation by lactic acid bacteria - A review', *LWT - Food Science and Technology*, 54, pp. 315–324. doi:10.1016/j.lwt.2013.05.039.
- Ghoshal, G. (2018). Emerging food processing technologies. In *Food processing for increased quality and consumption* (pp. 29-65). Academic Press.
- Gorris, L.G.M. and Peppelenbos, H.W. (2020) 'Modified-Atmosphere Packaging of Produce', in Rahman, M.S. (ed.) *Handbook of Food Preservation*. 3rd edn. Boca Raton: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, pp. 349–362. doi:10.1201/9781420017373.pt3.
- Grotte, M., Duprat, F., Loonis, D., & Pietri, E. (2001). Mechanical properties of the skin and the flesh of apples. *Int. J. Food Prop*, 4, 149-161.
- Guiné, R.P.F. (2018) 'The drying of foods and its effect on the physical-chemical, sensorial and nutritional properties', *International Journal of Food Engineering*, 4(2), pp. 93–100. doi:10.18178/ijfe.4.2.93-100.
- Guizani, N., Bulushi, I.M. Al and Mothershaw, A. (2020) 'Fermentation as a Food Biopreservation Technique', in Rahman, M.S. (ed.) *Handbook of Food Preservation*. 3rd edn. Boca Raton: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, pp. 261–282.
- Hanifawati, T., Suryantini, A., (2017) "Pengaruh Atribut Kemasan Makanan dan Karakteristik Konsumen terhadap Pembelian", *Jurnal Agriekonomika*, hal. 72-85.
- Hansen, M.T. dan Birkinshaw, J., (2007) "The Innovation Value Chain" Boston : MA : Harvard Business Review.
- Hariyadi, P., dan N. A. (2015) *Dasar-Dasar Penanganan Pascapanen Buah dan Sayur*. Cetakan Pertama. Bandung: CV Alfabeta.
- Harrysson, H. et al. (2021) 'Effect of storage conditions on lipid oxidation, nutrient loss and colour of dried seaweeds, *Porphyra umbilicalis* and *Ulva fenestrata*, subjected to different pretreatments', *Algal Research*, 56(March). doi:10.1016/j.algal.2021.102295.

- Helmi, H. et al. (2022) 'Dynamic changes in the bacterial community and metabolic profile during fermentation of low-salt shrimp paste (terasi)', *Metabolites*, 12, p. 118. doi:10.3390/metabo12020118.
- Hermawan and Suryadi, T. (2017) *Buku Ajar Perencanaan Usaha Agribisnis*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- IFT (2022a) Non-Thermal Preservation Processes, Institute of Food Technologists. Available at: https://www.ift.org/policy-and-advocacy/advocacy-toolkits/food-processing/non-thermal-preservation?__hstc=753710.5062844c0f49708fb9a61ec9d087b66b.1646635915053.1646635915053.1646635915053.1&__hssc=753710.1.1646635915054&__hsfp=2077185778 (Accessed: 7 March 2022).
- IFT (2022b) Thermal Preservation Processes, Institute of Food Technologists. Available at: https://www.ift.org/policy-and-advocacy/advocacy-toolkits/food-processing/thermal-preservation-process?__hstc=753710.59fa13e561c8e180c6435448a1a041c7.1646635236145.1646635236145.1646635236145.1&__hssc=753710.1.1646635236146&__hsfp=2077185778 (Accessed: 7 March 2022).
- Indartono, Y., (2005), Bioetanol alternatif energi terbarukan: kajian prestasi mesin dan implementasi di lapangan. <http://www.energi.lipi.go.id>
- Ioannou, I. and Ghoul, M. (2013) 'Prevention of Enzymatic Browning in Fruits and Vegetables', *European Scientific Journal*, 9(30), pp. 310–341. doi:10.1021/bk-1995-0600.ch004.
- Irawan, M. A. (2007) 'Karbohidrat. Polton Sports Science & Performance Lab', *Jurnal Sport Science Brief* volume, 1.
- Irianto, D. P. (2007) 'Panduan gizi lengkap keluarga dan olahragawan'.
- Irianto, H.E. dan Giyatmi (2021) "Pengembangan Produk Pangan, Teori dan Implementasi," Depok : Rajawali Pers.
- Joardder, M.U.H. and Masud, M.H. (2019) *Food Preservation in Developing Countries: Challenges and Solutions*. Cham: Springer Nature Switzerland AG. doi:10.1007/978-3-030-11530-2.
- Johannessen, J.A., (2001), "Innovation as Newness : What is New, How Nes and New to Whom?", *European Journal of Innovation Management*, Vol. 4, Number 1.

