

TEKNOLOGI PERTANIAN

Penulis :

- Rissa Megavitry
- Rosyid Ridlo Al Hakim
- Suharyani Amperawati
- Asmanur Jannah
- Ismiasih
- Siti Aisyah
- Leni Marlina
- Anna Permatasari Kamarudin
- Lenni
- Sutiharni



TEKNOLOGI PERTANIAN

**Rissa Megavitry
Rosyid Ridlo Al Hakim
Suharyani Amperawati
Asmanur Jannah
Ismiasih
Siti Aisyah
Leni Marlina
Anna Permatasari Kamarudin
Lenni
Sutiharni**



GET PRESS INDONESIA

TEKNOLOGI PERTANIAN

Penulis :

Rissa Megavitry
Rosyid Ridlo Al Hakim
Suharyani Amperawati
Asmanur Jannah
Ismiasih
Siti Aisyah
Leni Marlina
Anna Permatasari Kamarudin
Lenni
Sutiharni

ISBN : 978-623-8051-32-8

Editor : Mila Sari, S.ST, M.Si
Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes.

Penyunting : Aulia Syaharani, S.Tr.Kes.

Desain Sampul dan Tata Letak : Handri Maika Saputra, S.ST

Penerbit: GET PRESS INDONESIA
Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi:

Jl. Palarik RT 01 RW 06, Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tangah, Padang, Sumatera Barat

website: www.getpress.co.id
email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, November 2022

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku yang berjudul Teknologi Pertanian.

Buku ini diharapkan dapat membantu pembaca memahami teori Teknologi Pertanian, sehingga mereka dapat mengaplikasikan ilmunya. Semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih bagi keputakaan di Indonesia dan bermanfaat bagi kita semua.

Penulis, November 2022

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 SEJARAH DAN TERMINOLOGI TEKNOLOGI	
PERTANIAN	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Perkembangan Pertanian.....	2
1.3 Perkembangan Pertanian di Indonesia.....	3
1.3.1 Era Abad ke-19 (1830-1870).....	3
1.3.2 Era Sebelum Kemerdekaan (1900-1945).....	4
1.3.3 Era 1945-1967	4
1.3.4 Era Orde Baru (1967-1997).....	4
1.3.5 Era Reformasi (1998-Sekarang).....	5
1.4 Sejarah Teknologi Pertanian.....	5
1.4.1 Alat dan Mesin Budidaya Pertanian.....	6
1.4.2 Alat dan Mesin Pengolahan Hasil Pertanian	11
1.5 Terminologi Teknologi Pertanian	12
1.5.1 Teknik Pertanian	12
1.5.2 Teknologi Pangan.....	12
1.5.3 Agroindustri	13
BAB 2 ENERGI TERBARUKAN DAN TIDAK TERBARUKAN . 16	
2.1 Pendahuluan.....	16
2.2 Energi Baru	16
2.2.1 Energi Nuklir untuk Teknologi Pertanian	17
2.3 Energi Terbarukan	18
2.3.1 Sistem Pertanian Cerdas.....	18
2.3.2 Peran Energi Terbarukan dalam Pertanian	19
2.4 Energi Tidak Terbarukan	21
2.5 Simpulan	21
BAB 3 KARAKTERISTIK FISIK HASIL PERTANIAN..... 27	
3.1 Pendahuluan.....	27
3.2 Penggolongan Karakteristik Fisik.....	28
3.2.1 Karakteristik Geometri	28
3.2.2 Karakteristik Inderawi (Kenampakan)	35
3.2.3 Karakteristik Termal.....	37

3.2.4 Karakteristik Reologi	39
BAB 4 KARAKTERISTIK KIMIA HASIL PERTANIAN	45
4.1 Pendahuluan.....	45
4.2 Air	45
4.3 Karbohidrat.....	46
4.4 Protein	49
4.5 lemak dan minyak	51
4.6 Metabolit sekunder	52
4.6.1 Terpen dan terpenoid.....	55
4.6.2 Fenolik.....	56
4.6.3 Senyawa yang mengandung Nitrogen.....	58
BAB 5 PENANGANAN PASCA PANEN KOMODITAS PERTANIAN	61
5.1 Pendahuluan.....	61
5.2 Konsep Penanganan Pascapanen	63
5.2.1 Tujuan Penanganan Pasca Panen.....	68
5.2.2 Tahapan Penanganan Pasca Panen	70
BAB 6 PENGOLAHAN HASIL PERTANIAN	74
6.1 Pendahuluan.....	74
6.2 Metode pembersihan dan pencucian hasil pertanian	74
6.3 Proses pengecilan ukuran hasil pertanian	76
6.4 Pemanasan, pendinginan pembekuan.....	78
6.4.1 Proses pemanasan hasil pertanian.....	78
6.4.2 Teknik pendinginan hasil pertanian	79
6.4.3 Teknik pembekuan hasil pertanian.....	81
6.4.4 Pengeringan hasil pertanian	82
6.4.5 Penyimpanan produk hasil pertanian.....	84
BAB 7 TEKNOLOGI PENGAWETAN BAHAN PANGAN	86
7.1 Pendahuluan.....	86
7.2 Beberapa Teknologi Pengawetan Pangan.....	87
7.2.1 Pendinginan.....	87
7.2.2 Pembekuan	89
7.2.3 Iradiasi.....	90
7.2.4 Fermentasi	92
7.2.5 Pengeringan dan dehidrasi.....	93
7.2.6 Penggunaan pelapis antimikroba	94
7.2.7 Pemanasan	95
7.2.8 Penggunaan senyawa antioksidan alami	96

BAB 8 INOVASI DAN PENGEMBANGAN PRODUK PANGAN.	101
8.1 Pendahuluan.....	101
8.2 Pangan Fungsional.....	104
8.3 Pangan Gourmet	106
8.4 Produk Pangan Halal.....	107
8.5 Produk Pangan Etnik.....	109
8.6 Perubahan Dimensi Produk	110
8.7 Nanoteknologi.....	111
8.8 Fermentasi	113
BAB 9 KETEKNIKAN PERTANIAN	120
9.1 Pendahuluan.....	120
9.2 Desain rangkaian elektronika kontrol.....	121
9.3 Desain software.....	121
9.3 Desain mekanik hidroponik NFT.....	125
BAB 10 PENGELOLAAN DAN PENGENDALIAN HAMA	
PENYAKIT PASCA PANEN	130
10.1 Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian	130
10.2 Definisi dan Perkembangan Hama dan Penyakit Tanaman	133
10.2.1 Definisi dan Pengertian Hama dan Penyakit	
Tanaman.....	133
10.2.2 Perkembangan Hama dan Penyakit Tanaman.	135
10.3 Jenis-Jenis Hama dan Penyakit Pasca Panen.....	138
10.3.1 Hama Pasca Panen	138
10.3.2 Penyakit Pasca Panen	141
10.4 Teknologi Pengelolaan dan Pengendalian Hama dan	
Penyakit Pasca Panen	143
10.4.1 Masalah Dalam Pengelolaan dan Pengendalian	
Hama Penyakit Pasca Panen.....	143
10.4.2 Konsep Pengelolaan dan Pengendalian Hama	
Penyakit Pasca panen	145
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1: Traktor Tangan	6
Gambar 1.2 : Traktor Roda Empat.....	7
Gambar 1.3 : <i>Sprayer</i> Gendong	8
Gambar 1.4 : <i>Transplanter</i>	10
Gambar 1.5 : <i>Combine Harvester</i>	11
Gambar 3.1 : Macam-Macam Bentuk Bahan Hasil Pertanian .	30
Gambar 3.2 : Metode Pemindahan Air Dengan Gelas Ukur	32
Gambar 3.3 : Faktor Penentu ' <i>Roundness</i> '	33
Gambar 3.4 : Faktor-Faktor Penentu Dalam Menghitung ' <i>Sphericity</i> '	34
Gambar 2.5: Sistim Emulsi ; Minyak Dalam Air (A) Dan Air Dalam Minyak (B) Yang Telah Ditambahkan Emulsifier	42
Gambar 4.1 : Jalur biosintesis metabolit primer dan Sekunder	55
Gambar 4.2 : Komponen utama senyawa fenolik.....	57
Gambar 6.1 : Alat pengecil ukuran (<i>hammer mill</i>).....	77
Gambar 6.2 : Mesin pemotong buah dan sayur (<i>Vegetable cutter machine</i>).....	78
Gambar 6.3 : Mesin pengering tipe drum.....	83
Gambar 6.4 : Mesin pengering tipe terowongan.....	83
Gambar 6.5 : Mesin Pengering rak / pengering kabinet.....	84
Gambar 7.1 : Contoh senyawa antioksidan alami	97
Gambar 8.1 : Berbagai Sumber Pangan Fungsional.....	106
Gambar 8.2 : Pangan dan Logo Halal.....	108
Gambar 8.3 : Model Strategi Pengembangan UMKM Industri Makanan Khas Daerah.....	109
Gambar 8.4 : Gudeg Jogja, Pangan Etnik Khas Yogyakarta	110
Gambar 8.5 : Roti Unyil, Hasil Produk Perubahan Dimensi.....	111
Gambar 8.6 : Produk Pangan Hasil Nanoteknologi	113
Gambar 8.7 : Yoghurt, Produk Hasil Fermentasi	114
Gambar 9.1 : Desain listrik.....	121
Gambar 9.2 : Aplikasi arduino IDE	122
Gambar 9.3 : Arduino IDE sebagai pemrograman	122
Gambar 9.4 : Kode inisialisasi blynk.....	123
Gambar 9.5 : Kode inisialisasi untuk sensor	123

Gambar 9.6 : <i>Void setup</i> program NodeMCU ESP8266	124
Gambar 9.7 : Program perintah blynk.....	124
Gambar 9.8 : (a)Download aplikasi blynk, (b) Halaman awal blynk, (c) Menu utama blynk, (d) Menu widget box.....	125
Gambar 9.9: Desain mekanik hidroponik NFT	126
Gambar 9.10: Ukuran tinggi dan panjang.....	126
Gambar 9.11 : Ukuran Lebar	127
Gambar 9.12 : Rancang bangun sistem kontrol dan monitoring tanaman secara hidroponik NFT menggunakan aplikasi blynk berbasis PLC dan NodeMCU ESP8266	127
Gambar 9.13: Kontrol lampu dan kipas dengan aplikasi Blynk.....	128

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Daftar Jenis-jenis Sumber Energi	21
Tabel 3.1 : Istilah dan deskripsi objek bentuk acuan	30
Tabel 4.1 : Metabolit sekunder pada beberapa tanaman	53
Tabel 7.1 : Tipe dari Sinar UV	91
Tabel 7.2 : Dosis iradiasi yang disarankan dan dampaknya dalam pengawetan bahan pangan	92

BAB 1

SEJARAH DAN TERMINOLOGI TEKNOLOGI PERTANIAN

Oleh Rissa Megavitry

1.1 Pendahuluan

Pertanian diawali secara mandiri di berbagai wilayah di dunia dan terdiri dari banyak taksa. Pertanian adalah sektor utama dalam menopang kehidupan manusia. Pertanian telah dikenal masyarakat umum sejak Zaman Batu Muda (Neolitikum), Zaman Perunggu, dan kebudayaan megalitik. Sebelum teknologi pertanian berkembang seperti saat ini, sistem pertanian masih sangat tradisional. Kemungkinan besar secara tidak sengaja beberapa biji terjatuh saat para ibu menyiapkan makanan akhirnya tumbuh dan berkembang menjadi pohon. Peristiwa semacam itu membangkitkan keinginan para ibu untuk menanam kembali benih yang mereka panen dari ladang. Demikian pula, beberapa hewan yang ditangkap dengan berburu tidak boleh dibunuh untuk dimakan dan pada akhirnya hewan-hewan tersebut dipelihara untuk dikembangbiakkan (Adiwirman, 2020).

Kata “pertanian” akan muncul saat masyarakat menjaga ketersediaan pangan. Secara historis, pertanian dimulai dengan aktivitas manusia yang awalnya berburu dan meramu (mengumpulkan makanan dari tanaman liar) sebelum belajar bagaimana bertani di tanah kemudian menghasilkan bahan makanan dari tanah yang mereka garap atau budidayakan (produksi makanan). Pembangunan pertanian suatu daerah dilaksanakan menurut corak kehidupan masyarakat, sistem pasar, perkembangan teknologi dan ekonomi, serta perkembangan sosial dan budaya (Kusmiadi, 2014). Kehidupan masyarakat dari masa ke masa akan selalu berkembang dan berubah. Pertanian adalah salah satu kebudayaan yang telah memberikan perubahan besar dalam kehidupan manusia.

1.2 Perkembangan Pertanian

Bidang pertanian selalu menjadi sumber penghasilan hidup utama dan pengembangannya diperlukan guna ketahanan pangan (Zaman *et al.*, 2022). Pertanian adalah elemen yang tidak dapat dielakkan dari kehidupan manusia sebab bertani merupakan aktivitas melestarikan tumbuhan dan hewan guna memenuhi kebutuhan hidup manusia. Usaha pertanian awalnya masih sangat sederhana seperti membuang biji-biji yang berasal dari sayuran hingga menjadi tanaman yang menghasilkan sampai akhirnya mengalami perkembangan teknologi.

Revolusi pertanian dimulai dengan berburu dan meramu. Sistem sosial, budaya, dan ekonomi masyarakat saat itu masih sederhana, keterampilan yang dimiliki serta peralatan yang dipakai masih terbuat dari batu, kayu, dan tulang. Pada masa itu, manusia mencari makan dengan cara berburu binatang di hutan, mengumpulkan bahan pangan dari tumbuhan yang tumbuh secara liar, hidup dengan berkelompok dan tidak menetap.

Dalam literatur kuno, tercatat bahwa pelopor kegiatan pertanian adalah Kaisar Shen Nung dari Tiongkok. Saat itu, ia menemukan bahwa rakyatnya sangat menyukai daging sapi dan ayam hasil buruan, serta mengumpulkan buah-buahan, biji-bijian, dan kacang-kacangan. Namun lingkungan tidak dapat menyediakan produk alami yang cukup untuk memenuhi kehidupan, sehingga ia menciptakan alat mengolah tanah dari batang kayu tajam yang diikat ke tongkat. Alat ini diyakini sebagai bajak pertama dan dengan bajak ini dia mengajak rakyatnya untuk membajak lahan untuk menanam jewawut (Kusmiadi, 2014).

Revolusi pertanian berikutnya disebut Revolusi Industri. Pada saat ini, terjadi perubahan signifikan dalam pengelolaan sumber daya dalam memproduksi barang dan jasa di berbagai bidang kegiatan seperti politik, ekonomi, sosial dan budaya. Energi yang digunakan untuk mengolah lahan pertanian diubah menjadi energi mesin untuk meningkatkan efisiensi kerja. Peristiwa ini memunculkan hipotesis bahwa revolusi industri merupakan awal dari lahirnya dunia modern.

Revolusi pertanian kemudian berubah menjadi revolusi hijau, upaya memodernisasi sistem pertanian dan tanaman di negara-

negara berkembang. Revolusi ini lahir dari penelitian Thomas Malthus (1766-1834), yakni kemiskinan merupakan masalah yang tidak dapat dielakkan dan terjadi karena pertambahan penduduk yang tidak proporsional dengan pertambahan produksi pertanian. Akibat dari revolusi ini yaitu peningkatan hasil pertanian karena petani terbiasa menggunakan pupuk anorganik, pestisida, benih bermutu tinggi, alat dan mesin pertanian, praktik dan metode pertanian baru untuk mengurangi gagal panen dan mengatasi masalah kelangkaan pangan, tetapi menghasilkan dampak negatif terhadap lingkungan dan alam (Zaman *et al.*, 2022).

Revolusi pertanian hijau lestari (*evergreen revolution*) dianggap sebagai revolusi pertanian terakhir dan merupakan upaya peningkatan produktivitas pertanian tanpa merugikan lingkungan dan masyarakat dalam mengembangkan teknologi pertanian yang ramah lingkungan dan menuju pertanian berkelanjutan (Zaman *et al.*, 2022). Revolusi pertanian hijau lestari (*evergreen revolution*) adalah pendekatan pertanian kembali ke alam, seperti penggunaan pestisida dan pupuk organik guna menyuburkan tanaman, tanah pertanian dan sistem pengairan diciptakan agar lebih efisien.

1.3 Perkembangan Pertanian di Indonesia

Dewasa ini di Indonesia banyak dijumpai bermacam jenis sistem pertanian, baik dari segi efisiensi teknologi hingga jenis tanaman yang dibudidayakan, seperti sistem ladang, tegalan dan persawahan. Sistem ladang adalah bentuk peralihan dari tingkat pengumpulan ke tingkat budidaya. Tanaman biasanya berupa padi, jagung dan umbi-umbian. Sistem tegalan tumbuh subur di lahan kering yang jauh dari sumber air. Sistem persawahan adalah sistem pengelolaan tanah dan air yang baik untuk mencapai stabilitas biologis yang tinggi dan menjaga kesuburan tanah. Sawah adalah potensi yang utama dalam menghasilkan bahan pangan. Sistem perkebunan semakin berkembang karena permintaan komoditi ekspor berupa karet, kopi, teh, kakao, kelapa sawit, cengkeh dan tanaman lainnya (Adiwirman, 2020).

1.3.1 Era Abad ke-19 (1830-1870)

Di masa ini terjadi sistem tanam paksa (*cultuur stelsel*). Gubernur Jenderal saat itu mengharuskan tiap desa memberikan 20%

tanahnya untuk ditanami tanaman ekspor seperti kopi, tebu, dan nila. Hasilnya dijual kepada pemerintah kolonial sesuai harga yang telah ditetapkan. Masyarakat yang tidak memiliki lahan wajib bekerja 75 hari dalam setahun (20%) di kebun-kebun milik pemerintah. Di tahun 1870 lahir hukum agraria kolonial yaitu *Agrarische Wet 1870*.

1.3.2 Era Sebelum Kemerdekaan (1900-1945)

Pada tahun 1918 dibentuk Balai Besar Penyelidikan Pertanian (*Algemeen Proefstation voor den Landbouw*) yang dan akhirnya di tahun 2003 berganti nama menjadi Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen).

1.3.3 Era 1945-1967

Dibentuknya UU No.5/1960 pada tanggal 24 September 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria (UUPA). Pembentukan UUPA memakan waktu 12 tahun. Dimulai dari pembentukan Panitia Agraria Yogya pada tahun 1948 hingga pada tahun 1960 diubah kembali menjadi Rancangan Sadjarwo, setelah dirumuskan dan diterima secara penuh oleh Dewan Perwakilan Rakyat Gotong Royong (DPR-GR).

1.3.4 Era Orde Baru (1967-1997)

Pada tahun 1974 didirikan Badan Litbang Pertanian. Dalam Keppres tahun 1974 dan 1979 ditetapkan bahwa Badan Litbang Pertanian sebagai unit Eselon I, membawahi 12 unit Eselon II. Pada tahun 1980 dibentuk Departemen Koperasi khusus guna membantu petani lemah di luar Jawa dan Bali dalam membangun usaha tani. Kemudian pada tahun 1983 berdasarkan Kepres No. 24 tahun 1983 terjadi reorganisasi di Badan Litbang Pertanian. Lalu pada tahun 1993 sesuai dengan Keppres No. 83 tahun 1993 dibentuk Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) dan Loka Pengkajian Teknologi Pertanian (LPTP) yang terdapat di seluruh provinsi di Indonesia. Selain itu sesuai Kepmentan No. 633 tahun 2003 dibentuk dua unit organisasi BPTP di dua provinsi yaitu Banten dan Bangka Belitung.

1.3.5 Era Reformasi (1998-Sekarang)

Tahun 1998, Departemen Pertanian kehilangan arah disebabkan pudarnya Pembangunan Jangka Panjang keenam yang merupakan ciri utama tahap orientasi pemerintahan Orde Lama. Aktivitas penyuluhan dan intensifikasi pertanian melambat, hasil pangan dan tanaman rendah. Pada tahun 2005 pemerintah berencana melakukan pembaruan sistem pertanian di Indonesia. Hal ini sesuai UU No.16 tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Peternakan dan Kehutanan kemudian dilanjutkan dengan Peraturan Menteri Pertanian No. 273 tahun 2007 tentang penjabaran Penyuluhan Pertanian. Hal ini berimbas pada peningkatan hasil pertanian sehingga Indonesia menjadi swasembada beras kedua di tahun 2008. Hal ini disokong dengan penambahan tenaga penyuluh pertanian melalui Tenaga Harian Lepas Tenaga Bantu Penyuluh Pertanian (THL-TBPP). Kemudian pada tahun 2010 pertanian di Indonesia diarahkan menuju pertanian organik yang mulai dilakukan di beberapa wilayah dan ditandai dengan berkurangnya penggunaan pupuk kimia.

1.4 Sejarah Teknologi Pertanian

Munculnya ilmu pengetahuan di bidang teknologi pertanian dilandasi oleh keinginan untuk mewujudkan perluasan serta penggarapan tanah pertanian di Amerika dan Eropa di pertengahan abad ke-18. Awalnya teknologi pertanian diciptakan untuk membantu petani melakukan kegiatan pertanian. Perkembangan teknologi pertanian berikutnya yaitu usaha pengolahan produk pertanian atau biasa disebut agroindustri. Proses yang dilakukan meliputi perubahan dan pengawetan melalui penanganan secara fisik maupun kimiawi, penyimpanan, pengemasan hingga pemasaran. Hasil industri pertanian adalah hasil akhir yang siap dikonsumsi atau digunakan menjadi bahan baku industri lainnya (Hermawan and Suryadi, 2017).

Salah satu cara untuk menambah produktivitas dan produksi pertanian yaitu melalui pemanfaatan teknologi tepat guna. Demikian juga teknologi pertanian yang berkembang pesat dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen guna mencukupi kebutuhan pangan. Penerapan teknologi pertanian dalam kegiatan pra dan pasca panen sangat penting untuk memastikan panen yang

memadai. Berdasarkan fungsinya, mesin pertanian modern dikelompokkan kedalam 2 jenis yaitu alat budidaya dan alat pengolahan produk pertanian. Alat budidaya diaplikasikan saat pra panen yaitu untuk pengolahan lahan, pembibitan dan pengendalian hama tanaman. Sedangkan alat pengolahan hasil pertanian digunakan saat pasca panen, dimana hasil pertanian siap panen harus diolah kembali, baik itu pengawetan, pengeringan maupun penambah rasa.

1.4.1 Alat dan Mesin Budidaya Pertanian

a. Alat Pengolah Tanah

Awalnya, penggarapan lahan dilakukan dengan cara tradisional yaitu menggunakan ternak sapi, sehingga membutuhkan proses yang cukup lama. Belakangan diciptakan teknologi yang lebih modern yaitu traktor tangan, traktor roda empat, cangkul dan rotavator sehingga pengolahan lahan menjadi lebih efisien dan efektif. Pengolahan tanah tidak hanya tentang mempersiapkan tanah, tetapi juga dapat mengubah dan memperbaiki struktur tanah dan membunuh gulma.



Gambar 1.1: Traktor Tangan

(Sumber: Elhami, 2015)

Traktor tangan adalah mesin pengolahan tanah yang umum dimanfaatkan oleh petani saat ini. Prinsip pengoperasian traktor tangan adalah menggunakan mesin berbahan bakar bensin, mesin penggerak biasanya mesin diesel. Penggunaan traktor tangan dalam pertanian yaitu bertujuan menarik peralatan pengolahan tanah seperti bajak, bajak putar dan garu, serta alat angkut berupa gerobak dan memindahkan peralatan stasioner, berupa genset, pompa air, penggilingan biji-bijian dan lain sebagainya (Nawawi, 2001).

Traktor roda empat merupakan salah satu peralatan pengolahan tanah. Umumnya, traktor roda empat adalah traktor mesin diesel yang digerakkan oleh empat roda. Traktor ini didesain untuk beroperasi di tanah kering. Tergantung pada ukurannya, terdapat traktor mini, traktor sedang serta traktor besar (Nawawi, 2001). Pengoperasian alat ini dilakukan oleh operator yang duduk di kursi saat mengemudikannya. Unit bajak disambungkan ke traktor dengan alat berupa *three hitch point*, mencakup sepasang garpu kiri dan kanan, lalu yang lain diletakkan di atas sistem sambungan tiga titik atau *top link*. Untuk menjaga agar traktor tetap stabil saat mengolah lahan, traktor harus diimbangi dengan menempatkan beban tambahan di depan traktor (Nawawi, 2001).



Gambar 1.2 : Traktor Roda Empat.

(Sumber: (Soim, 2020))

b. Mesin Penyemprot

Pestisida yang digunakan dalam budidaya biasanya berbentuk cair atau bubuk. Untuk pestisida cair menggunakan penyemprot atau *sprayer*, sedangkan untuk pestisida bubuk menggunakan *duster*. Dalam proses penggunaan biasa, tak jarang petani menemui kendala berupa teknik pengoperasian dan pemeliharaan yang akhirnya akan menentukan seberapa efektif dan efisien pemanfaatannya. Tergantung pada daya yang digunakan, *sprayer* dibagi menjadi *sprayer* manual dan *sprayer* pompa tekanan tinggi.