- Kamal-Eldin, A. and Pokorny, J. (2020) 'Antioxidants in Food Preservation', in Rahman, M.S. (ed.) *Handbook of Food Preservation*. 3rd edn. Boca Raton: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, pp. 299–321.
- Kaur, J. et al. (2022) 'Edible Packaging: An Overview', in Poonia, A. and Dhewa, T. (eds) *Edible Food Packaging*. Singapore: Springer, pp. 3–25.
- KESDM Republik Indonesia, (2020), Nomor: 311.Pers/04/Sji/2020
- Ketaren, S. (1986) 'Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan'. UI press, Jakarta.
- Kharisma, D., (2021), *Energi Alternatif Ini Akan Jadi Sumber Utama Listrik Masa Depan*
- Khezerlou, A. and Jafari, S.M. (2020) 'Nanoencapsulated bioactive components for active food packaging', in *Handbook of Food Nanotechnology: Applications and Approaches*. Elsevier Inc., pp. 493–532. doi:10.1016/B978-0-12-815866-1.00013-3.
- Khezerlou, A. et al. (2021) 'Application of nanotechnology to improve the performance of biodegradable biopolymer-based packaging materials', *Polymers*, 13, p. 4399. doi:10.3390/polym13244399.
- Kitinoja, Lisa., and Adel, A. . (2015) *Small scale postharvest handling practices : a manual for horticultural crops (5th edition) Small - Scale Postharvest Handling Practices : A Manual for Horticultural Crops (5 th Edition)* Lisa Kitinoja and Adel A . Kader.
- Kusmiadi, E. (2014) *Pengantar Ilmu Pertanian*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Kusumaningrum, S. I. (2019) 'Pemanfaatan sektor pertanian sebagai penunjang pertumbuhan perekonomian indonesia', *Transaksi*, 11(1), pp. 80–89.
- Lambang, D. P., (2013), *Energi Tak Terbarukan: Pengertian dan Macamnya*, World Energy Outlook
- Landers, A. (2021) 'Principles of Food Preservation', *Int. Res. J. Eng. Sci. Technol. Innov.*, 7(2), pp. 1–2.
- Las, I. (2009) *Revolusi Hijau Lestari Untuk Ketahanan Pangan ke Depan*. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Lundvall, B.A., (1992), "National Systems of Innovation : Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning", London. France Printer.