Gambar 1.3 : *Sprayer* Gendong
(Sumber: (Jayanto, 2020))

Salah satu jenis *sprayer* adalah *sprayer* dengan tekanan udara tinggi atau *sprayer* gendong sebab dalam penggunaannya *sprayer* tersebut digendong oleh petani. Prinsip pengoperasian *sprayer* ini adalah memecah cairan menjadi partikel halus sehingga pengaplikasian pestisida dapat merata pada seluruh permukaan daun atau pucuk tanaman. Agar mendapatkan butiran yang halus umumnya dilakukan proses granulasi memanfaatkan tekanan, dimana cairan di dalam tangki dipompa sehingga menjadi bertekanan, dan akan mengalir melalui selang karet ke injektor. Cairan bertekanan tinggi mengalir melewati lubang sempit *sprayer*, sehingga cairan dipecah menjadi partikel yang sangat halus (Nawawi, 2001).

c. Alat Penanam

Alat penanam dibedakan dalam 3 jenis menurut sumber tenaga yang digunakan, yakni alat tanam tenaga manusia, alat tanam tenaga hewan, dan alat tanam tenaga traktor.

1) Alat Tanam Tenaga Manusia

Alat ini ada yang berupa alat tanam konvensional dan alat tanam semi mekanis. Alat tanam konvensional yang umum digunakan disebut tugal, merupakan alat yang paling sederhana dan digerakkan dengan tangan, cocok untuk menanam benih dengan jarak tanam lebar. Tugal di Indonesia adalah bentuk tugal yang paling sederhana, sebab

tidak dilengkapi mekanisme pengeluaran benih. Bentuk dan jenis alat tanam semimekanis juga bermacam-macam dan dapat digunakan pada tanah ringan maupun berat dan untuk benih berukuran besar maupun kecil.

2) Alat Tanam Tenaga Hewan

Alat tanam tenaga hewan banyak sekali jenisnya, tergantung wilayah dan jenis benih yang akan ditanam.

3) Alat Tanam Tenaga Traktor

Menurut cara tanamnya, alat tanam tenaga traktor dibedakan kedalam tiga jenis, yakni alat tanam sistem baris lebar, sistem baris sempit dan sistem sebar. Alat tanam sistem baris lebar didesain untuk menanam benih dengan jarak tanam yang cukup lebar, memungkinkan untuk pengendalian gulma dan mengefisienkan pemanenan. Digunakan untuk tanaman seperti jagung, kapas, sorgum, serta kacang-kacangan. Dari cara penempatan benihnya, alat ini dibedakan kedalam tiga jenis yaitu *drill*, *hilldrop* dan *checkrow*.

Alat tanam sistem baris sempit didesain hanya untuk menanam benih-benih kecil atau rumput-rumputan dalam baris dan alur yang sempit dengan kedalaman yang sama. Oleh sebab itu, penggunaan perangkat mekanis sangat tidak mungkin. Alat tanam tipe ini ada yang hanya dilengkapi corong benih dan adapula yang dilengkapi corong yang cukup luas sebagai tempat benih dan pupuk. Alat tanam sistem sebar adalah alat tanam yang paling tua dan konvensional. Penanaman sistem ini membutuhkan pembuka alur. Selain itu, sistem ini tidak memerlukan penutupan.

Adapun alat tanam berdasarkan sumber bahan tanam yang digunakan dapat dikelompokkan menjadi 2, antara lain:

a. Transplanter

Alat ini adalah alat tanam bibit dalam keadaan penanaman yang sama. Dalam penanaman padi, dapat dibedakan menurut cara penyemaian dan persiapan bibitnya. Pertama, adalah mesin yang menggunakan bibit yang disemai di lahan (*washed root seedling*). Keutamaanya adalah dapat digunakan tanpa perlu

mengubah cara persemaian. Namun membutuhkan waktu yang lama, sehingga kapasitas kerja mesin menjadi terbatas. Kedua yaitu mesin yang menggunakan bibit yang disemai dikotak khusus bermedia tanah, dimana bibit dipelihara dengan penyiraman, pemupukan hingga pengontrolan temperatur. Mesin jenis ini melakukan perubahan total dalam pembuatan bibit. Terlepas dari jenis mesin digunakan, permukaan sawah dan air harus datar dan rata, begitupun dengan kekerasan tanah guna memaksimalkan fungsi alat.



Gambar 1.4 : Transplanter
(Sumber: (Agrozine, 2020))

b. Seeder

Seeder digunakan untuk menabur bibit yang akan ditanam pada kedalaman dan jumlah tertentu dengan keseragaman yang relatif tinggi. Umumnya *seeder* dilengkapi dengan alat penutup tanah. Bila pembenihan menggunakan alat tanam, maka kerja alat akan memberi dampak pada posisi benih di dalam tanah, berupa kedalaman tanam, jumlah benih, jarak antar lubang dalam baris, dan jarak antar baris. Selain itu terdapat kemungkinan kerusakan benih selama proses penyaluran benih dalam alat tanam. Beberapa sifat fisik benih yang mempengaruhi alat tanam, yaitu

ukuran, bentuk, densitas per satuan volum, tekanan dan gesekan.

1.4.2 Alat dan Mesin Pengolahan Hasil Pertanian

a. Mesin *Combine Harvester*

Saat panen padi umumnya petani membutuhkan banyak tenaga agar panen dapat dilakukan tepat waktu dan produk panen tidak rusak/membusuk sehingga memerlukan biaya yang tinggi. Akan tetapi seiring kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, diciptakanlah mesin *combine harvester*. Alat ini bermanfaat untuk meningkatkan produktivitas dengan cara meminimalisir hasil panen yang terbuang, menjaga kualitas hasil, menjaga dan menambah umur simpan, meningkatkan daya saing komoditas tanaman pangan sehingga mengurangi biaya panen per hektar.



Gambar 1.5 : *Combine Harvester*
(Sumber: Iqbal and Yulianto, 2021)

b. Mesin Pengering

Adanya kerusakan pada hasil panen disebabkan tingginya kadar air sehingga tidak layak untuk disimpan. Agar hasil panen layak untuk disimpan maka hasil panen harus dalam keadaan kering. Berdasarkan kondisi bahan maka mesin pengering digolongkan menjadi tipe bak (*batch*), yaitu bahan yang dikeringkan tidak berpindah tempat selama proses pengeringan dilakukan. Tipe lainnya adalah tipe kontinyu, yaitu bahan yang dikeringkan mengalir secara terus menerus selama proses pengeringan (Nawawi, 2001).

1.5 Terminologi Teknologi Pertanian

Teknologi pertanian memiliki arti sebagai penerapan ilmu teknik dalam aktivitas pertanian. Secara lengkap dari ranah keilmuan, teknologi pertanian dapat diuraikan sebagai suatu penerapan prinsip-prinsip matematika dan sains alam dalam pendayagunaan secara ekonomis sumberdaya pertanian dan sumberdaya alam demi kesejahteraan manusia. Sedangkan cakupannya meliputi berbagai penerapan ilmu teknik mulai dari budidaya hingga pemasaran.

Istilah lain dari teknologi pertanian adalah teknik pertanian, teknologi pangan dan agroindustri.

1.5.1 Teknik Pertanian

Teknik pertanian merupakan pendekatan teknik secara luas di sektor pertanian yang amat diperlukan guna mengubah sumberdaya alam secara efisien dan efektif meliputi lahan, tenaga kerja, energi, dan sumber daya (benih, pupuk, dan air). Bidang cakupan teknik pertanian antara lain:

- a. Alat dan mesin budidaya pertanian, meliputi penggunaan, pemeliharaan, pengembangan alat dan mesin budidaya pertanian.
- b. Teknik tanah dan air, yaitu mempelajari isu-isu berkaitan dengan irigasi, pengawetan dan pelestarian sumber daya tanah dan air.
- c. Energi dan elektrifikasi pertanian, meliputi prinsip-prinsip teknologi energi dan daya serta penerapannya untuk kegiatan pertanian.
- d. Lingkungan dan bangunan pertanian, meliputi desain dan konstruksi bangunan khusus untuk keperluan pertanian, termasuk unit penyimpanan tanaman dan peralatan, pusat pengolahan dan sistem pengendalian iklim yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan.

1.5.2 Teknologi Pangan

Teknologi pangan adalah aplikasi ilmu pangan yang membahas tentang sistem seleksi, pengolahan, pengawetan, pengemasan, pemasaran dan pemanfaatan bahan pangan yang baik, bergizi, dan aman. Menurut Gierschner (1992) dalam (Amar,

2014) teknologi pangan didefinisikan sebagai teknologi yang melibatkan pengubahan dari bahan baku biologis sehingga menjadi lebih awet dalam waktu singkat maupun lama, dalam bentuk bahan setengah jadi ataupun jadi dengan menggunakan sarana yang cocok sehingga baik pada awal proses maupun akhir proses dicapai tujuannya, yaitu secara sensoris dan fisiologis diterima oleh konsumen, nilai zat gizinya diusahakan tidak berubah dan bebas dari toksin yang terkandung dalam bahan sehingga produk tersebut sesuai dengan standar yang berlaku. Bertujuan meningkatkan umur simpan bahan makanan.

1.5.3 Agroindustri

Agroindustri merupakan ilmu yang mempelajari perkembangan teknologi di bidang pertanian dan pengaplikasiannya demi kemajuan industri pertanian. Fokus utamanya terletak pada proses pasca panen. Pengertian lain agroindustri seperti yang dinyatakan oleh Goldberg (dalam Mangunwidjaja and Sailah, 2009), agroindustri merupakan bagian dari kompleks industri pertanian sejak produksi bahan pertanian primer, industri pengolahan atau transformasi sampai penggunaannya oleh konsumen. Berdasarkan analisis tersebut terdapat saling ketergantungan (*interdependency*) antara pertanian dengan industri hulu, industri pengolahan pangan dan hasil pertanian, serta distribusi beserta peningkatan nilai tambah. Bidang kajiannya meliputi:

- a. Teknologi proses industri pertanian, meliputi perancangan, instalasi dan perbaikan sistem pertanian terpadu (bahan, sumber daya, peralatan dan energi) pada perusahaan agroindustri.
- b. Manajemen industri, meliputi perencanaan, pengoperasian dan perbaikan sistem pertanian terpadu (manusia, bahan, sumber daya, peralatan dan energi) pada permasalahan sistem usaha agroindustri.
- c. Tekno ekonomi agroindustri, meliputi analisis perencanaan dan perumusan kebijakan sistem pertanian terpadu (manusia, bahan, sumber daya, peralatan dan energi) pada permasalahan sektor agroindustri.
- d. Manajemen mutu, meliputi penerapan prinsip-prinsip manajemen (perencanaan, penerapan, dan perbaikan) pada

bahan dasar, sistem pemrosesan, produk dan lingkungan untuk mencapai taraf mutu yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwirman. 2020. *Pengantar Ilmu Pertanian*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Agrozine. 2020. *Mengenal Rice Transplanter, Ini Cara Kerja dan Harganya di Pasaran*. Available at: <https://agrozine.id/mengenal-rice-transplanter-ini-cara-kerja-dan-harganya-di-pasaran/>.
- Amar, A. 2014. *Dasar-Dasar Teknologi Pangan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Elhami. 2015. *Petani Balangan Bakal Banyak Dapat Traktor Tangan*. Available at: <https://banjarmasin.tribunnews.com/2015/04/03/petani-balangan-bakal-banyak-dapat-traktor-tangan>.
- Hermawan, R. and Suryadi, T. 2017. *Buku Ajar Perencanaan Usaha Agribisnis*. Jakarta: Pusat Pendidikan Pertanian Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian. doi: 978-602-6367-19-8.
- Iqbal and Yulianto. 2021. *Combine Harvester, Efisienkan Waktu dan Tekan Kehilangan Panen*. Available at: <https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/agri-sarana/16963-Combine-Harvester-Efisienkan-Waktu-dan-Tekan-Kehilangan-Panen>.
- Jayanto, C. 2020. *Pemberian Pestisida yang Efektif di Musim Hujan*. Available at: <https://mediatani.co/pemberian-pestisida-yang-efektif-di-musim-hujan/>.
- Kusmiadi, E. 2014. *Pengantar Ilmu Pertanian*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Mangunwidjaja and Sailah. 2009. *Pengantar Teknologi Pertanian*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nawawi, G. 2001. *Pengenalan Alat dan Mesin Pertanian*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Soim, A. 2020. *Petani di Maros Terima Bantuan 4 Unit Traktor Roda 4*. Available at: <https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/pangan/14236-Petani-di-Maros-Terima-Bantuan-4-Unit-Traktor-Roda-4>.
- Zaman, N. et al. 2022. *Pengantar Teknologi Pertanian*. Edited by R. Watrianthos. Medan: Yayasan Kita Menulis.

BAB 2

ENERGI TERBARUKAN DAN TIDAK TERBARUKAN

Oleh Rosyid Ridlo Al Hakim

2.1 Pendahuluan

Energi merupakan satu unsur penting dalam menunjang hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Tidak bisa dipungkiri lagi bahwa kebutuhan energi menjadi bagian penting dari keseharian hidup (Kementerian ESDM, 2018). Tanpa energi, kita tidak mampu beraktivitas selayaknya. Salah satu sektor yang memerlukan energi adalah pertanian dan teknologi pertanian (Wulandari *et al.*, 2021).

Kebutuhan energi di Indonesia termasuk salah satu yang tertinggi di kalangan negara-negara ASEAN (Kementerian ESDM, 2018). Listrik, minyak, batu bara merupakan energi yang paling banyak digunakan di kalangan masyarakat. Meskipun demikian, energi listrik dapat berasal dari sumber energi terbarukan dan tidak terbarukan (Rosyid Ridlo Al Hakim, Ropiudin, *et al.*, 2021; Al Hakim, 2022).

Energi jika dilihat dari sumber asalnya dapat berupa energi terbarukan dan energi tidak terbarukan (Al Hakim, 2020). Potensi sumber daya alam di Indonesia berada di posisi strategis untuk pengembangan energi terbarukan (Al Hakim *et al.*, *unpublished*). Pada bab ini akan lebih dijelaskan lebih rinci mengenai energi terbarukan dan energi tidak terbarukan yang tidak lepas dari sektor pertanian dan teknologi pertanian.

2.2 Energi Baru

Menurut RUU Energi Baru dan Terbarukan, disebutkan bahwa energi baru salah satunya nuklir (Al Hakim *et al.*, *unpublished*). Sebagaimana telah diketahui bersama bahwa, energi nuklir berasal dari fusi reaktor nuklir yang terjadi secara *combined cycle* yang umum ada pada pembangkit listrik tenaga nuklir

(PLTN) di Indonesia (Sihombing and Susila, 2016; Al Hakim, 2020). Hal ini tentunya dapat memunculkan radiasi yang dapat membahayakan makhluk hidup di sekitarnya (Laksmono and Widodo, 2017; Al Hakim, 2020). Polemik dari energi nuklir ini sudah lama ada, di Indonesia sendiri masih banyak pro dan kontra (Al Hakim, 2020).

Secara praktis, energi nuklir telah diterapkan dalam berbagai bidang, seperti kesehatan dan kedokteran (teknologi citra medis: X-Ray, CT-scan, MRI, dsb.), transportasi berbasis listrik, penyulingan air laut untuk diproses air bersih, dan teknik mutasi secara radiasi pada tanaman bibit unggul (Laksmono and Widodo, 2017). Adanya teknik mutasi radiasi ini dapat menjadi solusi bagi teknik rekayasa genetika pada bidang pemuliaan tanaman. Namun, meskipun tingkat radiasi yang digunakan kecil, tidak menutup kemungkinan untuk paparan radiasi dari efek energi nuklir yang ada, sehingga penggunaan teknik mutasi radiasi ini perlu dilakukan secara bijak dan hati-hati sesuai prosedur operasional baku yang berlaku.

2.2.1 Energi Nuklir untuk Teknologi Pertanian

Seperti yang telah disebutkan di atas, peran energi nuklir dalam bidang teknologi pertanian salah satunya ialah teknik mutasi radiasi dengan sinar gamma. Teknik ini telah memunculkan inovasi baru dalam bidang pemuliaan tanaman. Teknik ini mampu merekayasa secara genetik dari suatu tanaman, dengan perlakuan dan tujuan yang ditentukan secara spesifik. Seperti contoh, teknik mutasi radiasi dapat digunakan untuk meningkatkan variasi genetik pada tanaman hias (Damayanti, 2021). Selain itu, teknik ini dapat pula memperbaiki varietas tanaman sereal, seperti sorgum yang dapat dikonsumsi secara harian, atau bahan dasar bioetanol, serta dapat digunakan sebagai bahan pembuatan pakan ternak ruminansia (Human *et al.*, 2017). Penelitian lain, melaporkan bahwa teknik ini dapat digunakan untuk menumbuhkan varietas tanaman kedelai pada keturunan generasinya (Harsanti and Yulidar, 2019). Secara garis besarnya adalah, teknik mutasi radiasi dapat mendukung industri pertanian berkelanjutan dengan variasi genetik yang hendak diinginkan (Soeranto, 2003).

2.3 Energi Terbarukan

Energi terbarukan, sebagaimana menjadi kesatuan dari energi baru (menghasilkan nomenklatur EBT: Energi Baru dan Terbarukan). Energi terbarukan berasal dari sumber daya alam yang dapat terus digunakan tanpa khawatir akan habis (Rosyid R Al Hakim, Arief, *et al.*, 2021; Al Hakim and Juandry, 2022). Energi terbarukan dapat dijadikan alternatif sumber energi untuk menggantikan sumber energi tidak terbarukan, yaitu minyak bumi dan batu bara (Al Hakim, 2020).

Beberapa contoh energi terbarukan antara lain panas bumi (Batubara, 2018), air, angin, bioenergi (bioetanol, biodiesel, biomassa), arus laut, surya atau matahari (Al Hakim, 2020). Seperti halnya energi tak terbarukan, energi terbarukan dihasilkan dan dikelola oleh pembangkit untuk dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik (Kementerian ESDM, 2018). Energi listrik umumnya didapatkan dari PLN dan peran dari pembangkit-pembangkit listrik yang ada sesuai dengan sumber energi terbarukan di daerah terkait (Al Hakim, Ariyanto and Arief, 2021; Rosyid Ridlo Al Hakim, Ropiudin, *et al.*, 2021; Al Hakim, 2022).

Dewasa ini, perkembangan teknologi pertanian dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan telah melahirkan inovasi-inovasi sistem pertanian cerdas (Al Hakim *et al.*, 2022). Salah satunya dapat berupa sistem pertanian yang terintegrasi dengan *internet of things* (IoT) (Rosyid Ridlo Al Hakim, Islam, *et al.*, 2021; Rosyid Ridlo Al Hakim, Pangestu, Jaenul and Ropiudin, 2021; Wulandari *et al.*, 2021) lalu terdapat sensor untuk memanfaatkan energi surya. Karena energi surya dapat digunakan untuk menghasilkan daya listrik yang cukup besar (Rosyid Ridlo Al Hakim, Pangestu, Jaenul, Sinaga, *et al.*, 2021).

2.3.1 Sistem Pertanian Cerdas

Pesatnya teknologi pertanian di era revolusi industri 4.0 bahkan mendekati 5.0, hampir semua bidang telah secara bertahap bertransformasi berbasis digital (digitalisasi). Teknik pertanian, salah satu cabang ilmu teknik yang diterapkan dalam bidang pertanian telah melahirkan inovasi-inovasi alat pertanian dengan teknologi *up-to-date*. Meskipun demikian, sumber daya

alam hayati menjadi penyumbang sumber bioenergi tertinggi, seperti biomassa, bioetanol, dan biodiesel (Al Hakim, 2020).

Sistem pertanian cerdas memungkinkan segala proses pertanian konvensional dapat dialihkan menjadi otomasi. Misalnya, dengan IoT, integrasi antara lahan pertanian dengan teknologi otomasi dapat berlangsung dan menghasilkan sistem pertanian cerdas (Rosyid Ridlo Al Hakim, Islam, *et al.*, 2021). Selain itu, contoh nyata lainnya adalah sistem kultivasi tanaman bawang putih yang dapat dibudidayakan di dataran rendah dengan integrasi IoT dan peran energi surya dalam modul set peralatannya (Wulandari *et al.*, 2021).

2.3.2 Peran Energi Terbarukan dalam Pertanian

Energi terbarukan dapat menjadi bagian penting dan tidak terpisahkan dari teknologi pertanian (Ali, Dash and Pradhan, 2012). Salah satu unsur kimia yang terdapat dalam sumber-sumber energi terbarukan adalah hidrogen. Hidrogen ini dapat digunakan untuk sintesis amonia, sehingga dapat menghasilkan senyawa amonia yang berkelanjutan (dapat diproduksi ulang dan berjangka panjang) (Palys *et al.*, 2021). Selain itu, hidrogen dan sumber energi terbarukan surya (fotovoltaik) dengan bantuan pompa panas bumi dapat difungsikan untuk pemanasan rumah hijau (*greenhouse*), tentunya dapat berkelanjutan (Blanco *et al.*, 2013).

Energi terbarukan menjadi solusi energi hijau dan ramah lingkungan. Seperti energi surya dapat digunakan sebagai sumber pemanas ramah lingkungan, antara lain pemanas air, pengeringan, masak, dan sumber pembangkit (Ali, Dash and Pradhan, 2012). Hal ini sangat banyak dijumpai di negara maju untuk pertanian berkelanjutan (Ali, Dash and Pradhan, 2012; Al Hakim, 2020).

Jenis lain dari energi terbarukan yang kerap digunakan dalam bidang pertanian ialah energi angin. Dengan generator kecil saja mampu menghasilkan daya sekitar 400 watt hingga 40 kilowatt (Ali, Dash and Pradhan, 2012) dengan minimum kecepatan angin sebesar 3 m/s (Al Hakim, 2020). Salah satu penerapan energi angin dalam bidang pertanian seperti untuk mendorong pompa air untuk hewan ternak (Ali, Dash and Pradhan, 2012).

Daerah dengan lahan yang luas dan terdapat aliran air dapat menerapkan pembangkit listrik tenaga air, baik itu mikrohidro (Sihombing, Susila and Magdalena, 2015) maupun makrohidro (Al Hakim, 2020). Energi air dapat menghasilkan daya listrik yang ramah lingkungan dan cukup menghasilkan daya listrik bagi sektor pertanian (Ali, Dash and Pradhan, 2012). Di Indonesia pengelolaan energi air dilakukan oleh pembangkit listrik tenaga air (PLTA) untuk jenis makrohidro (Mahida and Angguniko, 2018) dan pembangkit listrik mikrohidro (PLTMH) (Al Hakim, 2020).

Energi air dapat digunakan untuk keperluan irigasi, sebagaimana telah diketahui irigasi menghabiskan 70% volume air di dunia (Ali, Dash and Pradhan, 2012). Contoh lain ialah untuk diterapkan pada bendungan, saluran pembawa, saluran pembuangan, bak penenang, *penstock*, turbin, generator, *baseframe*, dan operasional sumber daya air (Sihombing and Susila, 2016), termasuk pertanian berkelanjutan.

Bioenergi, salah satunya biomassa berperan besar dalam bidang pertanian. Produksi hasil tani dengan kontribusi biomassa tertinggi ialah minyak zaitun, pepohonan yang menghasilkan buah konsumsi, kebun anggur, dan pemangkasan jeruk, serta sekam padi untuk bahan bakar. Termasuk kayu yang digunakan untuk pembakaran tungku secara tradisional juga memanfaatkan biomassa (Ali, Dash and Pradhan, 2012).

Jenis bioenergi lainnya yang bersinggungan dengan pertanian ialah bioetanol dan biodiesel. Sumber dari pada kedua jenis bioenergi ini digunakan untuk menggantikan minyak bumi. Beberapa contoh seperti digunakan pada jenis bahan bakar B30. Selain itu, tumbuhan nira digunakan sebagai bahan bakar bioetanol (Human *et al.*, 2017) dan beberapa jenis makroalga (Widyartini, Hernayanti and Edy Prabowo, 2021).

Energi terbarukan lainnya yang berpotensi digunakan untuk bidang pertanian dan teknologi pertanian ialah panas bumi dan arus laut. Kedua energi terbarukan ini masih belum banyak digunakan untuk bidang pertanian. Keduanya masih difokuskan untuk pembangkit listrik menggantikan sumber energi tak terbarukan (Al Hakim, 2020).

2.4 Energi Tidak Terbarukan

Energi tidak terbarukan adalah jenis sumber energi yang tidak dapat berkelanjutan atau suatu saat akan habis jika sumbernya terus dieksploitasi (Al Hakim, 2020; Al Hakim and Juandry, 2022). Energi yang termasuk ke dalam energi tidak terbarukan ialah minyak bumi dan batu bara. Keduanya selain tidak berkelanjutan, dampak ke lingkungan tidak lebih baik dari energi terbarukan (Panunggul, Boedoyo and Sasongko, 2018). Jenis kendaraan pada teknik pertanian umumnya berbahan dasar bensin dari hasil pengolahan minyak bumi. Contoh lain ialah diesel yang kerap digunakan sebagai generator set cadangan apabila terjadi pemadaman listrik. Selain sumbernya di alam dapat suatu saat habis, sumber energi ini memunculkan polusi lingkungan. Pemerintah saat ini sedang mengupayakan konversi energi dan transisi energi dari energi tidak terbarukan ke energi baru dan terbarukan (EBT) (Kementerian ESDM, 2018), dan ini dapat berkontribusi untuk lingkungan hijau dan berkelanjutan, termasuk teknologi pertanian yang berkelanjutan.

2.5 Simpulan

Jenis-jenis energi berdasarkan asal sumbernya terdiri atas energi baru dan terbarukan (EBT) dan energi tidak terbarukan. Sumber energi tidak terbarukan bersifat tidak berkelanjutan dan akan habis pada waktunya. Sumber EBT dapat menjadi energi hijau dan terus berkelanjutan, sehingga dapat menjadi solusi bagi pertanian hijau dan berkelanjutan. Tabel 1 merupakan ringkasan jenis-jenis energi berdasarkan sumbernya.

Tabel 2.1 : Daftar Jenis-jenis Sumber Energi.

No.	Energi Baru	Energi Terbarukan	Energi Tidak Terbarukan
1.	Nuklir	Surya	Minyak Bumi
2.		Angin	Batu Bara
3.		Air	
4.		Biomassa	
5.		Bioetanol	

No.	Energi Baru	Energi Terbarukan	Energi Tidak Terbarukan
6.		Biodiesel	
7.		Panas Bumi	
8.		Arus Laut	

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. M., Dash, N. and Pradhan, A. 2012. 'ROLE OF RENEWABLE ENERGY ON AGRICULTURE', *International Journal of Engineering Sciences & Emerging Technologies*, 4(1), pp. 51–57.
- Batubara, M. 2018. *Pengembangan Panas Bumi: Sebagai Energi Kearifan Lokal di Indonesia*. Jakarta Selatan: Yayasan Pengkajian Sumber Daya Indonesia (YPSI/IRESS).
- Blanco, I. *et al.* 2013. 'Hydrogen and renewable energy sources integrated system for greenhouse heating', *Journal of Agricultural Engineering*. Page Press Publications, 44(s2), pp. 226–230. doi: 10.4081/JAE.2013.287.
- Damayanti, F. 2021. 'Potensi Pemuliaan Mutasi Radiasi sebagai upaya Peningkatan Variasi Genetik pada Tanaman Hias', *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*. Universitas Indraprasta PGRI, 1(2), pp. 78–84. doi: 10.30998/EDUBIOLOGIA.V1I2.9300.
- Al Hakim, R. and Juandry, R. 2022. 'Dewan Energi Mahasiswa: Organisasi Pemuda Masa Depan Indonesia "Refleksi 76 Tahun Menuju Indonesia Emas 2045"', *MANABIS: Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 1(1), pp. 42–48. Available at: <https://journal.ypp3a.org/index.php/manabis/article/view/626>.
- Al Hakim, R. R. 2020. 'Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energi Terbarukan untuk Ketahanan Energi di Indonesia: Sebuah Ulasan', *ANDASIH Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(1), pp. 11–21. Available at: <http://www.jurnal.umitra.ac.id/index.php/ANDASIH/article/view/374>.
- Al Hakim, Rosyid Ridlo, Ropiudin, *et al.* 2021. 'Analisis Kenaikan Tagihan Listrik Selama Pandemi Covid-19 Berdasarkan Perilaku Konsumtif Energi Listrik di Indonesia', *JURNAL CAFETARIA*, 2(1), pp. 25–35. doi: 10.2020/akuntansi.v2i1.279.

- Al Hakim, Rosyid Ridlo, Pangestu, A., Jaenul, A. and Ropiudin. 2021. 'Desain Manajemen Irigasi Kontrol Jarak Jauh Berbasis IoT dengan Terintegrasi Android', in *Seminar Nasional Perteta – FTIP Unpad 2021*, pp. 1–4.
- Al Hakim, Rosyid Ridlo, Islam, I. N., *et al.* 2021. 'DESAIN SISTEM KONTROL PEMETAAN LAHAN PRODUKSI DARI TANAM HINGGA PANEN DAN PENGOLAHAN PASCA PANEN BERBASIS INTERNET OF THINGS', in *PROSIDING SEMINAR NASIONAL RISET TEKNOLOGI TERAPAN*. Magelang: Fakultas Teknik Universitas Tidar. Available at: <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/senaster/article/view/3866>.
- Al Hakim, Rosyid Ridlo, Pangestu, A., Jaenul, A., Sinaga, D. W., *et al.* 2021. 'IMPLEMENTASI PLTS DI DESA PULISAN, SULAWESI UTARA, INDONESIA SEBAGAI PERWUJUDAN PROGRAM DESA ENERGI', in *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian 2021, "Penelitian dan Pengabdian Inovatif pada Masa Pandemi Covid-19"*, pp. 762–767. Available at: <http://prosiding.rcipublisher.org/index.php/prosiding/article/view/220>.
- Al Hakim, Rosyid R, Arief, Y. Z., *et al.* 2021. 'Perancangan Media Interaktif Energi Baru Terbarukan Berbasis Android', in *Seminar Nasional Hasil Riset dan Pengabdian Ke-III (SNHRP-III 2021)*. Surabaya, pp. 144–150. Available at: <https://snhrp.unipasby.ac.id/prosiding/index.php/snhrp/article/view/182>.
- Al Hakim, R. R. *et al.* 2022. 'PEMANFAATAN TEKNOLOGI IoT UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN', in *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Berkelanjutan (INOPTAN)*. Ruteng (ID): UNIKA St. Paulus Ruteng.
- Al Hakim, R. R. 2022. 'Perilaku Harian dan Profil Demografi Mempengaruhi Kenaikan Tagihan Listrik Selama Covid-19 di Indonesia: Pendekatan SEM-PLS', *AKUA: Jurnal Akuntansi dan Keuangan*, 1(1), pp. 68–76. doi: 10.54259/akua.v1i1.217.
- Al Hakim, R. R. *et al.* (no date) 'PRELIMINARY STUDY OF JURIDICAL ASPECTS OF RENEWABLE ENERGY DRAFT LAW IN INDONESIA: AN ACADEMIC PERSPECTIVES', *unpublished*.

- Al Hakim, R. R., Ariyanto, E. and Arief, Y. Z. 2021. 'Techno-Economic Study of Substation Electric Power in Indonesia: A Mini-Review', *ARRUS Journal of Engineering and Technology*, 1(1), pp. 28–32. doi: 10.35877/jetech540.
- Harsanti, L. and Yulidar, Y. 2019. 'PERTUMBUHAN VARIETAS KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) PADA GENERASI M2 DENGAN TEKNIK MUTASI', *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia (Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology)*. National Atomic Energy Agency of Indonesia (BATAN), 20(1), pp. 1–8. doi: 10.17146/JSTNI.2019.1.1.4104.
- Human, S. *et al.* 2017. *Laporan Teknis 2017: PERBAIKAN VARIETAS TANAMAN SEREALIA MELALUI TEKNIK MUTASI RADIASI*. Jakarta (ID). Available at: <http://repo-nkm.batan.go.id/2095/> (Accessed: 22 July 2022).
- Kementerian ESDM. 2018. *Handbook Of Energy & Economic Statistics Of Indonesia 2018 Final Edition*, Ministry of Energy and Mineral Resources. Jakarta.
- Laksmono, R. and Widodo, P. 2017. 'Pengambilan Keputusan Strategik Energi Dan Implementasinya', *Ketahanan Energi*, 3(1), pp. 33–58.
- Mahida, M. and Angguniko, B. Y. 2018. 'Optimalisasi Kapasitas Daya PLTA Bili-Bili menggunakan Metode Strategic Assumption Surfacing and Testing', *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, 17(1), pp. 31–42. Available at: <http://ketjurnal.p3tkebt.esdm.go.id/ketjurnal/index.php/ke t/article/view/165/225>.
- Palys, M. J. *et al.* 2021. 'Renewable ammonia for sustainable energy and agriculture: vision and systems engineering opportunities', *Current Opinion in Chemical Engineering*. Elsevier, 31, p. 100667. doi: 10.1016/J.COCHE.2020.100667.
- Panunggul, D. A., Boedoyo, M. S. and Sasongko, N. A. 2018. 'Analisa Pemanfaatan Energi Terbarukan Di Universitas Pertahanan Sebagai Pendukung Keamanan Pasokan Energi (Studi Kasus: Energi Surya Dan Angin)', *Ketahanan Energi*, 4(2), pp. 75–91.

- Sihombing, A. L. S., Susila, I. M. A. D. and Magdalena, M. 2015. 'The Calculation of Co 2 Emission Value Factor of the Micro Hydro Power Plant Isolated System', *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*, 14(1), pp. 29–36.
- Sihombing, A. L. and Susila, I. M. A. D. 2016. 'INTENSITAS ENERGI DAN CO2 SERTA ENERGY PAYBACK TIME PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO DAN MIKROHIDRO', *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, 15(2), pp. 105–116.
- Soeranto, H. 2003. 'Peran IPTEK Nuklir dalam Pemuliaan Tanaman untuk Mendukung Industri Pertanian', in *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir*. Yogyakarta (ID): P3TM-BATAN, pp. 308–316.
- Widyartini, D. S., Hernayanti and Edy Prabowo, R. 2021. 'Composition and diversity of macroalgae community in the coast of Karang Bolong, Nusakambangan Island', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing Ltd, 746. doi: 10.1088/1755-1315/746/1/012025.
- Wulandari, E. *et al.* 2021. 'Mr. Rytem, An IoT-Based Smart Irrigation System Application Design for Cultivation Engineering of Allium sativum Garlic in Lowland Conditions', in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika*. Surabaya, pp. 105–112. doi: 10.31284/p.snestik.2021.1762.

BAB 3

KARAKTERISTIK FISIK HASIL PERTANIAN

Oleh Suharyani Amperawati

3.1 Pendahuluan

Sifat fisik bahan biomassa hasil pertanian/perkebunan merupakan karakteristik material biologis (organik) yang dapat diukur atau ditera dengan menggunakan hukum fisika atau teori-teori dalam ilmu fisika (Rohadi, 2009). Kerusakan sifat fisik bahan tersebut lebih cepat terlihat dibandingkan karakteristik lainnya sehingga menjadi salah satu parameter utama untuk menentukan mutu bahan dan sering pula digunakan dalam menentukan umur simpan hasil pertanian/perkebunan termasuk produk olahannya. Bahan hasil pertanian secara garis besar mengandung 3 komponen penyusunnya yang dapat berbentuk padatan, larutan maupun emulsi.

Bentuk, ukuran, berat dan volume hasil pertanian serta hasil olahannya sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisiknya yang dapat mempengaruhi penerimaan (aseptabilitas) konsumen (Sucipta dan Kencana, 2016).

Sifat fisik bahan hasil pertanian/perkebunan merupakan faktor yang sangat penting dalam menangani masalah-masalah yang berhubungan dengan pengolahan hasil pertanian/perkebunan. Ada 3 alasan yang menyebabkan perlunya mempelajari sifat fisik bahan tersebut, yaitu;

1. Untuk penanganan produk (*product handling*), mencakup pengemasan, transportasi dan penyimpanan (bentuk, ukuran, volume, densitas dan luas permukaan);
2. Proses pengolahan (*processing*), meliputi pengawetan pangan dengan proses termal (sterilisasi, pasteurisasi), pendinginan dan pembekuan serta pengeringan, antara lain rheologi (viskositas), termal (panas spesifik dan konduktivitas) dan porositas;

3. Menentukan penerimaan konsumen (*consumer acceptance*) yang berhubungan erat dengan sifat indrawi yang dapat menunjukkan penerimaan konsumen terhadap suatu produk (warna, rasa, dan aroma).

Secara umum konsumen sangat mempertimbangkan karakteristik fisik dalam menentukan pilihannya terhadap suatu produk.

3.2 Penggolongan Karakteristik Fisik

Secara garis besar kita dapat menggolongkan sifat fisik hasil pertanian menjadi 4 golongan yaitu yang berkaitan dengan karakteristik geometri (densitas, bobot jenis, bentuk dan ukuran, volume, dan porositas); karakteristik inderawi/kenampakan (tekstur, rasa, bau, dan warna); karakteristik termal (panas jenis, panas laten, difusivitas termal, konduktivitas panas, dan entalpi); dan karakteristik rheologi (viskositas, elastisitas, kekenyalan dan kelengketan). Dengan demikian sifat fisik masing-masing bahan tergantung jenis kekhasan bahan tersebut. Lebih jelasnya karakteristik fisik akan dibahas dalam bagian di berikut ini.

3.2.1 Karakteristik Geometri

1. Densitas suatu bahan menurut Satuan International (SI) adalah massa dibagi dengan volume, yaitu kg.m^{-3} (Rao et.al., 2005), seperti ditampilkan dalam persamaan berikut :

$$\text{Densitas} = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}} = \frac{m}{V}$$

Suhu dapat mempengaruhi densitas sehingga sifatnya menjadi tidak konstan dimana makin tinggi suhu maka densitas bahan akan berkurang, misalnya perbedaan densitas pada cairan dapat menyebabkan terbentuknya arus konveksi sehingga densitas dalam bidang pangan penting untuk diketahui terutama dalam proses pemisahan dan operasi pengurangan ukuran dan penentuan peralatan pencampuran (Fellows, 2016).

2. Bobot jenis (*specific gravity*, SG) dapat dikatakan sebagai densitas cairan, yaitu merupakan sebuah angka tandap dimensi yang diperoleh dari pembagian massa (atau densitas) cairan dengan massa (atau densitas) volume yang setara dengan air murni pada suhu yang sama (Fellows, 2016), dimana secara luas sebenarnya bobot jenis lebih banyak digunakan dibandingkan densitas. Persamaan bobot jenis dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$SG = \text{massa cairan} / \text{massa air}$$

$$SG = \text{densitas cairan} / \text{densitas air}$$

Dikatakannya pula, jika bobot jenis cairan pada suhu tertentu diketahui, maka untuk mengetahui densitasnya menggunakan rumus berikut ini :

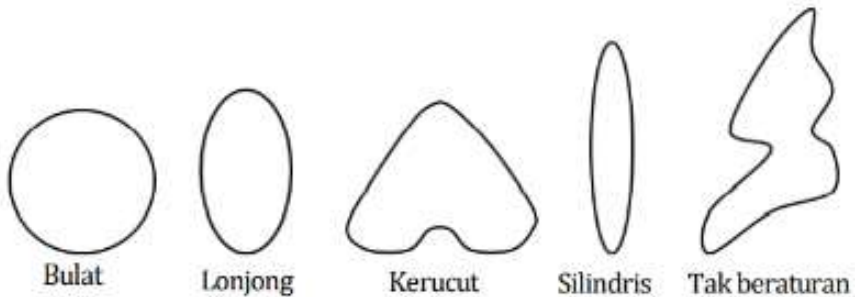
$$\rho_L = (SG) \cdot \rho_w$$

dimana ρ_L = densitas cairan (kg m^{-3}) dan ρ_w = densitas air (kg m^{-3}) dengan suhu masing-masing pada θ (0°C).

3. Bentuk dan ukuran objek suatu bahan dapat digambarkan secara visual melalui bentuk dan ukuran yang merupakan salah satu faktor penting untuk menentukan mutu (*grading*). Bentuk dan ukuran biasanya menjadi faktor mutu yang dilihat pertama sebelum menilai faktor mutu lainnya. Bentuk dan ukuran, sering digunakan dalam merancang pengemasan, transportasi, penyimpanan, merancang alat grading, sortasi dan pengolahan.

Bentuk bahan dapat dilihat langsung dari bentuknya, misalnya bulat, lonjong, lebar, silindris atau tak beraturan. Laju respirasi bahan hasil pertanian berkaitan erat dengan bentuk dan ukurannya. Laju respirasi bahan yang berukuran lebih besar laju respirasinya akan lebih rendah dibandingkan yang ukurannya lebih kecil. Laju respirasi dapat dipercepat dengan cara memperkecil ataupun merampingkan bahan karena permukaannya akan semakin luas.

Pengelompokkan bentuk bahan hasil pertanian secara garis besar dapat dibagi dalam 5 kelompok yaitu bulat, lonjong, kerucut, silindris, dan tak beraturan seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 : Macam-Macam Bentuk Bahan Hasil Pertanian

Secara umum bentuk komoditas menyatakan bentuk yang dapat dideskripsikan dan diukur secara fisik. Untuk mendefinisikan bentuk komoditi tersebut, perlu diukur beberapa parameter dimensional. Bentuk dapat dijelaskan melalui beberapa kriteria yaitu bentuk acuan, kebundaran dan kebulatan, dimensi sumbu bahan, serta kesamaannya terhadap benda-benda geometri tertentu. Bentuk acuan (*Charted standard*), digunakan untuk memerikan suatu objek melalui pengamatan kondisi permukaan bahan (potongan melintang dan memanjang) atau ukuran dimensi bahan yang selanjutnya dibandingkan dengan bentuk acuan. Adapun istilah dan perian objek bentuk acuan yang sudah ada seperti terlihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 : Istilah dan deskripsi objek bentuk acuan

Bentuk	Deskripsi
Bundar (<i>round</i>)	Menyerupai bentuk bulatan (<i>spheroid</i>)
<i>Oblate</i>	Datar pada bagian pangkal dan pucuk atau puncak
Membujur (<i>oblong</i>)	Diameter vertikal lebih besar daripada diameter horizontal
Kerucut (<i>conic</i>)	Meruncing ke arah bagian puncak
Bujur telur (<i>ovate</i>)	Bentuk seperti telur dan melebar pada bagian pangkal
Berat sebelah atau miring (<i>lopsided</i>)	Poros yang menghubungkan pangkal dan puncak tidak tegak lurus melainkan miring
Bujur telur terbalik (<i>obovate</i>)	Seperti telur terbalik
Bulat panjang (<i>eliptical</i>)	Menyerupai bentuk elips (bulat

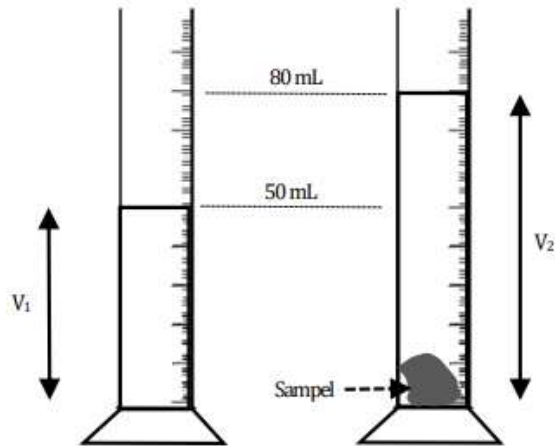
Bentuk	Deskripsi
	panjang)
Kerucut terpotong (<i>truncate</i>)	Kedua ujungnya mendatar atau persegi
Tidak seimbang (<i>unequal</i>)	Setengah bagian lebih besar dari setengah bagian lainnya
<i>Ribbed</i>	Pada potongan melintang sisi-sisinya menyerupai sudut-sudut
Teratur (<i>regular</i>)	Potongan horizontalnya menyerupai lingkaran
Tidak teratur (<i>irregular</i>)	Potongan horizontalnya sama sekali tidak menyerupai lingkaran

Sumber: Mohsenin (1980)

Ukuran merupakan faktor penting dalam menentukan kondisi fisik makanan padat agar dapat dilakukan pemisahan bahan asing melalui penyaringan, *grading* sayuran dan buah-buahan, serta mengevaluasi kualitas bahan pangan. Dalam aliran fluida, perhitungan perpindahan panas dan massa ukuran partikelnya perlu diketahui. Ukuran partikel bahan pangan sangat penting. Misalnya pada susu bubuk ukuran partikel harus cukup besar untuk mencegah terjadi aglomerasi namun juga cukup kecil untuk menghindari terjadinya *dissolution* yang cepat selama proses pencampuran dengan zat cair (Sahin dan Sumnu, 2005), dikatakannya pula bahwa penurunan ukuran partikel dapat meningkatkan viskositas bubuk yang dilarutkan.

Ukuran dinyatakan dalam berat, volume, panjang, lebar, diameter, tebal, kerapatan, dan luas untuk menggambarkan besaran materi atau isi bahan. **Ukuran berat** suatu bahan dapat dinyatakan dalam berat total, berat rata-rata, berat per satuan bahan dan berat kotor. Berbagai jenis neraca dapat digunakan untuk mengukur berat suatu bahan dari yang halus sampai kasar, tergantung tingkat ketelitian pengukuran yang diinginkan. **Ukuran volume (isi)** adalah besarnya ruangan yang ditempati oleh bahan tersebut. Penentuan volume bahan yang bentuknya tidak beraturan dapat menggunakan metode *water displacement* (pemindahan air) atau *seed displacement* seperti diperlihatkan pada Gambar 3.2, dimana gelas ukur dapat digunakan dalam

penentuan volume.



Gambar 3.2 : Metode Pemindahan Air Dengan Gelas Ukur

Untuk menghitung volume benda tak beraturan dengan menggunakan gelas ukur secara matematis dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_s = V_2 - V_1$$

Keterangan :

V_s : volume sampel yang akan kita ukur (mm^3)

V_1 : volume mula-mula atau awal air (mm^3)

V_2 : volume akhir air setelah sampel dimasukkan (mm^3)

Selain volume tersebut diatas, maka dikenal pula ada isi absolut dan isi relatif, yang ukurannya berkaitan dengan seberapa banyak bahan yang diukur menempati ruang tersebut. Isi absolut merupakan besarnya ruang yang sesungguhnya yang ditempati oleh bahan tidak termasuk ruang kosongnya, sedangkan isi relatif merupakan perbandingan antara isi wadah dengan berat bahan atau jumlah butir (biji-bijian). Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung isi relatif dengan rumus berikut:

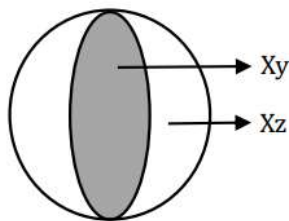
$$\text{Isi relatif per gram} = \frac{\text{Isi wadah}}{\text{Berat bahan}}$$

$$\text{Isi relatif per butir} = \frac{\text{Isi wadah}}{\text{Jumlah butir}}$$

Ukuran panjang, lebar dan garis tengah (diameter) dalam perbandingannya dapat menunjukkan bentuk khas bahan tersebut. Buah yang masih segar dapat menunjukkan dimensi yang berbeda apabila telah mengalami kerusakan atau layu. Alat pengukur yang dapat digunakan untuk mengukur panjang, lebar dan garis tengah antara lain penggaris, mikrometer, dan vernier caliper.

Ukuran luas permukaan hasil pertanian/perkebunan seperti buah dan biji penting diketahui terutama dalam pengukuran respirasi, penentuan warna, pemantulan cahaya, fenomena transfer panas. Sebagian besar hasil pertanian memiliki ukuran yang tidak beraturan.

Kebundaran (roundness), berkaitan dengan ukuran ketajaman sudut-sudut suatu benda padat. Kisaran nilai kebundaran bahan mulai 0 sampai dengan 1, dimana makin mendekati angka 1 maka bahan tersebut dikatakan semakin bundar.



Gambar 3.3 : Faktor Penentu 'Roundness'

Persamaan yang dapat digunakan untuk mengukur kebundaran seperti berikut ini :

$$\text{Roundness} = \frac{Xy}{Xz}$$

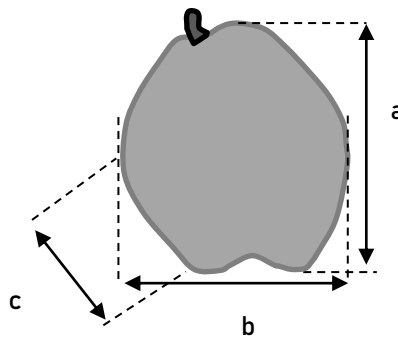
dimana:

Xy : Luas terbesar lingkaran dalam yang dapat meliputi seluruh proyeksi bahan atau cetakan luas potongan melintang bahan.

Xz : Luas permukaan proyeksi terkecil yang membatasinya atau luas lingkaran yang melingkupi cetakan bahan.

Kebulatan (*sphericity*), merupakan perbandingan antara diameter bola yang volumenya sama dengan objek dengan diameter bola terkecil yang dapat mengelilingi objek. Nilai kebulatan suatu bahan juga berkisar antara 0-1, dimana makin mendekati angka 1 maka bahan tersebut dikatakan semakin mendekati bentuk bola atau bulat.