- MacDonald, R., & Reitmeier, C. (2017). Food processing. Understanding food systems, 179-225.
- Mahyati dkk, (2021), Dasar-Dasar Agronomi , Yayasan Kita Menulis
- Mahyati, (2014), Biokonversi Tongkol Jagung menjadi bioethanol sebagai bahan baku nabati terbarukan, PPS FMIPA Universitas Hasanuddin
- Malaka, R. et al. (2021) ‘Determination of the expiration time of Dangke ripening cheese through physico-chemical and microbiological analysis’, in The 3rd International Conference of Animal Science and Technology. IOP Publishing Ltd. doi:10.1088/1755-1315/788/1/012094.
- Mandal, R. et al. (2018) Food Safety and Preservation. 2nd edn. Canada: Elsevier Inc. doi:10.1016/b978-0-12-801238-3.65904-4.
- Mandala, E. (2014) Latar Belakang Lahirnya Revolusi Hijau. Available at: <https://www.pinhome.id>.
- Mangunwidjaja, D dan Sailah, I (2009). Pengantar Teknologi Pertanian. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- March, D. (2019) Revolusi Pertanian Inggris (Abad 17-19 M). Available at: <http://goosejarah.blogspot.com>.
- Marlinda, M., Sangi, M., & Wuntu, A. (2012). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Biji Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.). J. MIPA, 1(1), 24-28.
- Matar, C. et al. (2018) ‘Predicting shelf life gain of fresh strawberries “Charlotte cv” in modified atmosphere packaging’, *Postharvest Biology and Technology*. Elsevier, 142, pp. 28–38. doi: 10.1016/j.postharvbio.2018.03.002.
- Mtagati, T.A.M. (2013) *Chemistry of Food Additives and Preservatives*. Oxford: John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1002/9781118274132.
- Muchtadi, D. (2010) ‘Teknik evaluasi nilai gizi protein’.
- Muchtadi, T.R., dan S. (2013) *Prinsip Proses dan Teknologi Pangan*. Edisi Kesatu. Bandung: CV Alfabeta.
- Muhammad, S., Syah, I.T. and Xyzquolyna, D. (2021) ‘Flour whiteness index on *Amorphophallus paeoniifolius* (Dennst.) Nicolson flour production by

- sodium metabisulfite', ANJORO: International Journal of Agriculture and Business, 2(1), pp. 9–18. doi:10.31605/anjoro.v2i1.929.
- Mukhopadhyay, S. et al. (2017) 'Principles of Food Preservation', in *Microbial Control and Food Preservation*. Springer Science+Business Media, LLC, pp. 17–39. doi:10.1007/978-1-4939-7556-3_2.
- Mushollaeni, W., (2012). *Penanganan dan Rekayasa Produk Hasil Pertanian*. Malang: Selaras.
- Narzary, Y. et al. (2021) 'Fermented fish products in South and Southeast Asian cuisine: indigenous technology processes, nutrient composition, and cultural significance', *Journal of Ethnic Foods*, 8(33). doi:10.1186/s42779-021-00109-0.
- Nasrollahzadeh, A. et al. (2022) 'Antifungal preservation of food by lactic acid bacteria', *Foods*, 11, p. 395. doi:10.3390/foods11030395.
- Nishinari, K., Kohyama, K., Kumagai, H., Funami, T., & Bourne, M. (2013). Parameters of Texture Profile Analysis. *Food Science Technology Res.*, 19(3), 519-521.
- Niu, A. et al. (2022) 'The antifungal activity of cinnamaldehyde in vapor phase against *Aspergillus niger* isolated from spoiled paddy', *LWT - Food Science and Technology*, 159, p. 113181. doi:10.1016/j.lwt.2022.113181.
- Nummer, B.A. (2002) *Historical Origins of Food Preservation*, National Center for Home Food Preservation. Available at: http://nchfp.uga.edu/publications/nchfp/factsheets/food_pres_hist.html (Accessed: 7 March 2022).
- Orellana, L.E. et al. (2017) 'Non-thermal Methods for Food Preservation', in *Microbial Control and Food Preservation*. Springer Science+Business Media, LLC, pp. 299–326. doi:10.1007/978-1-4939-7556-3_14.
- Pagno, C.H. et al. (2016) 'Synthesis of biodegradable films with antioxidant properties based on cassava starch containing bixin nanocapsules', *Journal of Food Science and Technology*, 53(8), pp. 3197–3205. doi:10.1007/s13197-016-2294-9.

- Pantastico (1975) *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetable*. Westport Connecticut: The Avi Publishing Company.
- Park, S.-E. et al. (2019) 'Changes of microbial community and metabolite in kimchi inoculated with different microbial community starters', *Food Chemistry*, 274, pp. 558–565. doi:10.1016/j.foodchem.2018.09.032.
- Poerwanto, R. (2012) *Merevolusi Revolusi Hijau : Pemikiran Guru Besar IPB*. Bogor: IPB Press.
- Pretty, J. (2006) 'Agroecological Approach to Agricultural Development. Background Paper for The World Development Report 2008'. Available at: Rimisp-Latin American Center for Rural Development.
- Priyadarshini, A., Rajauria, G., O'Donnell, C. P., & Tiwari, B. K. (2019). Emerging food processing technologies and factors impacting their industrial adoption. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(19), 3082-3101.
- Puspitasari, R. D. (2019) 'Pertanian berkelanjutan berbasis revolusi industri 4.0', *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*, 3(1), pp. 26–28.
- Rahman, M.S. (2020a) 'Food Preservation: An Overview', in Rahman, M.S. (ed.) *Handbook of Food Preservation*. 3rd edn. Boca Raton: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, pp. 7–18.
- Rahman, M.S. (2020b) *Handbook of Food Preservation*. 3rd edn. Boca Raton: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group.
- Rahman, M.S. (2020c) 'Packaging as a Preservation Technique', in Rahman, M.S. (ed.) *Handbook of Food Preservation*. 3rd edn. Boca Raton: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, pp. 895–904. doi:10.1201/9781420017373.pt5.
- Rahman, M.S. and Al-Farsi, K. (2020) 'Smoking and Food Preservation', in Rahman, M.S. (ed.) *Handbook of Food Preservation*. 3rd edn. Boca Raton: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, pp. 453–458.
- Rahman, M.S. and Perera, C.O. (2020) 'Drying Methods Used in Food Preservation', in Rahman, M.S. (ed.) *Handbook of Food Preservation*. 3rd edn. Boca Raton: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, pp. 427–442.

- Rajak, H. (2022) Objectives & Principle of Food Preservation, hmhub. Available at: <https://hmhub.in/objectives-principle-of-food-preservation/> (Accessed: 24 February 2022).
- Ramadhani B., (2018), Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (DJ EBTKE) Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) Republik Indonesia, Dicitak dan didistribusikan oleh GIZ Jakarta, 2018
- Ramdhani, G. (2020) Kementan Beri Bantuan Alsintan 7 Hand Traktor Untuk Aceh Selatan. Available at: <https://www.liputan6.com>.
- Rawat, S. (2015) 'Food Spoilage: Microorganisms and their prevention', Asian Journal of Plant Science and Research, 5(4), pp. 47–56. Available at: www.pelagiaresearchlibrary.com.
- Riskawati, Nurlina, & Karim, R. (2019). Alat ukur dan Pengukuran (2 ed.). Makassar: LPP UNISMUH MAKASSAR.
- Risyad, A., & Siswarni, M. (2016). Ekstraksi minyak dari biji alpukat (*Persea americana* Mill) menggunakan pelarut N-Heptana. *J. Teknik Kimia.*, 5(1), 34-39.
- Rohadi. (2009). Sifat fisik bahan dan Aplikasinya dalam Industri Pangan (1 ed.). Semarang: Semarang University Press.
- Salerno, M.S, De Vasconcelos, G.L.A., Da Silva, D.O., Bagnó, R.B., Freitas, S.L.T.U., (2015) "Innovation Process : Which Process for Which Project?", *Technovation*, Vol. 35 : 59-77.
- Salgado, P.R. et al. (2018) 'Bioactive Packaging: combining nanotechnologies with packaging for improved food functionality', in *Nanomaterials for Food Applications*. Elsevier Inc., pp. 233–270. doi:10.1016/B978-0-12-814130-4.00009-9.
- Santoso, D., N. & Egra, S., (2022). Teknologi Penanganan Pascapanen. s.l.:Syiah Kuala University Press & Universitas Borneo Tarakan.
- Saparinto, C. dan Hidayati, D., (2010) "Bahan Tambahan Pangan," Yogyakarta : Kanisius.
- Sastrohamidjojo, H. (2005) 'Kimia organik stereokimia, karbohidrat, lemak dan protein'. UMG Press. Yogyakarta.