Definisi kebulatan (*sphericity*) adalah rasio volume objek terhadap volume bola yang memiliki diameter sama dengan diameter utama yang dapat mengelilingi objek tersebut (Sahin dan Sumnu, 2005). Gambar 3.4 berikut memperlihatkan faktor-faktor yang menentukan dalam menghitung *sphericity*.



Gambar 3.4 : Faktor-Faktor Penentu Dalam Menghitung '*Sphericity*'

Untuk menghitung *sphericity* suatu bahan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Mohsenin dalam Sahid dan Sumnu, 2005) :

$$\text{Sphericity} = \frac{(a \cdot b \cdot c)^{\frac{1}{3}}}{a} = \frac{\sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}}{a}$$

dimana :

a = sumbu terpanjang (mayor)

b = sumbu terpanjang normal terhadap a (intermediate)

c = sumbu terpanjang normal terhadap a dan b (minor)

4. Porositas menunjukkan fraksi volume ruang hampa atau udara dalam suatu material (Rao et.al., 2005) dan didefinisikan sebagai:

$$\text{Porositas} = \frac{\text{Udara atau Volume kosong}}{\text{Total Volume}}$$

Porositas dapat diukur secara langsung dan mikroskopis metode, atau dapat juga diperkirakan berdasarkan data kepadatan (Barbosa-Cánovas, 2006).

3.2.2 Karakteristik Inderawi (Kenampakan)

Sifat bahan yang dapat diamati menggunakan alat indera manusia dikatakan sebagai sifat inderawi (kenampakan) bahan dimana sifat tersebut bisa diuji sebelum konsumen membeli suatu produk pangan. Karakteristik inderawi (kenampakan) bersifat subyektif karena penilaiannya menggunakan alat indera manusia yang hasilnya dapat berbeda antar individu.

Karakteristik inderawi/kenampakan meliputi tekstur, rasa, bau, dan warna.

1. Tekstur, merupakan salah satu faktor penting dalam penilaian mutu produk pangan karena dapat mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk pangan. Tekstur bahan pangan dapat dikaitkan dengan „kesan mulut (*mouth feel*)“. Bila bahan pangan dikunyah maka lidah sebagai indra pengecap akan memberikan sensasi berbagai rasa, seperti rasa berpasir (*sandy*), rasa tepung (*mealy*), dan pulen (*sticky*). Selain melalui indra pengecap, tekstur juga dapat diukur dengan menggunakan indra perasa kulit. Misalnya melalui ujung jari dengan cara menyentuhkannya pada permukaan bahan, maka dapat dirasakan bahwa bahan tersebut kenyal, kasar, halus, keras, lunak, dan lain-lain.

2. Rasa, penentuan rasa lebih banyak melibatkan panca indera lidah sebagai pengecap rasa yang terdapat dalam rongga mulut terutama pada permukaan lidah dan sebagian langit-langit lunak (*palatum mole*). Indera ini dapat membedakan 4 rasa utama yaitu asin, asam, manis, dan pahit. Pada lidah terdapat bintil-bintil yang mengandung ujung saraf sebagai reseptor. Keempat rasa dasar tersebut terdapat pada bagian-bagian lidah yang mengandung reseptor (kuncup) pengecap pada letak yang berbeda, yaitu ujung lidah memberikan rasa manis, tepi samping dan depan memberikan rasa asin, tepi samping saja untuk rasa asam, dan pangkal lidah memberikan rasa pahit, sedangkan pada seluruh lidah dapat memberikan rasa gurih. Ada beberapa faktor lain yang juga dapat mempengaruhi rasa, seperti suhu, senyawa kimia, dan konsentrasi, serta bila terjadi interaksi dengan komponen rasa lainnya.
3. Bau, dapat diketahui melalui indera hidung. Dengan mencium baunya kita sudah dapat membayangkan bagaimana enakness makanan tersebut walaupun tidak terlihat oleh mata. Bau dapat dirasakan dalam jarak jauh karena bahan tersebut mengeluarkan gas sebagai senyawa volatil sehingga dapat tercium yang dapat masuk melalui rongga hidung yang diterima oleh *olfactory bulb*, selain itu bau juga dapat melalui mulut terutama bagi mereka yang sukar merasakan bau lewat hidung. Dikenal pula istilah flavour atau citarasa, yang merupakan gabungan rangsangan indera pembau dan indera pengecap. Bau dapat juga mengindikasikan terjadinya kerusakan suatu produk, misalnya tercium bau busuk pada produk yang telah rusak.
4. Warna merupakan salah satu sifat bahan yang dapat ditentukan secara objektif dan subjektif. Analisa secara objektif dapat dilakukan dengan menggunakan instrumen fisik, sedangkan secara subjektif atau organoleptik dengan menggunakan indera penglihatan yaitu mata. Mata manusia adalah organ yang sangat sensitif yang dapat mendeteksi hingga 10 juta warna yang berbeda (Rao, 2005). Warna yang terlihat mata manusia merupakan hasil interpretasi yang disampaikan otak mengenai karakter cahaya yang berasal dari objek. Penafsiran sinyal retina oleh otak manusia merupakan

fenomena yang sangat kompleks dan dapat dipengaruhi oleh berbagai aspek psikologis yang dapat berbeda antar orang sehingga dikatakan bersifat subjektif. Untuk menyatakan warna secara objektif maka pendekatannya adalah dengan menganalisis warna menggunakan instrumen peralatan pengukur warna seperti *lovibond tintometer*, *chromameter*, *colorimeter* dan *whiteness meter*.

3.2.3 Karakteristik Termal

Penentuan proses pengolahan bahan hasil pertanian berkaitan erat dengan karakteristik termik bahan tersebut. Karakteristik termal bahan penting dalam proses pemanasan dan pendinginan. Karakteristik termik meliputi panas jenis, panas laten, konduktifitas, difusitas panas.

Panas jenis dan panas laten berkaitan erat dengan proses pengeringan, pemanasan, dan pendinginan bahan, sedangkan konduktivitas panas berkaitan dengan porositas, tekstur, dan komposisi kimia bahan yang bermanfaat dalam menentukan proses konduksi dalam mengalirkan panas.

1. Panas Jenis, adalah banyaknya panas/kalori yang diserap oleh benda untuk menaikkan suhu sebanyak 1°C dari 1 gram bahan. Dengan demikian penerimaan dan pelepasan kalor dapat diukur melalui panas jenis atau kalor jenis. Panas jenis air dalam keadaan cair sebesar 1.00 BTU/lb, sedangkan panas jenis air dalam keadaan beku sebesar 0.48 BTU/lb.
2. Panas Laten, adalah jumlah panas yang dibutuhkan untuk merubah fase bahan baik dari padat ke cair atau dari cair ke gas atau sebaliknya tanpa merubah suhunya. Dikatakan oleh Sahid dan Sumnu (2005), bahwa panas laten adalah jumlah panas yang dilepaskan atau diserap pada suhu tertentu ketika satuan massa bahan berubah dari satu keadaan ke keadaan lain.

Dikenal dua jenis panas laten, yaitu panas laten pembekuan dan panas laten penguapan. Panas laten pembekuan misalnya, jumlah panas yang diperlukan untuk merubah air pada suhu 32°F menjadi es pada suhu 32°F dan panas laten penguapan misalnya, jumlah panas yang dibutuhkan untuk merubah air pada suhu 212°F menjadi uap pada suhu 212°F . Satuan panas

laten adalah BTU/lb.

3. Konduktivitas termal, konduktifitas panas/daya hantar panas sangat penting artinya dalam penyimpanan biji-bijian, proses pengolahan di pabrik dan pendinginan, khususnya bila proses pindah panas berlangsung secara konduksi. Konduktivitas panas adalah laju pindah panas (q) melalui permukaan bahan dengan luas A jika pada benda tersebut diberikan panas dengan perbedaan suhu sebesar $T_1 - T_2$, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$k = \frac{q L}{A (T_1 - T_2)}$$

Satuan konduktifitas panas = kal/cm detik °C

4. Difusivitas termal (α), adalah kemampuan bahan untuk mengalirkan panas dan menyimpan panas. Difusivitas termal dapat menentukan laju aliran panas bahan hasil pertanian/perkebunan dalam wujud padat pada berbagai bentuk. Bila makin besar difusivitas termalnya maka dapat mengindikasikan pembauran panas dalam bahan juga makin cepat. Difusitas termal sangat tergantung pada konduktifitas panas, densitas dan panas jenis bahan yang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\alpha = k / \rho \cdot C_p$$

dimana:

α = difusivitas termal ($m^2/detik$)

k = konduktivitas panas

ρ = densitas

C_p = panas jenis

5. Entalpi adalah kandungan energi panas dari suatu bahan. Menurut Sahin dan Sumnu (2005), entalpi adalah kandungan panas dalam suatu sistem per satuan massa. Satuannya adalah J/kg dalam sistem SI. Termodinamika bergantung pada keadaan sistem dan dinyatakan dalam energi internal, tekanan, dan volume sebagai:

$$H = U + PV$$

dimana :

H : entalpi (Joule, J)

U : energi internal (Joule, J)

P : tekanan (atm)

V : volume (L)

Entalpi adalah banyaknya energi suatu sistim pada kondisi tekanan tetap.

3.2.4 Karakteristik Reologi

Karakteristik reologi berkaitan dengan deformasi atau perubahan bentuk dan sifat rambatan suatu bahan dikarenakan pengaruh aplikasi gaya yang timbul. Dalam kehidupan sehari-hari banyak ditemukan berbagai produk makanan dalam bentuk cair seperti es krim, saus tomat, kecap manis, madu, susu kental manis, *shortenings*, makanan bayi, dan lain-lain. Sifat reologi dapat diamati secara subyektif melalui uji organoleptik menggunakan panca indera maupun secara objektif menggunakan peralatan uji.

1. Kekentalan (viskositas)

Salah satu sifat penting pada pengolahan makanan cair adalah viskositas karena dapat berubah bila dipanaskan atau didinginkan maupun dipekatkan. Perubahan viskositas dapat menyebabkan perubahan daya pompa yang diperlukan dalam proses pengolahan pangan. Viskositas dapat dikatakan pula sebagai hambatan internal suatu cairan untuk mengalir (Fellows, 2016). Biasanya viskositas makanan cair akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi cairan makanan.

Hambatan internal yang timbul pada suatu cairan untuk mengalir juga dapat dikatakan sebagai viskositas. Menurut Fellows, 2016 bahwa dalam sebuah cairan terdapat lapisan-lapisan yang mengalir pada permukaan, maka lapisan teratas akan mengalir paling cepat dan menyeret lapisan berikutnya untuk mengalir juga namun kecepatannya lebih rendah dan seterusnya dari lapisan ke lapisan sampai aliran berhenti saat lapisan yang paling dekat dengan permukaan tidak bergerak

lagi.

Ketika sebuah gaya geser (*shear force*) dikenakan pada permukaan fluida, maka akan terjadi perubahan konformasi (bentuk) yang disebut deformasi, jika gaya terus dikenakan maka deformasi berlangsung berkesinambungan yang dinamakan aliran (*flow*) (Rohadi, 2009). Dikatakan juga oleh Fellows, 2016, cairan tersebut bergerak karena ada tenaga atau gaya geser yang timbul yang disebut “tekanan geser” dimana gradient kecepatannya disebut “laju geser”.

Memperhatikan sifat alirannya, secara umum bahan pangan cair dibedakan menjadi kelompok Newtonian dan non-Newtonian. Pada kelompok Newtonian ditunjukkan dengan kekentalannya yang tidak akan berubah dengan meningkatnya gaya (contoh : larutan gula encer, larutan garam, dan larutan asam), sedangkan kelompok non Newtonian dimana kekentalannya akan mengalami perubahan bila terjadi perubahan gaya.

Produk non-Newtonian secara garis besar dapat dibagi dalam 3 jenis, yaitu *pertama* cairan plastis (seperti : kecap manis, susu kental manis, sambal botol, saus tomat, dan pudding); *kedua* cairan pseudoplastis (seperti : santan, kecap asin, susu segar, dan krim encer); dan *ketiga* cairan dilatan (seperti : gula kental, mentega kacang, dan disperse tepung pati). Beberapa contoh makanan cair yang termasuk non-Newtonian seperti suspensi, emulsi, serta larutan pekat yang mengandung pati, gum, pektin, dan protein, namun cairan-cairan tersebut pada konsentrasi rendah biasanya juga menunjukkan sifat-sifat Newtonian, sebaliknya bila terjadi peningkatan konsentrasi maka viskositasnya meningkat pula dengan cepat sehingga akan bertransisi menjadi bersifat non-Newtonian.

Menurut Lewis, 1990 bahwa viskositas pada semua cairan menurun sejalan dengan peningkatan suhu, namun pada sebagian besar gas peningkatan suhu menyebabkan viskositasnya meningkat pula.

2. Aktivitas air (Hubungan Air dan Bahan)

Air merupakan komponen penting dalam bahan hasil pertanian maupun perkebunan bahkan produk olahannya. Air

dalam bahan dapat menentukan mutu bahan, mempertahankan kesegaran, penentu keawetan dan kestabilan selama penyimpanan. Peranan air dalam berbagai produk hasil pertanian dapat dinyatakan sebagai kadar air dan aktifitas air (A_w). Sedangkan di dalam udara (atmosfir) dinyatakan dalam kelembaban relatif (kelengasan nisbi, Humiditi relatif) atau HR dan kelembaban mutlak (H).

Kadar air berkaitan sangat erat dengan laju kerusakan pangan dan hasil pertanian. Aktivitas mikroorganisme secara cepat dapat merusak bahan hasil pertanian maupun produk olahannya terutama selama masa penyimpanan dibandingkan kerusakan akibat reaksi enzimatik dan reaksi kimia yang dapat berlangsung lebih lama. Kadar air bahan dapat dinyatakan dalam % basis berat-basah dan basis berat-kering, namun belum menggambarkan aktivitas biologisnya. Pengukuran kadar air yang dilakukan di laboratorium biasanya menggunakan metode oven (*thermogravimetri*). Penentuan kadar air basis berat-basah dan basis berat-kering dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini:

$$\text{Kadar air basis berat-basah (bb)} = \frac{W_a}{W_b} \times 100\% = \frac{W_b - W_k}{W_b} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air basis berat-kering (bk)} = \frac{W_a}{W_k} \times 100\% = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\%$$

dimana:

W_a = Berat air yang diuapkan

W_b = Berat sampel basah (bahan awal)

W_k = Berat sampel kering (bahan kering)

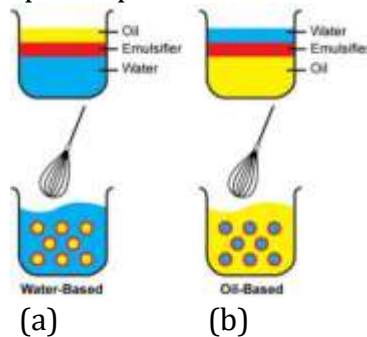
Perhitungan kadar air berat-basah sering ditampilkan pada tabel komposisi pangan, sedangkan kadar air basis berat-kering biasanya digunakan dalam perhitungan untuk proses pengolahan.

Menurut Fellows, 2016 bahwa penentuan kadar air saja tidak cukup untuk memprediksi stabilitas bahan hasil

pertanian dan produk olahannya; menurutnya ketersediaan air untuk aktivitas mikrobial, enzimatik, atau aktivitas kimia inilah yang menentukan umur simpannya dan ketersediaan air ini diukur melalui aktivitas air (*water activity*, a_w) yang dikenal juga sebagai tekanan uap relatif (*relative vapour pressure*, *RVP*). Aktivitas air dapat diukur secara sederhana menggunakan alat *Aw-meter*.

3. Emulsi

Emulsi adalah sistem dua fase dimana satu fase terdispersi dalam fase lain. Campuran tersebut umumnya membentuk sistem yang tidak stabil. Dikatakan oleh (Rao et al., 2005) bahwa dua fase emulsi yang dikenal umumnya berbentuk cairan: emulsi minyak dalam air (*oil in water emulsion*) dan air dalam minyak (*water in oil emulsion*). Untuk menstabilkan sistem emulsi tersebut dapat ditambahkan bahan pengemulsi (emulsifier). Emulsifier dapat menstabilkan sistem emulsi dikarenakan bentuk molekulnya yang dapat mengikat minyak dan air. Emulsifier adalah zat yang digunakan untuk memudahkan pembuatan emulsi dan selanjutnya dapat menstabilkan atau mempertahankan sistem emulsi tersebut seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5: Sistem Emulsi ; Minyak Dalam Air (A) Dan Air Dalam Minyak (B) Yang Telah Ditambahkan Emulsifier.

Sumber : gudangilmu.farmasetika.com, 2022

Contoh emulsifier yang banyak terdapat di alam antara lain fosfolipida, lesitin dan fosfatidil etanolamin.

4. Busa

Dikatakan oleh Sahin (2005) bahwa busa dapat didefinisikan sebagai dispersi koloid dimana gas adalah fase terdispersi dan cairan adalah fase kontinu. Medium pendispersi biasanya berupa cairan yang kadang-kadang termodifikasi menjadi padatan dengan pemanasan atau diperkuat oleh padatan. Beberapa contoh busa seperti es krim, *whipped cream*, atau adonan kue. Biasanya ada fase ketiga seperti minyak atau lemak dalam busa digunakan dalam sistem makanan. Busa menjadi penting karena kontribusinya terhadap volume dan tekstur produk makanan.

Istilah *overrun* digunakan berkaitan dengan busa untuk menggambarkan jumlah udara yang dimasukkan. Masuknya udara akan mengurangi kepadatan produk. Hal ini didefinisikan sebagai persentase peningkatan volume yang dikaitkan dengan udara dan dinyatakan dengan rumus berikut:

$$\text{Overrun (\%)} = \frac{V_f - V_l}{V_l} \times 100$$

Dimana : V_f : volume busa dan V_l : volume cairan asal.

DAFTAR PUSTAKA

- Barbosa-Cánovas G.V., Juliano P., Peleg M., 2004. /Rev.2006 'Engineering Properties of Foods, in Food Engineering, [Ed. Gustavo V. Barbosa-Cánovas], in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford ,UK, [<http://www.eolss.net>].
- Fellows, P.J. 2016. 'Teknologi Pengolahan Pangan : Prinsip dan Praktek, Terjemahan : Kustanta, Y.P.D.A; Haryanto, N., Kartini., Afifah, H.N. editor bahasa Indonesia : Murdiati., Aditya, R., Dwinita, T.V., Nirwanto, M.R., Respaty, F.R. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Mohsenin, NN. 1980. 'Physical Properties of Plant and Animal Materials. New York: Gordon and Breach Science Publisher.
- Rohadi. 2009. 'Sifat Fisik Bahan dan Aplikasinya dalam Industri Pangan, Semarang University Press. Semarang.
- Rusmono, M., Nasution, M. Z., Herdiana, N., Maryani. A. (2016 'Pengolahan Hasil Pertanian (: Edisi 2 / 3 SKS / Modul 1-9, ISBN: 9787970113602, Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, 2016, DDC 23: 681.763.
- Sahin, S dan Sumnu, S. G. 2005. 'Physical Properties of Foods, Department of Food Engineering Middle East Technical University Ankara. Springer Science+Business Media, LLC.
- Sucipta, I. N., dan Kencana, P. K. D. 2016. 'Penuntun Praktikum Pengetahuan Bahan, Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.

BAB 4

KARAKTERISTIK KIMIA HASIL PERTANIAN

Oleh Asmanur Jannah

4.1 Pendahuluan

Produk hasil pertanian beragam bentuk dan sifatnya tergantung pada senyawa kimia yang terkandung di dalamnya. Senyawa kimia yang terkandung akan mempengaruhi karakter dari setiap macam produk hasil pertanian. Secara umum kandungan senyawa kimia dalam produk pertanian dapat dibagi menjadi dua yaitu senyawa primer dan senyawa sekunder. Senyawa primer atau metabolit primer dihasilkan dari metabolisme dasar yang terjadi pada semua makhluk hidup dimana senyawa ini disintesa dan didegradasi untuk pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup itu sendiri. Air, karbohidrat, protein, lemak dan nukleotida merupakan beberapa contoh senyawa primer. Sedangkan senyawa sekunder atau metabolit sekunder dihasilkan dari metabolisme di luar jalur metabolisme dasar, bersifat spesifik untuk famili atau spesies tertentu. Senyawa-senyawa aktif yang terdapat pada tanaman teh, kopi, cengkeh, pala, minyak kayu putih dan lain-lain merupakan beberapa contoh metabolit sekunder.

4.2 Air

Air merupakan komponen terpenting dalam produk hasil pertanian dan di beberapa produk menempati bagian terbesar. Ditinjau dari pemanfaatan produk pertanian yang dihubungkan dengan kandungan air, maka dikelompokkan ke produk yang dikonsumsi segar dan olahan. Jumlah air dalam produk pertanian dapat mempengaruhi penampilan produk. Khususnya bagi produk yang lazim dikonsumsi segar, semakin banyak kandungan air semakin segar penampilan dari produk tersebut dan semakin baik mutunya. Sebaliknya semakin sedikit kandungan air, semakin

layu dan semakin rendah mutu produk tersebut. Kondisi semacam ini banyak dijumpai pada produk buah-buahan dan sayur-sayuran. Hilangnya air dari produk ini dapat terjadi karena respirasi dan transpirasi. Oleh karena itu untuk menekan terjadinya respirasi dan transpirasi, produk pertanian disimpan pada suhu dingin dan menjaga kelembaban tetap tinggi.

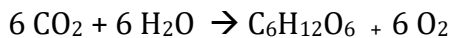
Disatu sisi keberadaan air dapat mempercepat kerusakan, karena air dapat menjadi media pertumbuhan mikroorganisme sehingga produk pertanian cepat rusak (*perisable*). Oleh karena itu ada beberapa produk pertanian kandungan airnya justru dikurangi untuk memperpanjang daya simpannya. Contoh produk seperti, padi, kedelai, kopi, teh, cengkeh dan lain-lain. Produk yang sudah kering mempunyai kemampuan menyerap air tinggi, oleh karena itu lingkungan penyimpanan diatur sedemikian sehingga suhu rendah dan kelembabannya juga rendah

Berdasarkan keberadaannya dalam produk pertanian, air dibagi dalam 4 tipe yaitu : Air tipe I , air tipe II, air tipe III dan air Tipe IV (air murni). Air tipe I merupakan air yang terikat dengan molekul lain melalui ikatan hidrogen. Air tipe ini disebut air terikat. Air tipe II merupakan air yang saling berikatan dengan sesama molekul air lainnya melalui ikatan hidrogen. Penghilangan air tipe II ini akan menurunkan *Aw* (*water activity*), sehingga dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme dan mencegah reaksi *browning*, hidrolisis dan oksidasi. Air Tipe III adalah air yang terikat secara fisik pada jaringan produk pertanian. Air tipe ini disebut air bebas yang biasanya digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya, disamping menjadi media yang baik untuk terjadinya reaksi-reaksi kimia di dalam produk pertanian. Air tipe IV adalah air murni yang tidak terikat dengan jaringan produk pertanian.

4.3 Karbohidrat

Karbohidrat termasuk metabolit primer yang terkandung dalam semua produk pertanian dengan proporsi yang berbeda tergantung jenis produknya. Karbohidrat terdiri dari kata (karbon = C) dan hidrat (air atau H_2O), dengan rumus empiris CH_2O . Karbohidrat adalah polihidroksialdehida atau

polihidroksiketon, dikelompokkan menjadi monosakarida, disakarida dan polisakarida. Monosakarida adalah kelompok yang mengandung 5 atau 6 atom C baik berbentuk rantai lurus (alifatis) maupun siklis. Secara alami, monosakarida merupakan hasil reaksi antara air (H₂O) dan karbon dioksida (CO₂) dengan bantuan sinar matahari dalam proses fotosintesis yang terjadi di daun. Secara umum reaksi fotosintesis digambarkan sebagaimana berikut :



Beberapa monosakarida yang umum dikenal antara lain glukosa, fruktosa dan galaktosa. Ketiganya mempunyai 6 atom karbon dengan rumus molekul C₆H₁₂O₆ dan saling berisomer. Glukosa ditengarai merupakan produk hasil fotosintesis yang selanjutnya digunakan untuk mensintesis disakarida, oligosakarida dan polisakarida. Monosakarida yang mempunyai atom karbon 5 adalah xilosa, arabinosa dan ribosa (Belitz, 2009). Ribosa dan deoksiribosa selanjutnya membentuk kerangka polimer asam nukleat. Semua monosakarida, dengan beberapa pengecualian mempunyai rasa manis. Fruktosa adalah gula termanis diantara semua karbohidrat.