- Satria, R. (2020) Sejarah Pertanian. Available at: <https://supergeografi.com>.
- Semarang, D. P. K. (2020) Tanam Padi Lebih Mudah dengan Mesin Rice Transplanter. Available at: <https://dispertan.semarangkota.go.id>.
- Shahidi, F. et al. (2020) 'Food and Bioactive Encapsulation', in Rahman, M.S. (ed.) Handbook of Food Preservation. 3rd edn. Boca Raton: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, pp. 529–595.
- Shi, C. and Maktabdar, M. (2022) 'Lactic acid bacteria as biopreservation against spoilage molds in dairy products – A review', *Frontiers in Microbiology*, 12, p. 819684. doi:10.3389/fmicb.2021.819684.
- Smid, E.J. and Gorris, L.G.M. (2020) 'Natural Antimicrobials for Food Preservation', in Rahman, M.S. (ed.) Handbook of Food Preservation. 3rd edn. Boca Raton: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, pp. 283–298.
- Sobari, Enceng. (2018). Teknologi Pengolahan Pangan. Yogyakarta: Andi
- Soekarto, S. T. dan Welli, Y. (2018) Teknologi Penyimpanan dan Penggudangan. Malang: Intimedia.
- Soleman, A., & Polii, B. (2020). Larutan Perendam (Pulsing) Pada Bunga Potong Krisan. *Jurnal Agroteknologi Terapan*, 1(1), 14-19.
- Stanbury, P.F., Whitaker, A. and Hall, S.J. (2017) Principles of Fermentation Technology. 3rd edn. Oxford: Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier.
- Sumarno (2010) 'Green Agriculture dan Green Food Sebagai Strategi Branding Dalam Usaha Pertanian', *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 28(2), pp. 81 – 90.
- Supriya, P., Sridhar, K. R. and Ganesh, S. (2014) 'Fungal decontamination and enhancement of shelf life of edible split beans of wild legume *Canavalia maritima* by the electron beam irradiation', *Radiation Physics and Chemistry*. Elsevier, 96, pp. 5–11. doi: 10.1016/j.radphyschem.2013.08.007.
- Suranny, L. E. (2014) 'Alat Pertanian Tradisional Sebagai Warisan Kekayaan Budaya Bangsa', *Arkeologi Papua*, 6(1), pp. 45 – 55.
- Suratiyah, K. (2006) Ilmu usahatani. Penebar Swadaya Grup.

- Swaminathan, M. S. (2006) 'An Evergreen Revolution', *Crop Science*, 46(5), pp. 2293–2303.
- Swaminathan, M. S. (2010) 'Achieving Food Security in Times of Crisis', *New Biotechnology*, 27(5), pp. 453–460.
- Syah, I.T., Darmadji, P. and Pranoto, Y. (2016) 'Microencapsulation of Refined Liquid Smoke Using Maltodextrin Produced from Broken Rice Starch', *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(3), pp. 437–446. doi:10.1111/jfpp.12621.
- Teixeira, A.A. (2014) 'Thermal Food Preservation Techniques (Pasteurization, Sterilization, Canning and Blanching)', *Conventional and Advanced Food Processing Technologies*, 9781118406, pp. 115–128. doi:10.1002/9781118406281.ch6.
- Thorat, I.D. et al. (2013) 'Antioxidants, their properties, uses in food products and their legal implications', *International Journal of Food Studies*, 2, pp. 81–104. doi:10.7455/ijfs/2.1.2013.a7.
- Tokuşoğlu, Ö., & Swanson, B. G. (Eds.). (2014). *Improving food quality with novel food processing technologies*. CRC Press.
- Udayana, I. G. B. (2011) *Peran Agroindustri Dalam Pembangunan Pertanian*. Denpasar: Universitas Warmadewa.
- Weibe, L. & Bjeldanes, L., (1981). Fusarium, a Mutagen From Fusarium Monoliforme Grown on Corn. *Journal of Food Science* 24, pp. 14-24.
- Widjanarko, S. (2012). *Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen*. Malang: UB Press.
- Yazid, E. and Nursanti, L. (2019) 'Biokimia: Praktikum Analisis kesehatan', in: EGC.
- Yin, X. et al. (2021) 'Influences of smoking in traditional and industrial conditions on flavour profile of harbin red sausages by comprehensive two-dimensional gas chromatography mass spectrometry', *Foods*, 10(6). doi:10.3390/foods10061180.
- Zainuddin, A., (2014). *Teknologi Pangan*. Yogyakarta: Idea Press.
- Zainuddin, A., (2015). *Susut Kualitas Beras Akibat Penundaan Pemanenan dan Metode Penjemuran yang Berbeda di Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan*. *Agrokompleks*, 4(8).

- Zaman et al. (2020) Ilmu Usahatani. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Zaman et al. (2021) Inovasi Produk Pertanian. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Zareie, M., Abbasi, A. and Faghieh, S. (2021) 'Influence of storage conditions on the stability of vitamin D3 and kinetic study of the vitamin degradation in fortified canola oil during the storage', *Journal of Food Quality*, 2021, pp. 1–9. doi:10.1155/2021/5599140.
- Zhao, Y. (2018) Edible coatings for extending shelf-life of fresh produce during postharvest-storage, *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.22262-2.
- Zuhail, (2013), "Gelombang Ekonomi Inovasi", Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Zuidam, N.J. and Nedovic', V.A. (2010) *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing*. New York: Springer Science+Business Media.

Biodata Penulis



Dr. Nur Zaman, S.P., M.Si

Merupakan anak pertama dari pasangan Alm. H. Hayat Maddu dan Hj. ST. Adenin, lahir di Camba (Sulawesi Selatan), 06 September 1975. Penulis telah menikah dengan Dr. Ir. Erniati, ST., MT dan telah dikaruniai 1 putra dan 2 putri. Penulis menyelesaikan studi S1–Sarjana Pertanian (S.P) pada Program Studi Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas “45” Makassar tahun 2000, menyelesaikan studi S2–Magister pada Program

Studi Perencanaan dan Pengembangan Wilayah (M.Si) di Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar tahun 2004, menyelesaikan studi S3–Doktor pada Program Studi Ilmu Pertanian Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar tahun 2021. Bergabung jadi Dosen Tetap di Universitas Teknologi Sulawesi sejak tahun 2015 sampai sekarang.

email: nurzamanhayat75@gmail.com. HP/WA: 081342515458.



Mahyati

Lahir di Ujung Pandang, pada 29 September 1970 merupakan anak tunggal dari pasangan Hj. Julacha (Ibu) dan Abdul Latief (Ayah). Setelah lulusan angkatan ke2 yaitu 1988 pada Prodi Teknik Kimia D3 Politeknik Universitas Hasanuddin kembali melanjutkan kuliah hingga jenjang S3 pada bidang bioteknologi lingkungan pada FMIPA Kimia Universitas Hasanuddin pada tahun 2009. Mahyati telah banyak berkontribusi pada bidang yang terkait

dengan lingkungan misalnya menyusun dokumen lingkungan dll, pertanian, perikanan khususnya rumput laut, pendidikan energi terbarukan dan bidang pendidikan vokasi teknik kimia.



Inti Mulyo Arti

Lahir di Nganjuk pada 6 Maret 1991. Ia menempuh pendidikan sarjana Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Brawijaya (S1) dan melanjutkan pendidikan di bidang Ilmu Pangan di Universitas Gadjah Mada (S2). Wanita yang kerap disapa Arti ini adalah anak dari pasangan Mulyono (ayah rahimahullah) dan Samiati (ibu). Pada tahun 2015, Arti menikah dan kini telah dikaruniai 3 orang anak. Ilmu dan pengalaman selama belajar di sekolah hingga kampus dan sebagai ibu pembelajar di keluarganya membuat Arti sangat tertarik pada dunia pangan dan kesehatan. Arti menyukai bidang ilmu penelitian tentang pangan fungsional, karakteristik mutu pada produk segar maupun olahan dan umur simpan produk. Pada tahun 2016 hingga saat ini, Inti Mulyo Arti aktif mengajar di Universitas Gunadarma antara lain pada mata kuliah Statistika, Kimia Dasar, Biokimia Tanaman dan Teknik Pascapanen. Pada tahun 2019, Arti mulai tertarik pada dunia wirausaha dan mulai membimbing mahasiswanya mengikuti kompetisi wirausaha, terutama dalam bidang makanan dan minuman.