Disakarida adalah kelompok karbohidrat yang tersusun dari 2 monosakarida melalui ikatan glikosida dengan melepaskan 1 molekul air. Maltosa, sellobiosa, sukrosa dan laktosa adalah disakarida yang paling dikenal. Maltosa disusun dari dua molekul glukosa yang terikat melalui ikatan 1,4 α -glikosida. Maltosa merupakan hasil hidrolisis pati. Pati secara spesifik dihidrolisis menjadi maltosa melalui proses enzimatis. Proses ini dikatalisis oleh enzim α 1,4 *glukan maltohidrolase* yang terkandung dalam kecambah jelai (malt). Selanjutnya maltosa ini dapat dihidrolisis oleh enzim α -*glukosidase* yang terdapat dalam ragi menjadi glukosa. Selobiosa merupakan disakarida yang diperoleh dari hidrolisis tidak sempurna selulosa, terdiri dari 2 molekul glukosa. Selobiosa sama dengan maltosa yaitu sama-sama terdiri dari 2 molekul glukosa. Perbedaannya, pada selobiosa satu molekul glukosanya ada dalam bentuk β . Selobiosa dapat dihidrolisis oleh enzim β -*glukosidase* menjadi glukosa, sedangkan enzim α -*glukosidase* tidak dapat menghidrolisis selobiosa. Sukrosa

mengandung satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa, merupakan senyawa yang ditranslokasikan dari daun ke seluruh bagian tanaman. Tanaman penghasil sukrosa adalah tebu dan bit. Sukrosa dikenal juga sebagai gula pasir. Laktosa atau gula susu tersusun dari D-galaktosa dan D- glukosa melalui ikatan 1,4 β glikosida. Secara alamiah laktosa terdapat pada air susu binatang menyusui. Secara komersial diperoleh sebagai hasil samping pabrik keju. Laktosa dapat dihidrolisis secara enzimatis menjadi galaktosa dan glukosa.

Polisakarida merupakan polimer dari molekul-molekul monosakarida melalui ikatan glikosida. Polisakarida merupakan penyusun tubuh tumbuh-tumbuhan terbesar sesudah air. Berdasarkan sumbernya polisakarida dibagi menjadi 2 yaitu polisakarida nabati dan hewani. Polisakarida nabati : pati dan selulosa, sedangkan polisakarida hewani : pati hewani (glikogen). Pati dan selulosa termasuk dalam polisakarida nabati. Pati terdiri dari 2 fraksi : fraksi amilosa dan fraksi amilopektin. Amilosa dan amilopektin merupakan homopolimer dari glukosa melalui ikatan α -(1,4)-D-glukosa. Amilosa berbentuk rantai lurus sedangkan amilopektin, selain rantai lurus juga memiliki rantai cabang melalui ikatan α -(1,6)-D-glukosa. Fraksi amilosa larut dalam air, sedangkan fraksi amilopektin tidak larut dalam air. Secara umum pati berwarna putih dan tidak berasa.

Komposisi amilosa dan amilopektin dalam produk pertanian akan mempengaruhi karakter dari produk tersebut. Sebagai contoh beras dengan amilosa tinggi (lebih besar dari 25%) memiliki sifat pera, sedangkan beras dengan amilosa sangat rendah (kurang dari 9 %) bersifat lekat atau pulen. Kandungan amilosa rendah terdapat pada beras ketan yaitu 1-2 % atau hampir tidak ada. Semakin rendah kadar amilosa semakin pulen atau lekat. (Belitz, Grosch and Schieberle, 2009; Ardhiyanti *et al.*, 2014)

Karbohidrat yang ada di dalam produk pertanian mengalami perubahan sejak awal pertumbuhan sampai panen dan pasca panen. Perubahan ini dapat dilihat pada buah-buahan khususnya buah-buah klimakterik seperti pepaya, mangga, pisang dan lain-lain. Sebagai gambaran buah pisang pada saat panen keras, berwarna hijau dan tidak berasa. Setelah beberapa hari

disimpan di suhu ruang akan terjadi perubahan dimana buah semakin empuk, warna kulit kekuningan dan berasa manis. Fenomena ini bisa dijelaskan sebagai berikut: setelah panen, di dalam buah pisang masih berlangsung metabolisme lanjutan yaitu respirasi, dimana sebagai bahan baku respirasi adalah senyawa bermolekul besar seperti karbohidrat. Karbohidrat dihidrolisis menjadi molekul-molekul penyusunnya yang lebih sederhana yaitu oligosakarida, disakarida atau monosakarida (glukosa dan fruktosa) yang berasa manis. Senyawa hasil hidrolisis ini memasuki siklus asam trikarboksilat (siklus Krebs) yang menghasilkan CO_2 dan air (H_2O). Oleh karena itu buah pisang semakin lunak. Perubahan warna dari hijau menjadi kekuningan disebabkan aktivitas enzim *klorophilase*, sehingga warna hijau terdegradasi.

Sellulosa merupakan homopolimer dari glukosa melalui ikatan β -1,4 glikosida tanpa percabangan. Berbeda dengan ikatan α -1,4 glikosida pada pati, ikatan β -1,4 pada selulosa sangat tahan terhadap hidrolisis oleh enzim ataupun asam, oleh karena itu selulosa tidak dapat dicerna oleh perut manusia. Beberapa hewan memamah biak (ruminansia) dapat mencerna selulosa menjadi glukosa. Reaksi ini dikatalis oleh enzim *selulase* yang dihasilkan bakteri-bakteri yang terdapat di dalam perut rumen.

Hemiselulosa juga merupakan karbohidrat polimer dari D xilosa melalui ikatan β -1,4. Pektin yang banyak dijumpai dalam kulit buah-buahan merupakan heteropolimer dari arabinosa, galaktosa dan asam galakturonat.

Produk pertanian sumber karbohidrat antara lain : padi, jagung, ubi-ubian, sagu, gandum, kentang dan beberapa buah-buahan.

4.4 Protein

Protein merupakan makromolekul penting dalam tubuh setiap makhluk hidup, sebagai pembangun sel dan pengganti sel yang rusak, sebagai komponen enzim dan membran sel, sebagai pengangkut gugus dan elektron dan sebagai sumber energi. Produk pertanian yang dikenal sebagai sumber protein antara lain; biji-bijian dan kacang-kacangan dari keluarga Fabaceae.

Protein atau disebut juga polipeptida merupakan polimer dari asam amino. Asam amino adalah senyawa yang memiliki gugus asam karboksilat yang bersifat asam dan gugus amino yang bersifat basa, sehingga asam amino bersifat dipolar atau disebut dengan *Zwitter ion*. Oleh karena itu asam amino larut dalam air dan pelarut polar dan tidak larut dalam pelarut non polar. Terdapat duapuluh asam amino yang umum ditemui di dalam protein tumbuhan dan hewan. Asam amino ini bergabung satu sama lain membentuk polimer melalui ikatan peptida. Protein digolongkan berdasarkan berdasarkan struktur molekul, bentuk morfologis, kelarutannya dalam air atau pelarut lainnya, hasil hidrolisisnya dan berdasarkan fungsinya (Dewick, 2009)

Berdasarkan strukturnya, protein digolongkan menjadi 4 yaitu: protein struktur primer, sekunder, tersier dan kuarterner. Protein struktur primer adalah protein yang hanya disusun oleh gugus asam amino saja dan rantai polipeptidanya lepas. Protein struktur sekunder adalah protein yang rantai polipeptidanya sudah berbelit membentuk spiral satu sama lain melalui ikatan hidrogen. Protein struktur tersier, rantai polipeptidanya, disamping seperti struktur sekunder juga berlipat dengan adanya tambahan ikatan antara gugus R. Protein kuarterner adalah gabungan dua atau lebih protein tersier. Berdasarkan bentuk morfologisnya, protein dibagi menjadi protein serat (*fibrous protein*) dan protein bulat (*protein globuler*). Berdasarkan kelarutannya dalam air atau pelarut lain, protein dibagi dam 6 golongan yaitu: albumin, globulin, glutenin, gliadin, histon dan protamin. Berdasarkan hasil hidrolisisnya, protein dibagi menjadi protein tunggal dan majemuk. Protein tunggal atau potein sederhana adalah protein yang hasil hidrolisisnya hanya menghasilkan asam amino. Sedangkan protein majemuk, selain menghasilkan asam amino juga menghasilkan senyawa-senyawa lainnya. Asam amino yang umum ditemukan pada protein hewan dan tumbuhan yaitu: alanin, arginin, asparagin, asam aspartat, sistein, asam glutamat, glutamin, glisin dan valin. lisin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, prolin, serin, treonin, triptofan, tirosin. Beberapa diantaranya merupakan asam amino essensial bagi manusia.

Sifat protein mengikuti sifat dari asam amino penyusunnya. Suhu tinggi, asam, basa dan goncangan akan merusak struktur protein yang akan mengakibatkan protein mengalami penggumpalan yang disebut dengan denaturasi. Apabila protein tersebut mempunyai aktivitas katalis, maka dengan denaturasi, protein akan kehilangan keaktifannya.

Jumlah dan jenis protein akan berpengaruh terhadap karakter produk pertanian, sebagai contoh kandungan protein dalam gandum mempengaruhi peruntukan terhadap tepung yang dihasilkan. Gandum dengan kandungan protein tinggi digunakan untuk pembuatan roti, karena gluten yang terjadi pada adonan akan membentuk kerangka roti. Sedangkan gandum dengan kadar protein sedang atau rendah digunakan untuk pembuatan biskuit.

4.5 lemak dan minyak

Lemak dan minyak pada dasarnya adalah lipida yang merupakan triester dari tiga asam karboksilat rantai panjang dengan gliserol atau disebut juga triasil gliserol. Dari bentuk fisiknya lemak berbeda dengan minyak, dimana lemak berbentuk padat pada suhu ruang, sedangkan minyak berbentuk cair. Perbedaan bentuk ini disebabkan jenis asam karboksilat penyusunnya. Asam karboksilat penyusun lemak atau minyak biasanya berantai panjang (minimal 8 atom C) dan disebut asam lemak. Asam lemak jenuh rantai panjang penyusun lemak atau minyak antara lain: *oktanoat* (8 atom C), *dekanoot* (10 atom C), *laurat* (12 atom C), *miristat* (14 atom C), *palmitat* (16 atom C) dan *stearat* (18 atom C) pada umumnya membentuk lemak (padat) sedangkan asam lemak tidak jenuh rantai panjang antara lain: *oleat* (18 atom C dengan 1 ikatan rangkap dua), *linoleat* (18 atom C dengan 2 ikatan rangkap dua) dan *linolenat* (18 atom C dengan 3 ikatan rangkap dua)) membentuk minyak (cair). Lemak padat umumnya dihasilkan oleh hewan dan lemak cair (minyak) dihasilkan oleh tumbuhan.

Sebagaimana karbohidrat dan protein, lemak dan minyak adalah senyawa penting yang terdapat pada semua makhluk hidup tidak terkecuali tanaman dan hewan. Secara struktural,

lemak dan minyak merupakan komponen membran sel bersama-sama dengan protein dan karbohidrat. Sebagai sumber energi, lemak berbeda dengan karbohidrat dan protein, dimana keduanya menghasilkan 4 kkalori/gram, namun lemak dan minyak menghasilkan 9 kkal/gram.

Minyak dari tumbuhan yang biasa dimanfaatkan sebagai minyak goreng diantaranya: minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak zaitun, minyak bunga matahari dan lain-lain. Syarat mutu minyak goreng diatur berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan berbeda tergantung bahan bakunya. Sebagai contoh SNI 7709:2019- minyak goreng sawit, salah satu syarat mutu adalah kadar asam lemak bebas (dihitung dengan *asam palmitat*) tidak boleh melebihi 0,3 % dan bilangan peroksida maksimum 10 mek O₂/Kg. SNI 8904: 2020 – minyak goreng kelapa, kadar asam lemak bebas dihitung dengan *asam laurat* maksimum 0,1% dan bilangan peroksida tidak boleh lebih dari 5 mek O₂/Kg. Asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak goreng dapat menjadi petunjuk mutu minyak. Jika Asam lemak bebas yang terkandung tinggi, maka mutu minyak rendah, karena terjadi hidrolisis lemak atau minyak. Hidrolisis lemak atau minyak menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas penyusunnya. Hal ini akan menurunkan kualitas minyak goreng. Demikian juga dengan bilangan peroksida yang menggambarkan kerusakan lemak atau minyak yang disebut dengan ketengikan. Ketengikan terjadi karena radikal asam lemak tidak jenuh yang terkandung dalam lemak atau minyak mengalami otooksidasi. Pembentukan radikal bebas ini dapat dipicu oleh faktor cahaya, pemanasan dengan suhu tinggi dan adanya logam-logam berat seperti Cu, Fe, Co dan Mn.

4.6 Metabolit sekunder

Metabolit sekunder merupakan metabolit yang disintesa melalui metabolisme khusus dan terjadi secara spesifik pada spesies tertentu, dimana produk yang dihasilkan tidak berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada dasarnya metabolit ini disintesa oleh tanaman untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang kurang

menguntungkan, seperti mempertahankan diri dari serangan hama dan penyakit atau untuk menarik polinator. Selanjutnya metabolit ini dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai macam peruntukan antara lain sebagai pestisida alami, anti bakteri, farmakologi, antioksidan, aroma terapi, minyak wangi (parfum), pewarna alami dan lain-lain.

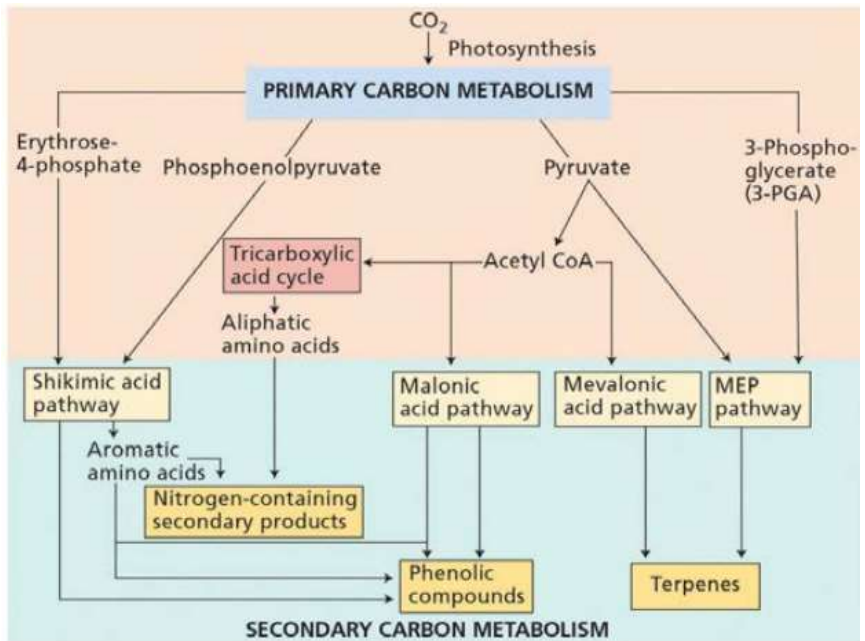
Setiap tanaman mempunyai karakter yang spesifik. Hal ini dapat disebabkan karena jenis maupun jumlah komponen senyawa aktif yang dikandung masing-masing spesies tanaman berbeda. Satu jenis tanaman bisa mengandung beberapa macam metabolit sekunder dengan komposisi yang berbeda. Sebagai contoh, menurut (Bhuiyan, 2012) pada minyak daun cengkeh teridentifikasi 38 komponen senyawa aktif. komponen utamanya adalah *eugenol* (74,3%), *eucalyptol* (5,8%), *caryophyllene* (3,85%) dan α -*cadinol* (2,43%). Dibandingkan dengan metabolit sekunder pada minyak kayu putih yang dianalisis menggunakan GC-MS terindikasi 12 komponen metabolit sekunder dengan persentase berturut-turut dari yang tertinggi : 1,8 -*Cineole* ($C_{10}H_{18}O$) 63,17 %, 3-*Cyclohexene* ($C_{10}H_{18}O$) 8.22 %, γ -*Terpinene* ($C_{10}H_{16}$) 5,01 %, α -*pinene* ($C_{10}H_{16}$) 4,38 dan *trans Caryophyllene* ($C_{15}H_{24}$) 4,35 % dan 7 sisanya masing-masing kurang dari 3% (Fransz, Maail and Titarsole, 2019). Komponen metabolit sekunder pada beberapa Tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 : Metabolit sekunder pada beberapa tanaman

No	Nama Tanaman	Metabolit sekunder	Sumber
1	Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>)	p-coumaric acid, p-dihydroxybenzoic acid, ferulic acid	(Prajna, Richa and Dipjyoti, 2013)
2	Cengkeh (<i>Syzigium aromaticum</i>)	Eugenol (74,3%)	(Bhuiyan, 2012)
3	Jeruk purut (<i>Citrus hystrix</i> DC)	β -pinene, limonene, citronellal dan terpinen-4-ol.	(Warsito <i>et al.</i> , 2017)
4	Kayu putih (<i>Melaleuca cajuput</i> Powell)	Cineole (60,17%)	(Fransz, Maail and Titarsole, 2019)
5	Kopi (Coffea arabica)	Kafein	(Suaniti, Saraswati and Putra, 2022)
6	Lemon	Limonene	(Anggraito Y. Ulung <i>et al.</i> , 2018)
7	Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> B.)	Patchouli Alcohol (22,99%)	(Hardyanti <i>et al.</i> , 2016)
8.	Pala (Myristica fragrans houtt)	Myristin, isoeugenol, eugenol	(Lohita Sari <i>et al.</i> , 2022)
9	Pepermint (<i>Mentha</i>)	Mentol	(Anggraito Y. Ulung <i>et al.</i> , 2018)
10	Sirih Hijau (Piper betle)	Eugenol (25.03%); asam 2,5-dimetilbenzoat (12.08%); dan senyawa naftalena	(Rahayu, Pratiwi and Muderawan, 2016)

Secara umum metabolit sekunder dibagi menjadi tiga kelompok utama yaitu 1) terpen dan terpenoid, 2) fenolik dan 3) senyawa yang mengandung nitrogen (Anggraito Y. Ulung *et al.*, 2018)

Adapun biosintesis metabolit sekunder melalui beberapa jalur yaitu : jalur asam sikimat, jalur asam malonat, jalur mevalonat dan jalur metileritritol fosfat (MEP) sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 : Jalur biosintesis metabolit primer dan sekunder
(Taiz and Zeiger, 2006)

Dari Gambar 4.1 terlihat bahwa senyawa terpen dapat disintesa melalui jalur asam mevalonat dan MEP, senyawa fenolik disintesa melalui jalur asam malonat dan senyawa sekunder yang mengandung N disintesa melalui jalur asam sikimat.

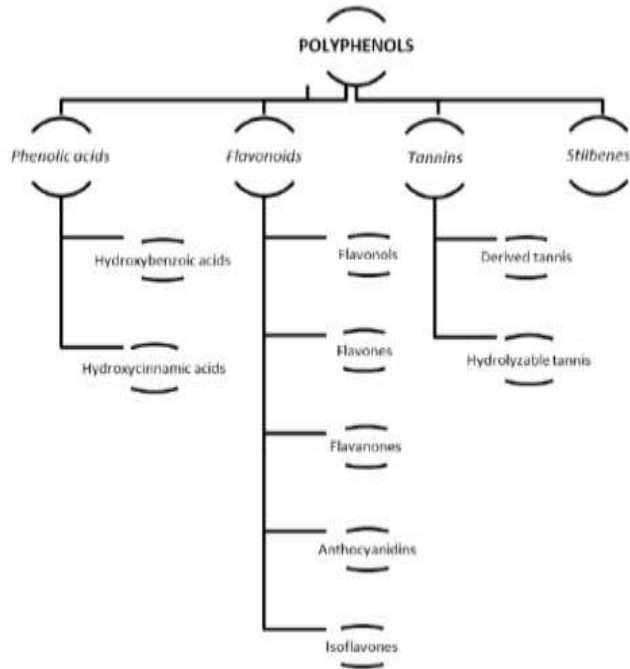
4.6.1 Terpen dan terpenoid

Terpen merupakan senyawa hidrokarbon yang mempunyai rumus umum $(C_5H_8)_n$. Kerangka dasar dari golongan ini adalah isoprena (5 Karbon dan 8 Hidrogen), karena itu sering pula

disebut isoprenoid. sedangkan terpenoid adalah modifikasi dari terpen. Senyawa terpen disusun dari asetil-CoA melalui jalur asam mevalonat atau dari senyawa 3-Phosphogliserat (3PGA) melalui jalur MEP. Terpen diklasifikasi sebagai hemiterpen (C₅), monoterpen (C₁₀), seskuiterpen (C₁₅), diterpen (C₂₀), sesterterpen (C₂₅), triterpen (C₃₀), dan tetraterpen (C₄₀) (Dewick, 2009). Kebanyakan terpen merupakan penyusun minyak atsiri (*essensial oils*) yang dihasilkan oleh tumbuhan. Sebagai contoh, aroma pada daun peppermint, lemon, kemangi, dan saga merupakan campuran monoterpen dan sesquiterpen (Anggraito Y. Ulung *et al.*, 2018). Sesquiterpen diketahui juga sebagai penyusun zat pengatur tumbuh asam absisik, sedangkan diterpen sebagai penyusun hormon gibberilin dan resin. Demikian juga karotenoid (β - karoten) disusun oleh tetraterpen. Beberapa sifat terpenoid antara lain mudah mengalami polimerisasi, dehidrogenasi dan oksidasi. Oleh karena itu beberapa diantaranya dimanfaatkan sebagai antioksidan. (Julianto, 2019).

4.6.2 Fenolik

Senyawa fenolik adalah senyawa yang mengandung gugus fenol. Gugus fenol adalah gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatik. Peran senyawa fenolik dalam tanaman antara lain sebagai atraktan, yang dapat mempercepat terjadinya polinasi, warna untuk mengelabui dan mempertahankan diri dari herbivora, serta dapat memiliki aktivitas sebagai antibakteri dan antifungi. Secara sederhana senyawa fenolik dikelompokkan menjadi 4 kelompok yaitu : asam fenolat, flavonoid, tannin dan stilbene serta turunannya. Senyawa Fenolik disusun melalui dua jalur dengan bahan baku yang berbeda yaitu jalur asam malonat dan jalur asam sikimat (Gambar 4.1). Jalur asam malonat menggunakan asetil-CoA sebagai bahan baku, sedangkan jalur sikimat menggunakan phosphoenolpiruvat (PEP) yang selanjutnya menghasilkan fenolik dari kelompok tanin dan turunannya.



Gambar 4.2 : Komponen utama senyawa fenolik
(sumber: (Ozcan *et al.*, 2014))

Sebagai sumber utama asam fenolat adalah blueberry, cranberry, pir, ceri (manis), apel, jeruk, jeruk bali, lemon, persik, kentang, selada, bayam, teh, kopi (Ozcan *et al.*, 2014). Flavonoid terdiri dari dua kelompok: anthosianin dan anthoxanthins. Keduanya merupakan pigmen pada daun, bunga, buah dan umbi. Antosianin memberi warna biru, ungu, violet, magenta, merah dan orange. Sedangkan anthoxantin menyumbangkan warna putih, krim hingga kuning tergantung pH, dimana pada pH asam, cenderung putih dan pH basa cenderung kuning. Kedua senyawa ini mempunyai aktivitas antioksidan.

Tanin, merupakan kelompok polifenol yang larut dalam air, dibagi menjadi tanin terhidrolisa dan terkondensasi. Sumber utama tanin adalah buah yang belum matang. Tanin dijumpai pada anggur, apel, stroberi, raspberry, delima, kenari, peach, blackberry, zaitun, buncis, kacang polong hitam, kacang haricot, kakao, teh, kopi. Salah satu karakter adanya tanin adalah rasa sepat atau kelat.

4.6.3 Senyawa yang mengandung Nitrogen

Metabolit sekunder yang di dalam strukturnya mengandung nitrogen adalah alkaloid dan glikosida sianogenik. Alkaloid disusun dari asam amino yang umum yaitu 20 asam amino penyusun protein maupun asam amino bebas atau nonprotein, yang merupakan senyawa intermediat dari siklus asam sitrat atau siklus asam trikarboksilat. Fungsi utama dari senyawa-senyawa ini adalah sebagai pertahanan diri tanaman terhadap lingkungan dalam hal ini berfungsi sebagai racun (toksin). Contoh senyawa alkaloid: nikotin, kafein, kokain dan morphin (Anggraito Y. Ulung *et al.*, 2018).

Disamping alkaloid, metabolit sekunder yang mengandung nitrogen adalah glikosida sianogenik yang juga bersifat racun. Senyawa ini banyak dijumpai pada ubi kayu utamanya ubikayu jenis pahit, umbi gadung, kacang koro dan lain-lain. Senyawa sianida yang terdapat pada tanaman ada dalam 3 bentuk yaitu: a) bentuk stabil (linamarin dan lotaustralin; b) bentuk tidak stabil (aseton dan butanonsianohidrin) dan c) bentuk bebas (HCN) yang mudah menguap. Sifat meracun dari senyawa ini dapat dihilangkan dengan cara pengolahan antara lain perendaman, penghancuran, pengukusan, pengeringan, penggorengan dan lain lain.

Uraian diatas memberikan gambaran bahwa karakter produk pertanian dipengaruhi oleh komposisi senyawa yang terkandung di dalamnya baik senyawa yang dihasilkan pada jalur metabolisme primer maupun jalur metabolisme sekunder. Metabolit primer dijumpai pada semua jenis tanaman sedangkan metabolit sekunder hanya dapat dijumpai pada spesies tertentu. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman ini sudah banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai keperluan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraito Y. Ulung *et al.* 2018. *Metabolit Sekunder dari Tanaman: Aplikasi dan Produksi*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang (UNNES).
- Ardhiyanti, S.D. *et al.* 2014. "Penetapan Nilai Acuan Amilosa Beberapa Varietas Padi Menggunakan Metode Pengikatan Iodin (I): Kalium Iodida (KI) Melalui Uji Banding Antar Laboratorium Amylose Assigned Value Determination of Several Rice Varieties Using Iodine (I): Potassium Iodide (KI) Binding Method."
- Belitz, H.D., Grosch, W. and Schieberle, P. 2009. *Food chemistry*. 4th revised, *Food Chemistry*. 4th revised. Berlin: Springer Berlin Heidelberg. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7>.
- Bhuiyan, M.N.I. 2012. "Constituents of the essential oil from leaves and buds of clove (*Syzigium caryophyllum* (L.) Alston)," *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 6(16). Available at: <https://doi.org/10.5897/ajpp10.004>.
- Dewick, P.M. 2009. *Medicinal natural products: a biosynthetic approach*. Third Edition. Nottingham: John Wiley & Sons.
- Fransz, J.J., Maail, R.S. and Titarsale, J. 2019. "GC-MS Analisis terhadap Kualitas Minyak Kayu Putih Asal Pelita Jaya Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku." Available at: <https://doi.org/10.30598/jhppk>.
- Hardyanti, S. *et al.* 2016. "Analisis Kadar Patchouli Alcohol menggunakan Gas Chromatography pada Pemurnian Minyak Nilam menggunakan Adsorben Zeolit. Prosiding Seminar Nasional XI "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta," pp. 392–395.
- Julianto, T.S. 2019. *Fitokimia: Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta.
- Lohita Sari, B. *et al.* 2022. "Aktivitas Antioksidan dan Studi in Silico ekstrak buah pala (*Myristica fragrans* Houtt)," *Pharmamedica Journal*, 7(Juni), pp. 28–40. Available at: <https://www.rcsb.org>.

- Ozcan, T. *et al.* 2014. "Phenolics in Human Health," *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5(5), pp. 393–396. Available at: <https://doi.org/10.7763/ijcea.2014.v5.416>.
- Prajna, J., Richa, J. and Dipjyoti, C. 2013. " HPLC Quantification of Phenolic Acids from *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash and Its Antioxidant and Antimicrobial Activity ," *Journal of Pharmaceutics*, 2013, pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.1155/2013/270472>.
- Rahayu, N.P., Pratiwi, K. and Muderawan, W. 2016. "Analisis Kandungan Kimia Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper Betle*) dengan GCMS," in *Prosiding Seminar Nasional MIPA*. Singaraja: F MIPA Universitas Pendidikan Ganesha.
- Suaniti, N.M., Saraswati, A.A.S.D. and Putra, A.A.B. 2022. "Analisis Kafein dalam kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) pada berbagai suhu penyangraian dengan metode Spektrofotometer UV-VIS dan GC-MS," *Jurnal Kimia*, p. 115. Available at: <https://doi.org/10.24843/jchem.2022.v16.i01.p15>.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 2006. *Plant Physiology*. Fifth. Sunderland: Sinauer Associates Inc.
- Warsito *et al.* 2017. "Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba Minyak Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC.) dan komponen Utamanya," *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology (JEEST)*, 04(01), pp. 13–18.

BAB 5

PENANGANAN PASCA PANEN

KOMODITAS PERTANIAN

Oleh Ismiasih

5.1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris dengan hasil produksi pertanian yang sangat beragam, yaitu mulai dari hasil komoditas perkebunan, kehutanan, dan tanaman pertanian. Masing-masing komoditas menghasilkan produk dengan karakteristik khusus sehingga diperlukan penanganan yang berbeda untuk mendapatkan produk akhir yang berkualitas. Produk komoditas pertanian memiliki sifat mudah rusak (*perishable*), mudah busuk sehingga harus segera mungkin untuk ditangani lebih lanjut, dikonsumsi atau diproses menjadi produk olahan lain (Aimanah, 2019).

Secara umum, kegiatan penanganan pasca panen komoditas pertanian masih belum cukup baik. Petani umumnya melakukan penanganan pasca panen secara tradisional secara manual dengan alat yang masih cukup sederhana dan tradisional. Oleh karena itu cara penanganan pasca panen yang baik diharapkan dapat diterapkan sebagai pedoman umum dalam melaksanakan pasca panen komoditas pertanian secara baik dan benar. Sehingga kehilangan hasil atau kerusakan hasil dapat ditekan seminimal mungkin untuk menghasilkan produk yang berkualitas atau memenuhi standar mutu yang berlaku (Ditjen Pertanian, 2004)

Kegiatan dalam produksi komoditas pertanian, terdapat dua tahapan yaitu budidaya dan penanganan pascapanen. Kedua kegiatan tersebut memerlukan perhatian khusus untuk mendapatkan bahan yang berkualitas baik ketika produk sampai ditangan konsumen. Kedua tahapan tersebut dibatasi dengan kegiatan panen atau pemungutan hasil. Tahapan budidaya merupakan kegiatan usahatani (*on farm*) yang dilakukan oleh petani dengan menanam suatu jenis tanaman tertentu di atas lahan

dimulai dari persiapan lahan, pengolahan tanah, pembibitan, penanaman, perawatan sampai pemanenan. Penanganan pasca panen sebagai tahap selanjutnya merupakan serangkaian proses kegiatan yang dilakukan oleh petani dari produk dipanen sampai siap dikonsumsi (untuk produk segar) atau siap diolah (untuk bahan baku olahan lain).

Pada kegiatan pemanenan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan diantara kondisi buah, umur tanaman, cara pemanenan, lingkungan, dan manusia sebagai tenaga pemanen yang merupakan faktor penting untuk mendapatkan produk yang berkualitas. Setelah kegiatan pemanenan selesai, tahap selanjutnya adalah penanganan produk seperti melakukan *sortasi* dan *grading*, pengemasan, serta membawa produk ke tempat penyimpanan atau *packing house*. *Sortasi* merupakan kegiatan pemisahan bahan yang sudah bersih yang dikelompokkan ke dalam berbagai tingkatan mutu atas dasar sifat fisiknya. Sementara *grading* adalah kegiatan mengelompokkan bahan berdasarkan ukuran, bentuk warna sampai pada tingkat kematangannya (Aimanah, 2019). Kegiatan pasca-pemrosesan sering dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis, yang merupakan bagian dari fasilitas di gudang. Produk yang dikemas kemudian dikirim ke industri pengolahan makanan untuk diproses, disimpan di gudang, atau dijual langsung melalui pengecer. Penanganan pasca panen yang tepat perlu diperhatikan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghindari, menghambat, mengurangi atau mencegah kerusakan bahan, melalui proses pengawetan, penyimpanan yang terkendali, pendinginan sehingga dapat memperpanjang umur simpannya. Mengingat sifat bahan yang mudah rusak (*perishable*) maka penanganan pasca panen harus dilakukan secara hati-hati dan secepatnya (Samad, 2006).

Pada saat musim panen raya (*peak season*), seringkali petani mengalami kelebihan produksi, dan untuk produk komoditi tanaman pertanian dalam bentuk segar tidak semua produk dapat terserap oleh pasar. Sehingga diperlukan tindakan lebih lanjut untuk dipikirkan penanganan yang terbaik. Oleh karena itu, teknologi terapan yang tepat guna, khususnya di daerah-daerah sentra produksi komoditas pertanian perlu untuk diterapkan.

Di dalam usahatani yang bersifat sederhana, para petani umumnya melakukan kegiatan menanam, merawat, memanen, dan mengonsumsi hasil panen secara langsung setelah panen dilakukan sehingga masalah kehilangan hasil dan kerusakan produk biasanya kecil dan kurang diperhatikan. Namun, jika di suatu daerah yang para petaninya harus menyimpan hasil panennya untuk beberapa waktu lamanya, maka masalah pasca panen seringkali akan muncul seperti terjadinya kerusakan, pembusukan, dan penurunan hasil. Masalah tersebut menjadi lebih serius khususnya di wilayah Indonesia yang memiliki iklim tropis yang cenderung lembab, sehingga kerusakan produk bisa muncul sewaktu-waktu. Dengan dasar tersebut maka perlu untuk dikembangkan cara-cara penanganan pasca panen secara efektif dan terpadu dalam rangka untuk menjaga dan meningkatkan persediaan bahan pangan.

5.2 Konsep Penanganan Pascapanen

Panen merupakan tahapan terakhir dalam kegiatan budidaya tanaman. Kegiatan pada saat panen umumnya adalah mengumpulkan atau memetik hasil panen. Kegiatan panen dapat dilakukan dengan menggunakan metode dan alat apapun, yang penting hasil panen dapat tercapai. Panen dapat disebutkan sebagai permulaan dari kegiatan pasca panen dengan mengumpulkan komoditas di waktu kematangan yang tepat dan hendaknya dilakukan secepat mungkin (Aimanah, 2019).

Sejak tahun 1970, istilah pasca panen menjadi terkenal di Indonesia karena diketahui bahwa hasil dari produksi pertanian seringkali mengalami kerusakan, kehilangan hasil dan penurunan berat dari mulai dipanen hingga sampai ke tangan konsumen. Oleh karena itu di dalam Keputusan Presiden Nomor 47 Tahun 1986 mengenai Peningkatan Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian, dijelaskan bahwa pasca panen hasil pertanian didefinisikan sebagai tahapan proses kegiatan mulai dari pengumpulan hasil untuk komoditas tanaman pangan, perkebunan, peternakan, maupun perikanan sampai tahap persiapan untuk dipasarkan kepada konsumen. Penanganan pasca panen adalah suatu aktifitas yang dilakukan atau disiapkan pada tahap pasca panen dengan tujuan

hasil/*output* dari tanaman tersebut siap dan aman dikonsumsi oleh masyarakat atau layak diproses lebih lanjut dalam industri. Penanganan pasca panen hasil pertanian adalah seluruh kegiatan pengelolaan dan pengolahan langsung terhadap produk pertanian karena sifatnya yang *perisable* maka harus secepatnya ditangani untuk menghindari kerusakan/kebusukan dan meningkatkan kualitas hasil pertanian sehingga memiliki nilai ekonomis dan daya simpan yang lebih lama.

Mejio (2008) dalam Setyono, (2010) menjelaskan bahwa pasca panen adalah serangkaian tahapan kegiatan mulai dari pemanenan, pengolahan hingga produk siap dikonsumsi. Pasca panen dijelaskan sebagai tindakan atau penanganan produk pertanian setelah panen sampai komoditas tersebut berada di tangan konsumen (Mutiarawati, 2007). Aktivitas penanganan pasca panen diantaranya adalah pemanenan, pengawetan, pengemasan, penyimpanan, penggudangan, standarisasi mutu dan pengangkutan ditingkat produksi. Pengertian pasca panen secara luas mencakup kegiatan dari pemanenan hingga pengolahan dan dilakukan penjualan sampai produk berada di tangan konsumen. Sedangkan dalam arti sempit, pasca panen diartikan sebagai kegiatan dari pemanenan sampai penyimpanan (Sudjatha, 2017).

Pasca panen dijelaskan sebagai aktivitas yang terdiri dari pemanenan, pembersihan lahan, pemindahan hasil, penyimpanan dan pengemasan. Suatu tindakan yang diawali dengan pemungutan/pengumpulan hasil panen kemudian mengolahnya dengan cara tertentu sampai produk siap untuk dijual di pasar merupakan tindakan yang umum dilakukan pada saat pasca panen. Kegiatan pasca panen biasanya dimulai dengan pengelolaan hasil panen, dari perontokan, pengeringan, penyimpanan hingga penjualan. Dalam kegiatan pasca panen perlu dilakukan tindakan yang disebut dengan istilah penanganan pasca panen. Tujuan utama penanganan pasca panen yaitu untuk menghindari atau mengurangi tingkat kehilangan hasil atau kerusakan hasil panen, sehingga diperoleh hasil panen sesuai standar nasional yang berlaku yang dapat menunjang penyediaan/stok pangan dan perbaikan gizi masyarakat.

Penanganan pasca panen merupakan tindakan lanjut dari kegiatan pasca panen, yaitu pengolahan hasil panen dengan tujuan

akhir dapat dijual kepada masyarakat. Selain itu pemrosesan pasca panen bertujuan untuk menghasilkan produk yang aman dan layak dikonsumsi, mempertahankan hasil panen dan menjaga kondisi lahan tetap stabil. Tujuan tindakan pasca panen lainnya adalah untuk meminimalkan hasil yang kurang atau tidak memuaskan pada periode musim tanam berikutnya. Dengan cara penanganan yang tepat dan sesuai prosedur maka akan membuat lahan tetap terjaga dan produktif sampai pada musim tanam selanjutnya. Disamping itu, diharapkan pada tahap penanaman musim berikutnya produktivitas yang dicapai tetap stabil atau bisa meningkat.

Penanganan pascapanen atau teknologi pasca panen merupakan perlakuan atau tindakan yang diberlakukan pada setiap komoditas pertanian yaitu mulai dari tahap pemanenan sampai produk diterima oleh konsumen. Teknologi pasca panen saat ini menjadi kebutuhan utama untuk mempertahankan dan meningkatkan nilai tambah, nilai guna, nilai ekonomi dan harga jual produk. Teknologi pascapanen merupakan seperangkat metode yang diterapkan dalam upaya untuk meningkatkan kualitas produk selama penanganan dengan tujuan untuk mengurangi susut hasil karena kualitas produk yang menurun yang melibatkan proses fisiologi normal atau respon terhadap kondisi yang tidak sesuai sebagai akibat perubahan lingkungan secara fisik, biologis dan kimia.

Teknologi pasca panen menjadi kebutuhan utama untuk menurunkan atau menghilangkan susut pasca panen. Susut pasca panen untuk setiap produk akan berbeda-beda tergantung pada jenis produk dan teknologi pascapanen yang digunakan. Selain itu melalui teknik penanganan pasca panen yang tepat diharapkan dapat memperpanjang kemampuan daya simpan produk sehingga nilai ekonomi akan tetap stabil sampai tahap akhir. Penanganan pasca panen menjadi syarat penting dalam mewujudkan produk akhir yang berkualitas. Penanganan pasca panen bertujuan untuk meminimalkan susut atau kehilangan hasil, meningkatkan mutu bahan, memperpanjang umur simpan, meningkatkan nilai guna komoditas pertanian, serta meningkatkan nilai tambah dari produk yang dihasilkan.

Tujuan pengelolaan pasca panen menurut Ningsih, (2017) untuk melindungi produk dari akibat kerusakan fisik dan kimiawi, sehingga kualitas produk yang diperoleh dapat dipertahankan. Penanganan pasca panen bertujuan juga untuk menjamin ketersediaan bahan baku yang berkualitas dalam jumlah yang cukup dan berkesinambungan. Pengelolaan pasca panen dimulai pada saat dilakukan pemanenan dan berakhir ketika produk sampai ditangan konsumen.

Pada saat selesai dilakukan pemanenan, salah satu cara untuk menurunkan tingkat kerusakan produk yaitu dengan menerapkan Sistem *Good Handling Practice* (GHP). GHP seperti yang dijelaskan oleh Aimanah (2019) adalah pedoman umum dalam melaksanakan kegiatan pasca panen dengan baik dan benar sehingga kerusakan dan kehilangan hasil dapat diminimalkan agar memperoleh produk yang berkualitas atau produk yang didapat bisa memenuhi standar kualitas yang berlaku. Penerapan GHP diharapkan dapat menghindari dari resiko terkontaminasi produk segar selama proses penanganan, pengemasan, penyimpanan dan pengangkutan menuju lokasi konsumen. Selain dengan menerapkan GHP, dalam penanganan pasca panen perlu juga diterapkan *Good Manufacturing Practice* (GMP), yaitu suatu sistem atau prosedur kegiatan pengolahan hasil pertanian yang secara konsisten diproduksi dan diawasi sesuai dengan standar sehingga dapat menciptakan produk olahan yang layak dan aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Tujuan penerapan GMP yaitu untuk meningkatkan produk olahan yang bermutu sehingga memiliki daya saing tinggi yang akan mempengaruhi nilai jual produk ketika dipasarkan (Saidi, Azara and Yanti, 2021). Kehilangan (*losses*) produk seringkali dijumpai pada saat kegiatan panen yang biasanya terjadi saat pemotongan, perontokan, dan pengeringan. Hal ini bisa disebabkan karena kondisi buah, penggunaan alat yang tidak benar atau faktor kelalaian petaninya (Aimanah, 2019)

Teknologi pasca panen atau penanganan pasca panen meliputi hal berikut (Sudjatha, 2017) :

1. Seluruh kegiatan penanganan dan pengolahan yang berhubungan langsung dengan produk pertanian dan tidak mengubah struktur asli produk. Misalnya kegiatan pemanenan, perontokan, penyimpanan atau pergudangan, pengawetan,

- penggilingan, standarisasi kualitas produk, pengemasan, penanganan produk dalam transportasi dan pemasaran.
2. Pemrosesan yang dilakukan sesaat setelah kegiatan panen karena sifat dari produk yang dipanen yang mudah mengalami kerusakan/penurunan kualitas. Misalnya kelapa sawit tidak bisa disimpan lama dan harus segera diproses dan ditangani di pabrik kelapa sawit. Demikian pula tebu yang baru dipanen harus segera digiling karena sari tebu akan cepat rusak jika tidak digiling.

Penanganan pasca panen komoditas pertanian bertujuan agar produk tetap dalam kondisi baik dan layak saat dikonsumsi atau sebagai bahan olahan lainnya. Jika pengolahan pasca panen produk pertanian dilakukan sesuai prosedur, maka akan diperoleh bahan baku yang berkualitas tinggi. Produk panen yang telah selesai dari proses penanganan pascapanen dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu produk yang dapat dikonsumsi secara langsung (dikonsumsi segar) dan produk yang harus diolah terlebih dahulu dalam industri pengolahan sebelum dikonsumsi oleh masyarakat. Misalnya untuk produk buah-buahan dan sayuran ada yang bisa langsung dikonsumsi oleh masyarakat, berbeda dengan produk tanaman pangan seperti padi, jagung atau palawija harus melewati proses pengolahan terlebih dahulu sebelum siap dikonsumsi.

Prosedur penanganan pasca panen untuk setiap komoditas pertanian akan berbeda-beda perlakukannya, antara lain (Aimanah, 2019) :

- 1) Pada komoditas perkebunan dengan skala besar seperti kelapa sawit, kopi, teh, tembakau, dan lain-lain, tujuan penanganan pasca panen lebih pada menyiapkan hasil panen untuk diolah pada industri pengolahan. Penanganan yang dilakukan berupa pelayuan, pengeringan, pengupasan, pencucian, fermentasi.
- 2) Pada produk berupa benih, tujuan penanganan pasca panen adalah untuk memperoleh benih yang baik dan mempertahankan daya kecambah dan vigor benih sampai waktu tanam tiba. Penanganan yang dilakukan berupa pemilihan buah, pengumpulan benih, pembersihan, pengeringan, penyortiran, pengemasan, penyimpanan, dll.

- 3) Pada komoditas tanaman pangan seperti biji-bijian (sereal), umbi-umbian dan kacang-kacangan, yang umumnya memiliki umur simpan yang lama, tujuan dilakukan penanganan pasca panen agar komoditas yang dipanen dalam kondisi layak serta memiliki kualitas baik saat dikonsumsi. Penanganannya dapat berupa perontokan atau pemipilan, pengupasan, pembersihan, pengeringan (*curing/drying*), pengemasan, penyimpanan.
- 4) Pada produk hortikultura seperti sayuran, penanganan pasca panen bertujuan untuk mempertahankan kesegarannya dan mencegah perubahan yang tidak diinginkan selama penyimpanan, seperti sayur layu dan busuk, daun menguning, tumbuhnya akar, tumbuhnya tunas, buah keriput, batang bengkok, polong keras, umbi masih hijau atau terlalu matang, dll. Bentuk perlakuan dapat berupa pembersihan, pencucian, sortasi, grading, pengawetan, pengemasan, dan pendinginan.

5.2.1 Tujuan Penanganan Pasca Panen

Penanganan pasca panen bertujuan agar produk komoditas pertanian yang dihasilkan dalam kondisi baik dan sesuai atau tepat untuk dikonsumsi atau sebagai bahan baku pengolahan berikutnya (Mutiarawati, 2007). Tujuan dilakukan penanganan pascapanen menurut UU No 47 Tahun 1986 mengenai Peningkatan Penanganan Pasca Panen adalah :

1. Tingkat kerusakan atau kehilangan hasil panen komoditas pertanian dapat menurun,
2. Umur simpan dan nilai guna produk pertanian agar dapat meningkat sehingga mendukung usaha penyediaan pangan dan perbaikan gizi masyarakat,
3. Bahan baku industri di dalam negeri dapat tersedia setiap saat,
4. Penghasilan petani dapat meningkat,
5. Pendapatan negara dari devisa dapat meningkat,
6. Lapangan kerja tersedia dengan baik, dan
7. Sumber daya alam dan lingkungan hidup dapat dilestarikan

Tujuan lain dalam penanganan pasca panen adalah untuk mempertahankan kualitas produk. Kualitas didefinisikan sebagai kesesuaian penggunaan produk dalam memenuhi kepuasan konsumen (Nasution, 2015). Kesesuaian ini didasarkan dari

delapan (8) karakteristik yang melekat dari suatu produk yaitu performa (*performance*), keistimewaan (*features*), keandalan (*reliability*), konformansi (*conformance*), daya tahan (*durability*), kemampuan pelayanan (*service ability*), kemudahan dalam pemakaian (*easy of use*), dan estetika (*esthetics*). Kualitas dapat didefinisikan sebagai kemampuan produk untuk dapat memenuhi keinginan konsumen (*satisfying the needs of customers*). Berdasarkan konsep tersebut, kualitas mengandung makna yaitu (Saidi, Azara and Yanti, 2021):

1. Kualitas terdiri dari serangkaian fitur produk, termasuk fitur langsung dan fitur menarik, untuk memenuhi kebutuhan konsumen, sehingga memberikan kepuasan konsumen dalam penggunaan barang atau produk tersebut.
2. Kualitas mencakup segala sesuatu untuk menghindari kerusakan atau kekurangan. Kualitas atau *quality* menjadi sangat penting untuk dapat mencitrakan produk sesuai dengan kebutuhan konsumen. Kualitas produk yang dijual dipengaruhi oleh kondisi produk pada saat penerimaan dan pengelolaan pasca panen di pusat pengecer.

Produk yang bermutu akan berpengaruh pada kepuasan konsumen yang berdampak langsung pada keputusan konsumen dalam membeli produk tersebut. Produk yang semakin berkualitas tentunya akan meningkatkan nilai tambah dan ekonomi sehingga daya jualnya akan semakin tinggi.

Setiap produk dari hasil produksi komoditas pertanian akan mengalami penurunan kualitas secara cepat setelah dipanen. Kemunduran adalah batasan yang digunakan untuk menggambarkan setiap perubahan yang mengakibatkan hilangnya kualitas serta perubahan fisiologis, kerusakan mekanis, kehilangan air dan semua bentuk kerusakan lainnya.

Pada tindakan penanganan pascapanen seringkali terjadi susut/kehilangan yang besarnya tergantung pada jenis komoditas pertanian, varietas, dan teknik penanganan produk. Berbagai macam faktor dapat menyebabkan terjadinya kehilangan hasil (susut) dan hal tersebut dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori yang masing-masing memiliki arti secara ekonomis, yaitu kerugian yang bersifat kuantitatif, kualitatif dan penurunan nilai

nutrisi.

Penurunan bobot/hasil secara kuantitatif adalah penurunan berat bahan yang dapat dengan mudah diukur dengan menggunakan alat timbangan. Kehilangan/kerugian kualitatif adalah kehilangan yang sulit diukur secara kuantitatif dan biasanya didasarkan pada pertimbangan subjektif, sedangkan kehilangan nilai gizi (nutrisi) merupakan gabungan antara kehilangan secara kualitatif dan kuantitatif. Kehilangan mutu pada bahan pangan dapat disebabkan oleh pembusukan, kontaminasi dengan udara luar dan perubahan nutrisi. Jenis kerusakan dan kerugian yang kurang mendapat perhatian adalah dalam bentuk kehilangan kualitatif berupa rusaknya nilai gizi.