Efbertias Sitorus, S.Si., M.Si.

Lahir di Medan, 22 Mei 1992, Sumatera Utara, Indonesia, merupakan anak dari Drs. Edward Sitorus, M.Si dan Juliana Tarigan, S.Pd. Menyelesaikan studi Sarjana Kimia dari Universitas Negeri Medan, Magister Kimia (bidang analitik) di Universitas Sumatera Utara. Menulis buku sejak tahun 2019. Kegiatan saat ini melaksanakan tri dharma perguruan tinggi dan aktif sebagai staff pengajar di Fakultas Pertanian Universitas Methodist Indonesia. Penulis dapat dihubungi melalui email:

efbertias.sitorus35@gmail.com.

**Asniwati Zainuddin, S.TP., M.Si**

Lahir di Sengkang, 31 Januari 1986. Menyelesaikan Program Sarjana Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Tahun 2008 di Universitas Hasanuddin Makassar dan melanjutkan Program Magister Fakultas Teknologi Pertanian, Program Studi Teknologi Pascapanen Tahun 2011 di Institut Pertanian Bogor. Sejak tahun 2010 sampai sekarang bekerja sebagai tenaga pengajar pada program studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian di Universitas Ichsan Gorontalo. Penulis aktif melakukan penelitian di bidang pascapanen dan diversifikasi olahan pangan. Beberapa karya ilmiah telah dipublikasikan pada jurnal Nasional Terakreditasi. Karya ilmiah dalam bentuk buku berjudul (Teknologi Pangan) dan (Pengendalian *Tribolium casteneum* (Herbst.) dengan Metode Microwave Selama Masa Penyimpanan Tepung Jagung) yang diterbitkan oleh IDEA Press, Yogyakarta. Penulis juga aktif dalam organisasi paguyuban (IWSS) “Ikatan Wanita Sulawesi Selatan” di Provinsi Gorontalo.

**R. Amilia Destryana**

Lahir di Sumenep, pada 4 Januari 1988. Memperoleh gelar sarjana di Universitas Brawijaya dan Magister Pertanian serta Magister of Science melalui program Double Degree di Universitas Brawijaya dan National Pingtung University of Science and Technology, R.O.C. Taiwan. Saat ini penulis aktif mengajar di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Wiraraja. Aktivitas lainnya adalah melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat dengan topik pengembangan produk pangan berbahan dasar komoditas lokal dan pangan herbal.



Nur Arifah Qurota A'yunin

Lahir di Purwokerto pada tanggal 14 Januari 1990. Ia menyelesaikan studi program sarjana di Universitas Jenderal Soedirman dan melanjutkan studi program magister di Universitas Gadjah Mada pada bidang studi yang linier yaitu Ilmu dan Teknologi Pangan. Saat ini, penulis bekerja sebagai staf dosen di Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi. Penulis cukup aktif dalam berbagai kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat dengan mengangkat topik terkait penanganan pasca panen dan teknologi pengolahan pangan. Motto hidup penulis adalah "Hidup adalah iman dan perjuangan, jangan lupa selalu bersyukur dan untuk bersyukur tidak harus melihat ke bawah, namun lihatlah ke atas agar diri terukur".