Peningkatan penanganan pasca panen pada dasarnya menjadi tanggung jawab semua pihak dan perlu dilakukan kerjasama secara terpadu antara pemerintah, kelembagaan yang terkait, dan para petani. Kegiatan tersebut bisa dilakukan dengan mengadakan pendidikan, pelatihan, penyuluhan, sosialisasi standarisasi dan pengawasan mutu hasil pertanian.

5.2.2 Tahapan Penanganan Pasca Panen

Pada kegiatan pasca panen terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui dengan tujuan untuk mempertahankan kualitas produk agar tidak berubah. Tindakan pasca panen yang tepat dan berhati-hati akan menghasilkan produk yang berkualitas karena unsur-unsur yang terkandung dalam bahan dapat dipertahankan. Tindakan pasca panen membutuhkan perhatian khusus, jika tidak maka dapat mengakibatkan terjadinya kegagalan panen pada musim panen berikutnya.

Terdapat beberapa tahapan dalam kegiatan pasca panen, diantaranya (Setyono, 2010) :

1. Pemanenan

Pemanenan merupakan kegiatan akhir dalam budidaya tanaman atau awal sebelum penanganan pasca panen dimulai. Secara umum pemanenan dapat dilakukan ketika tanaman sudah tua dan nampak pada perubahannya, misalnya warna buah yang sudah menguning. Pemanenan harus dilakukan tepat pada waktunya. Jika waktu pemanenan mengalami kemunduran atau lebih cepat maka dapat mengurangi hasil maupun kualitas

produk. Pemanenan pada saat buah masih muda menyebabkan buah yang dipetik menjadi keriput, sedangkan pemanenan pada buah yang terlalu tua akan menyebabkan muncul kecambah pada buahnya. Teknik pemanenan harus diperhatikan karena tidak semua teknik panen dapat diterapkan pada setiap jenis tanaman.

2. Perontokan

Pada jenis komoditas tanaman tertentu, hasil panen dapat diperoleh dengan cara dirontokkan terlebih dahulu. Cara perontokan dapat dilakukan secara manual pada saat buah masih berada dipohon atau sesaat setelah dipanen dan masih berada dilahan. Perontokan dapat dilakukan secara mekanik atau dengan mesin atau secara manual.

3. Pengangkutan

Pengangkutan merupakan kegiatan pemindahan hasil panen dari lahan ke lokasi pengolahan berikutnya, baik itu sebagai tempat pengeringan maupun tempat penyimpanan. Pengangkutan bisa dilakukan dengan berbagai macam teknik, yaitu secara manual, mekanis maupun kombinasi keduanya.

4. Pengeringan

Pengeringan merupakan usaha untuk mengurangi kadar air yang masih terkandung pada buah tersebut. Perlakuan ini untuk menghindari munculnya jamur atau cendawan lain. Proses pengeringan sangat diperlukan terutama untuk mempertahankan mutu dari produk yang dihasilkan. Proses pengeringan dapat dilakukan menggunakan mesin maupun secara alami dengan bantuan sinar matahari.

5. Penyimpanan

Penyimpanan dilakukan setelah produk dikeringkan. Setelah itu, produk disimpan beberapa hari sampai waktu tertentu. Metode penyimpanan dapat dilakukan dengan berbagai cara, tergantung pada kondisi produk, lingkungan dan tempat. Pada saat menyimpan yang harus diperhatikan bahwa kadar air yang terkandung pada produk harus sedikit mungkin.

6. Penggilingan

Penggilingan merupakan kegiatan untuk memisahkan biji dari kulit yang membungkusnya. Penggilingan dilakukan pada sebagian komoditas pertanian dengan tujuan untuk

mengeluarkan biji dari kulitnya. Proses penggilingan dapat dilakukan baik secara mekanik maupun manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Aimanah, U. 2019. *Teknologi Penanganan dan Pengolahan Hasil Pertanian*. Jakarta Selatan: Kementrian Pertanian.
- Ditjen Pertanian. 2004. 'Cara Penanganan Pascapanen Yang Baik Komoditi Hortikultura'.
- Mutiarawati, T. 2007. 'Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian', in *Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian*. Departemen Pertanian, pp. 1–17.
- Nasution, N. 2015. *Manajemen Mutu Terpadu*. Edisi ke t. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Ningsih, I. Y. (2017) 'Penanganan Pasca Panen PER-01/PJ/2017', *Petrus*, 53(4), p. 130.
- Saidi, I. A., Azara, R. and Yanti, E. 2021. *Buku Ajar Pasca Panen dan Pengolahan Sayuran Daun Diterbitkan oleh Jl . Mojopahit 666 B Sidoarjo ISBN : 978-623-6292-21-1 Copyright © 2021 . Authors All rights reserved.*
- Samad, Y. 2006. 'Pengaruh Penanganan Pasca Panen Terhadap Mutu Komoditas Hortikultura', *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 8(1), pp. 31–36.
- Setyono, A. 2010. 'Perbaikan Teknologi Pascapanen dalam Upaya Menekan Kehilangan Hasil Padi', *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 3(3), pp. 212–226.
- Sudjatha, W. 2017. *Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen*. Edisi ke 2. Udayana University Press.

BAB 6

PENGOLAHAN HASIL PERTANIAN

Oleh Siti Aisyah

6.1 Pendahuluan

Pengolahan hasil ataupun produk pertanian mempunyai peran penting dalam kehidupan serta lingkungan manusia. Saat ini, paradigma pertanian bukan hanya menempatkan petani semata-mata sebagai peserta dalam mencapai tujuan nasional namun juga sebagai subyek untuk mencapai tujuan nasional bangsa Indonesia. Mengembangkan ilmu pengetahuan masyarakat guna mempercepat dan mengolah hasil pertanian merupakan inti dari upaya untuk meningkatkan daya jual dari hasil pertanian. Berikut merupakan beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengolah hasil pertanian agar memiliki nilai jual yang tinggi.

Pengolahan adalah semua aktivitas yang merubah bentuk, ukuran dan sifat-sifat dari hasil pertanian untuk meningkatkan kualitas dan kuantitasnya. Misalnya : cacao/coklat dijadikan bubuk, pisang dijadikan keripik dan lain sebagainya. Pada teknik pengolahan hasil pertanian yang lebih diutamakan adalah hasil akhir yang disebut juga dengan produk hasil pertanian. Hal ini disebabkan karena produk hasil pertanian akan dijual/dipasarkan sehingga hasil akhir haruslah mempunyai kualitas yang baik. Untuk itu diperlukan cara untuk mengolah produk hasil pertanian agar : diperoleh mutu yang baik, produktivitas dan efisiensi yang tinggi serta biaya produksi yang rendah. Untuk itu diperlukan beberapa metode diantaranya :

6.2 Metode pembersihan dan pencucian hasil pertanian

Pengolahan hasil pertanian merupakan salah satu kegiatan yang sangat penting dilakukan. Hal ini bertujuan agar hasil pertanian dapat dipasarkan atau diproses selanjutnya pada kondisi dan mutu yang baik. Umumnya hasil pertanian ditentukan dengan ukuran, daya tarik serta mutunya sehingga akan berpengaruh

terhadap warna, bau, rasa dan tekstur dari produk hasil pertanian.

Saat ini muncul beberapa konsep mutu dengan cara menerapkan sistem jaminan mutu seperti ISO 9000, ISO 14000 (*International Standardisasi for Organization*) yang merupakan badan khusus yang khusus non pemerintah dalam menangani masalah standardisasi ditingkat nasional. Mutu adalah sebagai suatu karakteristik yang tampak seperti ukuran, warna, flavor (rasa), tekstur yang ada bila produk dapat dimakan dan tidak adanya cacat. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi mutu dan fisiologi produk hasil pertanian yaitu :

- a. Iklim, berupa : suhu, cahaya, faktor lingkungan lainnya
- b. Cara-cara dalam bercocok tanam
- c. Interaksi antar faktor-faktor diatas

Hasil pertanian merupakan produk hasil budidaya tanaman dan usaha pertanian. Tujuan teknologi hasil pertanian adalah mengurangi atau menekan tingkat kehilangan hasil panen atau menghasilkan produk yang lebih baik melalui kegiatan pengolahan. Produk hasil pertanian mempunyai sifat yang spesifik sehingga dapat dianggap sebagai suatu kelemahan dalam teknologi pengolahan hasil pertanian. Sifat tersebut yaitu : 1. mudah rusak dan mengalami penyusutan, 2. mempunyai keragaman yang banyak baik dalam bentuk, rasa, warna dan lain sebagainya, 3. bulky (amba) merupakan kondisi dimana produk hasil pertanian membutuhkan tempat yang luas untuk proses penyimpanan ataupun selama transportasi 4. tergantung pada kondisi agroklimat (musiman), 5. terdapat tenggang waktu produksi dengan waktu saat dikonsumsi. Selain itu produk hasil pertanian juga mempunyai sifat yang mudah rusak. Secara umum faktor-faktor yang menjadi penyebab kerusakan produk hasil pertanian terbagi atas 2 faktor yaitu :

1. Faktor intern/genetik, berupa : komposisi kimia, sifat fisik/bentuk bahan
2. Faktor eksternal/lingkungan, seperti mekanis, mikrobiologis, kimiawi, dan lain sebagainya

Faktor eksternal merupakan penyebab utama yang sering terjadi kerusakan pada hasil pertanian. Berdasarkan jenis

kerusakan hasil pertanian meliputi : a. kerusakan mekanis yaitu kerusakan yang disebabkan secara mekanis yang dapat mengakibatkan perubahan bentuk dan penampilan dari hasil pertanian, b. kerusakan kimiawi yaitu kerusakan yang disebabkan adanya reaksi-reaksi kimia yang berlangsung dalam produk hasil pertanian sehingga dapat menimbulkan perubahan yang tidak dikehendaki, c. kerusakan mikrobiologis yaitu kerusakan yang disebabkan oleh mikroba terdapat dalam bahan atau produk hasil pertanian.

Setelah panen, produk hasil panen juga sering mengalami penyusutan. Ada 3 kategori jenis penyusutan produk hasil pertanian yang meliputi : 1. susut fisik yang merupakan berkurangnya bobot produk hasil pertanian akibat transpirasi yang cepat dan pertumbuhan mikroba, 2. susut mutu merupakan berkurangnya kualitas produk hasil pertanian, seperti : perubahan warna, tekstur dan rasa, dan 3. susut gizi merupakan berkurangnya kandungan nutrisi terutama vitamin yang terdapat dalam produk hasil pertanian.

Produk hasil pertanian mempunyai tingkat keragaman yang banyak, baik itu keragaman dalam tekstur, ukuran, warna, kematangan dan keragaman jenis lainnya. Keragaman produk hasil pertanian dapat disebabkan oleh : genetik, species, varietas, kondisi agroklimat, teknik budidaya bahan pertanian, waktu pemanenan dan lain sebagainya.

6.3 Proses pengecilan ukuran hasil pertanian

Pengecilan ukuran merupakan suatu proses dimana partikel yang berukuran besar dipecah/dipotong menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Proses ini dilakukan dengan cara mekanis tanpa ada perubahan-perubahan yang bersifat khemis dari bahan, seperti: *grinding, compression, impact force*. Pengecilan ukuran dilakukan bertujuan : a. Untuk meningkatkan ratio antara luas permukaan dengan volume bahan sehingga akan meningkatkan laju pengeringan, pemanasan, pendinginan, dan meningkatkan efisiensi dan laju ekstraksi komponen-komponen cairan. b. Agar diperoleh produk dengan bentuk dan ukuran yang seragam agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sehingga

mempermudah pengolahannya. c. Untuk meningkatkan reaktivitas bahan sehingga proses pengolahannya dapat berjalan dengan baik dan d. Untuk menghasilkan bentuk dan ukuran yang bersifat estetik sehingga memberikan kenampakan yang lebih menarik.

Pengecilan ukuran dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

- 1) Penggilingan, merupakan proses yang paling banyak dilakukan yaitu dengan cara mengecilkan ukuran bahan dengan jalan pemecahan, seperti : pengolahan tepung gandum, jagung, beras, gaplek, ikan, minyak dari biji-bijian, sari buah, gula tebu dan lain sebagainya. Sifat bahan yang berpengaruh pada proses pemecahan adalah kekerasan dan kecenderungan bahan untuk mudah pecah. Proses penggilingan yang efisien sebaiknya dilakukan dimana jumlah energi yang diberikan harus dalam jumlah yang minimum, sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan untuk memecah bahan.



Gambar 6.1 : Alat pengecil ukuran (*hammer mill*)

- 2) Pemotongan, proses ini menggunakan mekanisme penekanan dengan suatu pisau tipis dan tajam pada bahan yang akan dipotong. Hasil pemotongan berupa produk dengan permukaan yang licin dan halus dengan sedikit kerusakan yang terjadi. Pemotongan digunakan untuk pengolahan buah-buahan, daging, sayur-sayuran, ikan dan lain sebagainya.



Gambar 6.2 : Mesin pemotong buah dan sayur (*Vegetable cutter machine*)

6.4 Pemanasan, pendinginan pembekuan

6.4.1 Proses pemanasan hasil pertanian

Proses pemanasan pada produk hasil pertanian bertujuan untuk mematikan mikroba perusak, selain itu juga dapat menonaktifkan enzim. Dampak positif dari proses pemanasan adalah dapat meningkatkan daya simpan bahan pangan, sedangkan dampak negatifnya adalah mengakibatkan nilai gizi dari produk hasil pertanian menjadi turun.

Pemanasan dilakukan untuk menurunkan kandungan zat anti gizi, inaktivasi enzim dan membunuh atau menurunkan jumlah mikroba. Ada perbedaan tujuan akhir dari proses pengeringan dengan proses pemanasan, yaitu : jika pengeringan hanya menurunkan kadar air dan tidak dapat membunuh mikroba, sedangkan pemanasan lebih utama untuk membunuh mikroba. Pemanasan dapat mempengaruhi daya simpan produk, namun harus diperhatikan tentang penggunaan suhu dan lama pemanasan karena akan mempengaruhi kualitas dan gizi produk akhir.

Faktor-faktor yang mempengaruhi efektifitas panas yaitu :
 1). Sistem pemanasan yang paling efektif adalah jika menggunakan udara panas yang basah. 2) pH medium yang rendah akan lebih efektif dalam membunuh mikroba, contohnya mikroba jenis *Clostridium* akan mati setelah 10 menit pada pH 2 sedangkan pada

pH 6 yang akan mati pada 180 menit kemudian. 3) Komposisi produk hasil pertanian yang mengandung lemak dan protein akan melindungi mikroba sehingga diperlukan waktu pemanasan yang lebih lama. 4) Bentuk produk hasil pertanian yang padat kurang efektif dibanding dengan produk hasil pertanian berbentuk cair. 5) Umur sel mikroba yang lebih tua lebih tahan panas dibanding dengan umur sel mikroba yang masih muda karena mekanisme perlindungan tubuhnya lebih kuat. 6) Mikroba yang membentuk spora lebih tahan panas karena spora akan melindunginya terhadap panas sehingga diperlukan suhu yang lebih tinggi.

Metode pemanasan produk hasil pertanian, dapat dibagi menjadi dua macam yaitu : 1. Pemanasan dengan suhu dibawah 100 °C, Metode ini digunakan untuk bahan cair seperti : susu dan sari buah. Penggunaannya hanya menyebabkan kematian sebagian mikroba pembusuk namun beberapa jenis mikroba patogen atau penyebab penyakit masih hidup. Pasteurisasi sering digunakan pada metode ini dan nilai gizi produk akhir masih baik. 2. Pemanasan dengan suhu diatas 100 °C. Penggunaan metode ini hanya cocok untuk produk hasil pertanian berbentuk padat dan cair dan nilai gizi produk akhir akan lebih banyak mengalami kerusakan. Kebanyakan mikroba mati sehingga daya simpan produk hasil pertanian akan lebih lama.

6.4.2 Teknik pendinginan hasil pertanian

Pendinginan atau *refrigerasi* adalah proses pengambilan panas dari satu bahan atau benda sehingga suhu bahan menjadi lebih rendah atau pada titik suhu mencapai kesetimbangan. Medium pendingin yang kontak dengan hasil pertanian akan terjadi pemindahan panas (energi) dari bahan pertanian tersebut ke medium pendingin sampai keduanya mempunyai suhu yang sama atau hampir mendekati sama. Pengambilan panas dalam proses pendinginan dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu : 1. Menggunakan air dingin (*sweet water*) atau larutan garam (*brine*) yang dingin, 2. Menggunakan proses pencairan medium pendingin, sepeerti penggunaan es, 3. Pendinginan yang terjadi karena proses penguapan zat padat (*sublimasi*), misalnya pendinginan dengan menggunakan es kering atau *dry es*, 4. pendinginan dengan penguapan cairan, 5. perubahan fase cair menjadi fase uap (pada

amonía dan *freon*).

Penyimpanan hasil pertanian pada suhu rendah dapat memperpanjang masa hidup jaringan-jaringan yang terdapat dalam hasil pangan karena aktivitas biokimia dan mikroorganisme dapat dihambat. Penyimpanan dingin tidak membunuh mikroorganisme yang terdapat pada hasil pertanian tetapi menghambat aktivitas mikroorganisme tersebut. Pada pendinginan, setiap penurunan suhu penyimpanan 8 °C maka sekitar setengah dari jumlah metabolisme mikroba berkurang. Cara pengawetan hasil pertanian dengan suhu rendah terdapat 2 macam yaitu : 1. pendinginan (*cooling*) dan 2. pembekuan (*freezing*).

Pendinginan adalah penyimpanan hasil pertanian yang berada di atas titik beku yaitu sekitar -2 – 10 °C . Pendinginan yang biasa dilakukan pada skala rumah tangga dilakukan dalam lemari es pada suhu 5-8 °C. Namun ada beberapa hasil pertanian tidak membeku sampai suhu -2 °C atau di bawahnya karena pengaruh kandungan zat-zat di dalam bahan hasil pertanian tersebut. Pendinginan biasanya akan mengawetkan hasil pertanian hanya dalam beberapa hari atau minggu tergantung pada jenis hasil pertaniannya. Fluktuasi suhu penyimpanan akan menyebabkan kondensasi air pada hasil pertanian sehingga dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme atau mikroba yang mengakibatkan mempercepat proses pembusukan.

Kerusakan hasil pertanian pada umumnya disebabkan proses biokimiawi atau kimiawi meskipun kerusakan tersebut dilakukan oleh mikroorganisme. Kecepatan reaksi dalam kerusakan tersebut dipengaruhi oleh suhu. Penurunan suhu di bawah suhu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme dapat memperpanjang waktu generasi mikroorganisme dan mencegah atau menghambat reproduksi. Ada 3 golongan mikroorganisme berdasarkan suhu pertumbuhannya yaitu golongan termofilik (35-55 °C), mesofilik (10-40 °C) dan psikrofilik (-5 – 15 °C). Proses pendinginan akan menghambat pertumbuhan mikroorganisme termofilik dan beberapa mesofilik.

Beberapa faktor yang mempengaruhi daya awet hasil pertanian pada penyimpanan dingin meliputi a. Jenis dan varietas hasil pertanian. b. Bagian hasil pertanian yang disimpan, c. Kondisi

hasil pertanian pada saat dipanen, d. Suhu distribusi dan *retail display*, dan e. Kelembaban relatif tempat penyimpanan. Penyimpanan dingin pada produk hasil pertanian dilakukan untuk pengendalian kualitas bahan, pengendalian transferasi dan pengendalian *respirasi*.

Keuntungan penggunaan es untuk pendinginan produk hasil pertanian adalah tidak terjadinya pengurangan kadar air (*desikasi*) pada produk hasil pertanian. Pada pendinginan mekanis, uap dari air yang terdapat dalam produk hasil pertanian akan mengembun pada *evaporator*. Pengaruh negatifnya adalah dapat dikurangi dengan mengatur kelembaban relatif ruang pendinginan dan atau dengan pengemasan produk hasil pertanian. Pendinginan secara alami dapat dilakukan dengan menggunakan es, campuran air dan es atau campuran es dan larutan garam. Pendinginan es tidak dapat mencapai suhu kurang dari 0 °C atau 32 °F, agar suhu dapat digunakan campuran es dengan garam. Penambahan garam dalam media pendingin dapat meningkatkan kemampuan pendinginan bahan.

6.4.3 Teknik pembekuan hasil pertanian

Pembekuan merupakan suatu tindakan pengawetan hasil pertanian dengan cara mengeluarkan panas pada suhu dibawah titik beku. Pada proses pembekuan, bagian air yang terdapat pada hasil pertanian akan berubah menjadi kristal es sehingga aktivitas air menjadi rendah. Teknologi pembekuan hasil pertanian mempunyai beberapa keuntungan antara lain memiliki masa simpan yang lama, mutu produk dapat dipertahankan, dapat menunjang ketersediaan hasil pertanian serta kerusakan mikrobiologis dapat dikendalikan.

Penerapan teknologi pembekuan bertujuan untuk pengawetan hasil pertanian berdasarkan kemampuan pembekuan untuk mengontrol aktivitas mikroba, aktivitas enzim, aktivitas pasca panen lainnya serta penerapan *blanching* untuk beberapa komoditi sayuran. Pertumbuhan mikroba merupakan salah satu faktor penyebab utama kerusakan pangan. Pertumbuhan mikroba dapat dihambat pada pembekuan karena :

1. Aktivitas fisiologis dan metabolisme mikroba terhambat karena suhu tidak optimum dan adanya pembentukan kristal es.
2. Jumlah komponen hasil pertanian yang dapat digunakan mikroba menurun akibat pembekuan dan penurunan aktivitas air.
3. Perubahan osmotik dalam cairan sel

Secara alami hasil pertanian mengandung komponen reaktif yang dapat menggiring ke arah kerusakan bahan pangan. Enzim, vitamin, asam dan komponen lemak merupakan komponen pangan yang reaktif dan dapat berperan sebagai pemula kerusakan. Reaktifitas komponen bahan pangan dapat ditekan dengan penerapan teknologi pembekuan. Setiap penurunan suhu 8 °C kecepatan reaksi akan berkurang sekitar 50%.

Aktivitas enzim yang terdapat pada hasil pertanian setelah panen masih terjadi sampai hasil pertanian tersebut dikonsumsi. Aktivitas enzim pada hasil pertanian tergantung suhu dan pH. Aktivitas enzim pada suhu -73 °C masih terjadi namun laju reaksi yang dikatalisisnya sangat lambat. Aktivitas enzim pada suhu 0 sampai -9 °C masih relatif besar karena pada suhu tersebut masih terdapat air yang tidak berbentuk kristal. Reaksi enzimatik menurun tajam pada suhu di bawah -9 °C, semakin rendah suhu pembekuan semakin banyak jumlah air yang terkristalisasi.

6.4.4 Pengeringan hasil pertanian

Pengeringan adalah proses pengeluaran air dari produk hasil pertanian dengan menggunakan energi panas sehingga kadar air dari bahan tersebut menurun. Pada proses pengeringan terjadi kehilangan sebagian air yang terdapat pada produk hasil pertanian. Proses pengeringan biasanya disertai dengan proses penguapan air. Selain bertujuan untuk mengurangi kandungan air yang terdapat dalam produk hasil pertanian sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menyebabkan kerusakan produk hasil pertanian dan memperpanjang daya simpannya juga dapat meningkatkan efisiensi transportasi/distribusi, pengemasan dan penyimpanan serta dapat memperkecil volume produk hasil pertanian.

Penghilangan kadar air dalam produk hasil pertanian dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu :

1. Pengeringan yang terjadi pada tekanan atmosfer.

Pengeringan ini dilakukan dengan cara memindahkan panas dari udara kering (*air drying*) atau dari permukaan benda (seperti logam) yang dipanaskan dan dilakukan kontak langsung dengan bahan sehingga air dari bahan dipindahkan ke udara.



Gambar 6.3 : Mesin pengering tipe drum



Gambar 6.4 : Mesin pengering tipe terowongan



Gambar 6.5 : Mesin Pengering rak pengering kabinet

2. Pengeringan yang terjadi pada tekanan vakum (*vacuum drying*).

Pengeringan dengan cara ini dilakukan dengan memindahkan panas pada tekanan rendah sehingga air lebih mudah menguap pada suhu yang lebih rendah. Pindah panas dalam pengeringan vakum biasanya berlangsung secara konveksi atau radiasi.

3. Pengeringan beku (*freeze drying*).

Pengeringan ini dilakukan dengan mensublimasi air dari fase padat (beku) langsung menjadi uap air dengan cara pengaturan suhu dan tekanan yang memungkinkan proses sublimasi terjadi.