Ikrar Taruna Syah

Lahir di Pangkajene Sidrap, pada 28 Oktober 1987. Tercatat sebagai lulusan Sarjana Universitas Hasanuddin pada Februari 2011 dan Magister Universitas Gadjah Mada pada Oktober 2014. Merupakan anak keempat dari pasangan Syahrudin H. T. (ayah) dan Napisah Hanafi T. (ibu). Mengawali karirnya sebagai dosen di Universitas Ichsan Gorontalo pada tahun 2016 sebagai dosen yayasan dan kemudian diterima sebagai dosen PNS di Universitas Sulawesi Barat pada tahun 2019, dan sekarang berhomebase di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sulawesi Barat. Bidang fokus penelitian adalah food processing and preservation dan telah beberapa kali mendapatkan hibah penelitian baik dari kampus maupun di tingkat kementerian. Pada 2021, berhasil meraih penghargaan sebagai best presenter pada The 3rd International Conference on Agriculture and Rural Development, Kota Serang. Sejak tahun 2018 hingga sekarang aktif sebagai editor pada dua jurnal ilmiah yakni Anjoro: International Journal of Agriculture and Business, Universitas Sulawesi Barat dan Jurnal Agercolere, Universitas Ichsan Gorontalo.

**Dr. Amruddin, M.Si**

Lahir dan besar di Kota Makassar. Dosen Yayasan pada Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah (Unismuh) Makassar. Mendapat amanah sebagai Ketua Program Studi Agribisnis 2014-2018. Aktif pada Asosiasi Agribisnis Indonesia (AAI) dan Perhimpunan Sarjana Pertanian Indonesia (PISPI) wilayah Sulawesi Selatan. Menempuh jenjang sarjana (S1) pada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Pascasarjana (S2) Pendidikan Sosiologi di Universitas Negeri Makassar (2001) dan Program Agribisnis Universitas Islam Makassar (2012) serta menyelesaikan strata tiga (S3) Sosiologi di UNM April 2021. Menulis buku Pokok-Pokok Metodologi Penelitian (2010) serta Kelembagaan, Organisasi dan Kepemimpinan (2011) diterbitkan oleh Lembaga Penerbitan Unismuh. Menulis buku kolaborasi yakni, Pengantar Ilmu Pertanian (2020), Dasar-Dasar Agribisnis (2020), Ekonomi Pembangunan Islam (Nov-2021), Ilmu Usaha Ternak dan Koperasi (Nov-2021), Ekonomi Pembangunan (Des-2021), serta Metode Riset Kuantitatif dan Kualitatif (Jan-2022) yang diterbitkan Penerbit Yayasan Kita Menulis.

**Emi Inayah Sari Siregar**

Lahir di Medan, pada 14 Juni 1979. Terlahir sebagai anak keempat dari pasangan Tampil Anshari Siregar dan Asliana Nasution. Ia tercatat sebagai lulusan S1 Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara. Kemudian kembali melanjutkan jenjang S2 pada universitas yang sama. Saat ini penulis berkecimpung dalam dunia pendidikan dan aktif sebagai dosen pada Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan.

PENGANTAR TEKNOLOGI PERTANIAN

Teknologi pertanian merupakan prinsip-prinsip ilmu matematika dan ilmu pengetahuan alam dalam upaya pendayagunaan secara ekonomis sumber daya pertanian dan sumberdaya alam untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Buku ini berisi materi yang dapat digunakan oleh tenaga pengajar, mahasiswa dan para pembaca sekalian untuk menambah wawasan berpikir dan ilmu yang berhubungan dengan ilmu pertanian secara komprehensif.

Buku ini terdiri dari 12 bab yang membahas tentang :

Bab 1 Sejarah dan Terminologi Teknologi Pertanian

Bab 2 Energi Terbarukan dan Tidak Terbarukan

Bab 3 Karakteristik Fisik Hasil Pertanian

Bab 4 Karakteristik Kimia Hasil Pertanian

Bab 5 Penanganan Pascapanen Komoditas Pertanian

Bab 6 Pengolahan Hasil Pertanian

Bab 7 Tahapan Kegiatan Pascapanen dan Pengolahan Hasil Pertanian

Bab 8 Teknologi Pengawetan Bahan Pangan

Bab 9 Kegiatan Usaha Di Bidang Teknologi Pertanian

Bab 10 Inovasi Dalam Industri Pangan

Bab 11 Perkembangan Teknologi Pertanian Indonesia dan Dunia

Bab 12 Keteknikan Pertanian



YAYASAN KITA MENULIS
press@kitamenulis.id
www.kitamenulis.id

ISBN 978-623-342-465-3