6.4.5 Penyimpanan produk hasil pertanian

Penyimpanan produk hasil pertanian dalam keadaan segar mempunyai waktu penyimpanan yang lebih singkat batasi terbatas. Jika penyimpanan dilakukan semakin lama maka kerusakan produk hasil pertanian juga akan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aimana, U., dan Vandalisna. 2019. Teknologi Penanganan dan Pengolahan Hasil Pertanian, Pusat Pendidikan Pertanian, Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Jamaluddin, P., Syam, H., Lestari, N., Rizal, M. 2019. Alat dan Mesin Pertanian, UNM, Makassar.
- Mushollaeni, W. 2012. Penanganan dan Rekayasa Produk Hasil Pertanian, Selaras, Malang.
- Mutiarawati, T. 2007. Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian, Universitas Pandjajaran Bandung, Bandung.
- Purwanto, H. 2009. Teknologi Pengolah Hasil Pertanian, Mediagro, Vol 5, 1, Hal 15-19.
- Wardah. dan Sopandi. T., 2016, Teknologi Hasil Pertanian, PT. Revka Petra Media, Surabaya.

BAB 7

TEKNOLOGI PENGAWETAN BAHAN PANGAN

Oleh Leni Marlina

7.1 Pendahuluan

Kebutuhan manusia untuk memenuhi kebutuhan bahan pangan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan manusia di dunia. Bahan pangan merupakan kebutuhan pokok manusia untuk bisa mempertahankan hidupnya. Secara umum bahan pangan dapat diartikan sebagai semua produk yang dikonsumsi manusia baik dalam bentuk mentah, setengah jadi atau jadi dari hasil alam seperti padi-padian, kacang – kacang, umbi-umbian, buah – buahan, sayur-sayuran, ikan, susu dan daging dari ternak, ikan, dan lain sebagainya. Akan tetapi bahan pangan memiliki umur simpan yang terbatas karena bersifat mudah rusak (*perishable*) sehingga diperlukan teknologi pengawetan untuk mempertahankan kualitas dan memperpanjang umur simpan. Undang – Undang Nomor 7 Tahun 1996 menyatakan bahwa aman, bergizi, bermutu, dan dapat terjangkau oleh masyarakat merupakan kriteria – kriteria yang harus dipenuhi bahan pangan.

Pengawetan merupakan kunci dalam teknologi pangan yang tidak hanya bertujuan untuk memperpanjang umur simpan, tetapi juga untuk mempertahankan mutu, mempertahankan stabilitas fisiko-kimia, serta untuk mencegah kerusakan bahan pangan. Kerusakan bahan pangan bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti: mikroorganisme (bakteri, ragi, kapang), enzim, reaksi kimia (oksidasi), perubahan fisik, serangga, dan sebagainya (Khan, 2015; Olurankinse, 2014; Mogosanu *et al.*, 2017).

Secara umum teknologi pengawetan dapat dikategorikan 3 yaitu: pengawetan menggunakan antimikroba yang bekerja melawan mikroorganisme melalui pencegahan dan penghambatan pertumbuhan mikroba; pengawetan menggunakan antioksidan untuk memperlambat proses oksidasi lemak/lipid; dan

pengawetan dengan faktor penghambat, yang menghambat proses pematangan dan pencoklatan buah dan sayuran setelah panen. Selain itu juga ada proses pengawetan lainnya seperti pembekuan, perebusan, pengasapan, penggaraman, fermentasi, dehidrasi dan pengeringan beku, pendinginan, pengemasan vakum, pengemasan atmosfer termodifikasi, pengasaman, pasteurisasi, sterilisasi, pemrosesan dan pengemasan aseptik, dan sebagainya (Olurankinse, 2014; Khan, 2015; Mogosanu *et al.*, 2017). Penggunaan senyawa antimikroba dan antioksidan untuk menonaktifkan aktivitas mikroorganisme, aktivitas enzim, dan proses perombakan (dekomposisi) kimia bahan pangan dapat dikombinasikan dengan teknik pengawetan pangan lainnya (Madsen dan Bertelsen, 1995; Karpin'ska *et al.*, 2001; Kumar dkk., 2015; Mogosanu *et al.*, 2017).

Dalam aplikasinya penerapan teknologi pengawetan pangan dalam dunia industri rumah tangga, industri kecil, industri menengah, dan industri besar tergantung kebutuhan. Penerapan teknologi pengawetan pangan dalam menghasilkan suatu produk bisa menggunakan satu atau gabungan beberapa metode pengawetan pangan yang telah ada.

7.2 Beberapa Teknologi Pengawetan Pangan

Teknologi pengawetan bahan pangan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap bahan pangan. Diantara teknologi pengawetan pangan yang umum digunakan adalah penyimpanan suhu rendah (pendinginan dan pembekuan) pembekuan pengeringan dan dehidrasi, pemanasan, penggunaan senyawa antimikroba, penggunaan senyawa antioksidan, pengemasan, iradiasi, fermentasi, dan lain sebagainya.

7.2.1 Pendinginan

Penggunaan suhu rendah dalam pengawetan bahan makanan merupakan proses pengawetan pangan yang paling umum digunakan. Penyimpanan suhu rendah yang umum digunakan dalam pengawetan pangan adalah pendinginan (refrigerasi) dan pembekuan. Proses pengawetan pangan dengan suhu rendah, ada yang dikombinasikan dengan teknik pengawetan

lain. Diantara teknik pengawetan yang dikombinasikan dengan penyimpanan suhu rendah adalah pengemasan, pelapisan (coating), dan penambahan senyawa antimikroba dan lain sebagainya. Kombinasi perlakuan umumnya akan membuat proses pengawetan menjadi lebih efektif walaupun ada sebagian kecil yang berdampak sebaliknya.

Pendinginan sangat diperlukan oleh bahan pangan yang bersifat mudah rusak (*perishable*) dan tidak bisa disimpan pada suhu beku. Bahan pangan bersifat mudah rusak disebabkan kandungan air yang tinggi. Pendinginan dapat mengurangi proses respirasi dan perubahan metabolik lainnya, memperlambat proses pematangan, mengurangi kehilangan air dan pelayuan, memperlambat proses penuaan karena adanya proses pematangan, memperlambat penurunan tekstur/pelunakan dan perubahan-perubahan lainnya seperti warna serta sruktur, mengurangi kerusakan karena aktivitas mikroba (bakteri, kapang, dan khamir), dan juga memperlambat proses pertumbuhan yang tidak dikehendaki. Umumnya pendinginan diterapkan untuk pengawetan buah dan sayuran segar dan beberapa komoditas pertanian lainnya.

Pendinginan merupakan proses penurunan suhu bahan pangan yang tidak mencapai titik bekunya atau penyimpanan bahan pangan dalam suhu diatas titik beku bahan pangan tersebut. Umumnya suhu rendah yang digunakan untuk proses pendinginan bahan pangan adalah suhu -2°C hingga 16°C . Proses pendinginan hanya dapat mengawetkan bahan pangan untuk beberapa hari atau minggu. Proses pendinginan dalam bahan pangan mampu menghambat atau memperlambat pertumbuhan mikroba, tetapi tidak mampu membunuh mikroba dalam bahan pangan. Akibatnya bahan pangan yang dikeluarkan dari proses pendinginan mengakibatkan pertumbuhan mikroba kembali cepat. Diantara teknik pendinginan yang umum digunakan dalam industri pangan adalah penyimpanan MAP (*Modified Atmophere Packaging*) dan CAS (*Controlled Atmophere Storage*).

MAP dan CAS adalah teknologi pengawetan yang sudah umum digunakan pada buah dan sayuran untuk memperpanjang umur simpan. Prinsip kerja dari penyimpanan dingin MAP dan CAS adalah memodifikasi kondisi lingkungan meliputi kandungan O_2

dan CO₂. Modifikasi lingkungan dilakukan dengan cara menurunkan O₂ dan meningkatkan CO₂ sehingga proses respirasi menjadi lambat dan perubahan metabolik lainnya juga menjadi lambat (Kader, 2002).

7.2.2 Pembekuan

Pembekuan (*freezing*) merupakan pengawetan bahan pangan dengan suhu rendah dengan cara menurunkan suhu bahan pangan dibawah titik beku air atau penyimpanan bahan pangan dalam keadaan beku. Suhu pembekuan yang umum digunakan adalah suhu -2°C hingga suhu -24°C. Proses pengawetan pangan dengan pembekuan, ada juga yang dikombinasikan dengan teknik pengawetan lainnya. Bahan pangan yang akan dibekukan juga bisa dikemas, dilapisi (*coating*), dan ditambahkan senyawa antimikroba lainnya agar proses pengawetan menjadi lebih efektif.

Pembekuan sangat diperlukan oleh bahan pangan yang bersifat mudah rusak (*perishable*) dan tidak bisa disimpan pada suhu dingin (*pendinginan*). Berbeda dengan proses pendinginan, pembekuan akan dapat mengawetakan bahan pangan untuk beberapa bulan atau kadang beberapa tahun. Proses pembekuan dalam bahan pangan mampu membunuh mikroba yang tumbuh dalam bahan pangan.

Ada beberapa teknologi pembekuan yang dapat diterapkan dalam industri pangan. Buckle *et al.* (1985) membagi teknik pembekuan dalam industri pangan menjadi 3 yaitu:

1. Penggunaan udara dingin yang ditiupkan atau gas lain dengan suhu rendah kontak langsung dengan makanan, contohnya alat pembeku tiup (*blast*), terowongan (*tunnel*), bangku fluidisasi (*fluidized bed*), spiral, tali (*belt*) dan lain – lain.
2. Kontak tidak langsung misalnya alat pembeku lempeng (*plate freezer*), dimana makanan atau cairan yang dikemas kontak langsung dengan permukaan logam (lempengan, silindris) yang telah didinginkan dengan mensirkulasikan cairan pendingin (alat pembeku berlempeng banyak).
3. Perendaman langsung makanan ke dalam cairan pendingin, atau menyemprotkan cairan pendingin di atas makanan. Contohnya nitrogen cair dan freon, larutan gula atau garam.

Dalam penerapannya, teknik pembekuan dapat diterapkan dalam penyimpanan bahan pangan selama proses penyimpanan dan pengangkutan. Namun pengaruh yang ditimbulkan oleh proses pembekuan tidak sama pada bahan pangan yang dibekukan. Untuk menghindari kerusakan, buah dan sayuran yang akan dibekukan harus didahului dengan perlakuan pendahuluan yaitu blanching. Blanching adalah perebusan buah dan sayuran selama 3-5 menit. Proses blanching akan menonaktifkan aktivitas enzim penyebab browning, mikroba penyebab kebusukan, dan memperbaiki warna untuk mengurangi kerusakan selama penyimpanan. Penambahan atau pencelupan ke dalam larutan asam askorbat atau larutan sulfurdioksida, pengemasan dalam larutan gula kering atau sirup, dan merubah pH merupakan perlakuan pendahuluan yang umum digunakan selain blanching pada produk hortikultura sebelum dibekukan.

7.2.3 Iradiasi

Menurut undang – undang tahun 2021, irradiasi pangan merupakan metode penanganan pangan, baik dengan menggunakan zat radioaktif maupun akselerator untuk mencegah terjadinya pembusukan dan kerusakan, membebaskan bahan pangan dari jasad renik patogen, serta mencegah pertumbuhan tunas. Menurut Bisht *et al.* (2021), irradiasi bahan pangan adalah metode pengawetan pangan dengan teknik non-termal, hemat energi, non-kimia dan fisik dengan cara membiarkan bahan makanan terpapar radiasi pengion dan non-pengion pada dosis tertentu untuk memperpanjang umur simpan bahan pangan tanpa mempengaruhi kandungan nutrisinya. Radiasi non-pengion meliputi sinar UV, cahaya tampak, inframerah, gelombang radio. Selanjutnya radiasi pengion meliputi sinar gamma, sinar-X dan berkas elektron yang dipercepat untuk membunuh mikroba seperti virus, bakteri dan lain – lain dalam bahan pangan atau komoditas pertanian.

Tabel 7.1 : Tipe dari Sinar UV

No	Tipe	Panjang Gelombang
1	UV-A	315-400 nm
2	UV-B	280-315 nm
3	UV-C	200-280 nm
4	UV-V (Vacuum-UV)	100-200 nm

Sumber: Koutchma (2019)

Selain untuk membunuh mikroba dalam bahan hasil pertanian, iradiasi juga mempunyai banyak manfaat lainnya. Iradiasi meningkatkan kebersihan dan keamanan serta memperpanjang umur simpan hasil pertanian (Nair & Sharma, 2016; Pathak *et al.*, 2018; Bisht *et al.*, 2021). Iradiasi juga memberikan pengaruh yang minimal terhadap rasa, aroma, warna, tekstur, nilai gizi, dan karakteristik lainnya pada bahan pangan (Kalaiselvan *et al.*, 2018; Bisht *et al.*, 2021).

Banyak hasil penelitian menunjukkan teknik iradiasi dengan sinar UV, sinar Gamma, dan sinar X telah banyak diaplikasi dalam pengawetan bahan pangan. Penggunaan sinar UV dapat meningkatkan kualitas buah dan sayuran setelah panen. Tipe radiasi dengan sinar UV adalah UV-A, UV-B, UV-C, dan UV-V yang terlihat pada Tabel 7.1. Selanjutnya penggunaan sinar gamma juga sukses dalam menghambat atau menonaktifkan mikroba dan memperpanjang umur simpan produk hasil pertanian (Bisht *et al.* 2021). Akan tetapi efisiensi proses iradiasi juga tetap dipengaruhi oleh beberapa faktor. Diantara faktor yang berpengaruh terhadap proses iradiasi adalah suhu, oksigen, aktivitas air (*water activity*), dan media sekitarnya (Ashraf *et al.*, 2019).

Secara umum ada 3 dosis yang disarankan dalam mengaplikasikan teknik iradiasi dalam pengawetan bahan pangan. Dosis yang disarankan meliputi dosis rendah (10Gy-1kGy) , sedang (1-10kGy) dan tinggi (>10kGy). Tabel 7.2 memperlihatkan jenis aplikasi dosis – dosis iradiasi tersebut pada bahan pangan.

Tabel 7.2 : Dosis irradiasi yang disarankan dan dampaknya dalam pengawetan bahan pangan.

Level Irradiasi	Pengaruh pengawetan	Aplikasi	Dosis
Dosis rendah (10Gy-1Kgy)	Pencegahan pertunasan	Kentang, bawang putih, bawang merah, bawang bombay, dan ubi	20-150 Gy
	Pencegahan pematangan dan pembusukan	Buah dan sayuran	0,11 kGy
	Pembasmian serangga	Bijian-bijian simpan, sereal, biji kopi, tepung, rempah-rempah, kacang kering dan produk ikan	0,2-1kGy
	Pengamanan karantina terhadap lalat buah dan spesies serangga	Buah dan sayuran segar	150 300 Gy
	Menonaktifkan patogen parasit	Daging	0,3-1 kGy
Dosis sedang (1-10Kgy)	Memperpanjang umur simpan	Daging segar dan makanan laut, buah dan sayuran (ikan segar, strawberi, jamur)	1-10 kGy
	Pasteurisasi bahan makanan padat	Daging, unggas, dan makanan laut	2-8 kGy
	Perbaikan sifat teknologi pangan	Anggur, sayuran kering	2-7 kGy
Dosis tinggi (>10Kgy).	Menghilangkan kontaminasi mikroba	Rempah kering, rempah-rempah, perasa sayuran	10-30 kGy

Sumber: Sunil et al. 2018

7.2.4 Fermentasi

Fermentasi merupakan salah satu metode pengolahan sekaligus metode pengawetan pangan yang sudah ada sejak zaman dahulu kala. Pengolahan pangan dengan metode fermentasi bekerja

dengan cara memanfaatkan mikroorganisme sehingga terjadi perubahan bentuk, tekstur, dan aroma/flavour yang diinginkan dan tidak sama dengan produk aslinya. Proses fermentasi pada prinsipnya adalah mengaktifkan aktivitas mikroorganisme tertentu yang menyebabkan karakteristik awal berubah menjadi produk fermentasi yang bermanfaat. Afriati (2013) menyatakan faktor yang sangat berpengaruh dalam proses fermentasi adalah mikroorganisme, substrat (medium), pH (keasaman), suhu, oksigen, dan aktivitas air.

Beberapa mikroorganisme penting yang terlibat dalam proses fermentasi adalah bakteri pembentuk asam laktat, bakteri pembentuk asam asetat, kapang tertentu, dan beberapa khamir penghasil alkohol. *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus cremoris* adalah bakteri asam laktat yang terlibat dalam proses fermentasi susu. Bakteri *Pediococcus cerevisae* adalah bakteri yang terlibat dalam fermentasi daging dan sayuran. Bakteri *Leuconostoc mesenteroides*, dan *Leuconostoc dextranicum* adalah bakteri yang terlibat dalam fermentasi anggur, sari buah, dan bahan pangan lainnya. Selanjutnya bakteri *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Lactobacillus delbrueckii* adalah bakteri yang terlibat dalam fermentasi susu dan sayuran.

Terbentuknya asam laktat akibat proses fermentasi merupakan kunci dalam pengawetan pangan dengan metode fermentasi. Asam laktat yang dihasilkan bakteri pada keasaman (pH) 3,4-4 dapat menghambat aktivitas sejumlah bakteri pembusuk bahan pangan sehingga bahan pangan menjadi awet.

7.2.5 Pengeringan dan dehidrasi

Pengeringan merupakan pengawetan pangan dengan cara mengeluarkan (dehidrasi) atau menguapkan air dari bahan pangan dengan menggunakan energi panas. Pengeluaran atau penguapan air dari bahan pangan dilakukan sampai batas mikroorganisme dan enzim tidak dapat beraktivitas. Pengeringan bahan pangan akan menyebabkan bahan pangan lebih awet sehingga bisa disimpan dalam waktu yang lama. Selain itu pengeringan bahan pangan juga memudahkan dalam penyimpanan dan pengangkutan karena volume dari produk akan berkurang. Akan tetapi

pengawetan bahan pangan dengan pengeringan juga memiliki kelemahan. Pengeringan akan menyebabkan sifat asal bahan pangan yang dikeringkan dapat berubah seperti sifat fisik, kimia, dan mutu lainnya.

Pengeringan bahan pangan bisa dilakukan dengan menggunakan sinar matahari dan bisa menggunakan alat pengering buatan. Ada 3 tipe pengeringan bahan pangan dengan menggunakan energy matahari yaitu tipe absorpsi atau kontak pemanas langsung, penggunaan alat pengering, dan kombinasi kontak pemanas langsung dengan alat pengering. Pengeringan bahan pangan dengan menggunakan alat pengering buatan juga bermacam – macam tipenya tergantung karakteristik dari bahan pangan yang akan dikeringkan. Bahan pangan yang bersifat padat, pengeringan dapat menggunakan alat pengering bertipe almari atau pada talam (*cabinet or tray drying*), terowongan (*tunnel drying*), system ban berjalan (*continues belt drying*), bak bertali (*belt trough drying*), kotak (*bin drying*), hisapan udara atau udara yang dipompa (*air lift or pneumatic drying*), bangku fluidisasi (*fluidized bed drying*), pembekuan (*freeze drying*), alat pemanggang meletup (*explosive puff drying*), dan *kiln drying*. Selanjutnya bahan pangan yang bersifat cair dapat menggunakan alat pengering berbentuk drum (*drum drying*), penyemprotan (*spray dryng*), buih (*foam mat dryng*), talam (*tray dryng*), pembekuan (*freeze drying*), dan hisapan udara (*pneumatic drying*) (Buckle, et al. 1985).

Suksesnya proses pengeringan bahan pangan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Luas permukaan benda, suhu pengeringan, aliran udara, waktu pengeringan, dan tekanan uap di udara merupakan faktor–faktor yang mempengaruhi proses pengeringan. Untuk menghasilkan bahan pangan yang dikeringkan sesuai dengan diharapkan, faktor–faktor yang mempengaruhi proses pengeringan perlu disesuaikan dengan karakteristik bahan pangan yang akan dikeringkan.

7.2.6 Penggunaan pelapis antimikroba

Pelapisan merupakan salah satu penanganan pascapanen pada produk hasil pertanian yang bertujuan selain untuk memperbaiki penampilan juga untuk memperpanjang umur simpan. Pelapisan merupakan aktivitas pemberian lapisan tipis

pada bahan pangan. Bahan pangan yang umumnya diberi pelapisan adalah buah – buahan dan sayuran segar. Akan tetapi produk olahan pangan juga telah banyak yang diberi pelapisan untuk memperpanjang umur simpan seperti permen, Pelapisan pada bahan pangan seperti buah dan sayuran dapat menghambat laju respirasi dan proses metabolisme lainnya. Terhadapnya proses respirasi akan menghambat atau memperlambat proses pematangan dan perubahan fisiologis seperti warna kulit dan lainnya sehingga umur simpan buah dan sayuran menjadi lebih lama. Diantara pelapis (*coating*) alami yang umum digunakan dalam melapisi buah dan sayuran dalam pengawetan chitosan, lilin lebah (*beewax*), *shellac* dan *carnauba*, gum arab, dan lain – lain. Marlina, *et al.* (2014), telah mengaplikasikan lilin lebah dan chitosan untuk meningkatkan umur simpan salak pondoh.

Chitosan merupakan salah satu pelapis alami turunan dari chitin dari kerang – kerangan, udang, kepiting, dan sumber hewan lainnya penghasil chitin. Chitosan merupakan pelapis alami yang bersifat antimiroba (Krochta, *et al.* 1994). Jenis pelapis ini banyak diaplikasi pada buah dan sayuran untuk memperpanjang umur simpan. Pelapisan chitosan pada buah dan sayuran bisa dilakukan secara tunggal dan bisa dikombinasikan dengan jenis pengawetan lainnya. Hasil penelitian Marlina (2015) menunjukkan pencelupan ujung buah salak pondoh dengan chitosan 0,5% dengan dikombinasikan pendinginan dengan suhu 15°C dapat memperpanjang umur simpan salak pondoh. Selanjutnya hasil penelitian tersebut juga menjelaskan penyemprotan salak pondoh dengan chitosan 1% dengan dikombinasikan pendinginan dengan suhu 15°C juga dapat memperpanjang umur simpan salak pondoh setelah panen. Krochta, *et al.* (1994), menyebutkan proses pelapisan bisa dilakukan dengan pencelupan, penyemprotan, penggunaan busa, dan lainnya.

7.2.7 Pemanasan

Pemanasan pada bahan pangan selain ditujukan untuk pengolahan, juga ditujukan untuk pengawetan. Pemanasan dapat menghambat aktivitas enzim dan mikroorganisme bahkan membunuh mikroorganisme dalam bahan pangan. Diantara metode pengawetan pangan dengan pemanasan adalah blansing,

sterilisasi, dan pasteurisasi. Selain itu ada juga pengawetan pangan yang telah umum digunakan dalam proses karantina buah dan sayuran yang dikenal dengan perlakuan *hot water treatment* (HWT).

Blansing adalah perendaman bahan pangan pada air mendidih selama 3 – 5 menit. Dalam pengolahan bahan pangan blansing bertujuan untuk menghambat aktivitas enzim dan mikroorganisme, mengurangi jumlah mikroorganisme, pencoklatan akibat proses enzimatis, perubahan flavor atau aroma dan pembusukan. Proses blansing biasanya diaplikasikan pada produk jadi ataupun setengah jadi. Sterilisasi umumnya diterapkan pada semua bahan hasil pertanian (Muchtadi, et al. 2010).

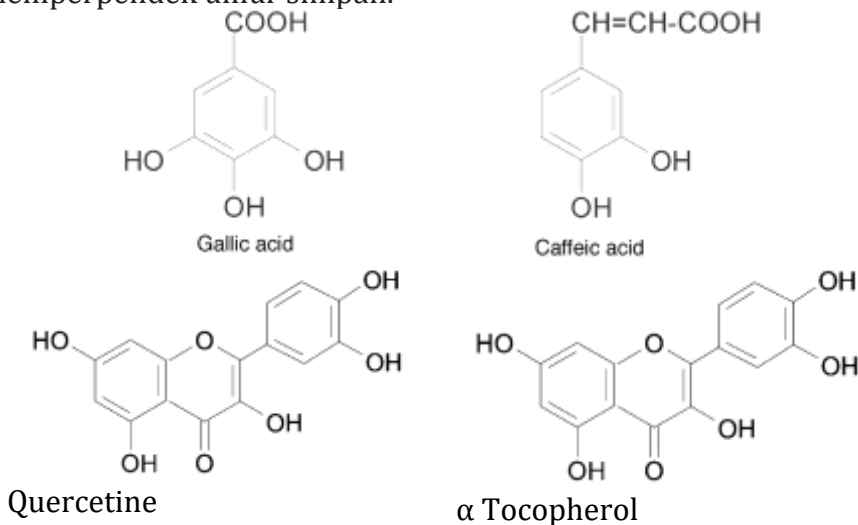
Sterilisasi adalah pemanasan bahan pangan menggunakan suhu tinggi 121°C selama 15 menit. Tujuan dari sterilisasi adalah untuk membebaskan bahan pangan dari semua mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit dan menghasilkan racun. Sterilisasi bisa dilakukan pada produk jadi ataupun produk setengah jadi. Perusahaan pengalengan, pembotolan buah – buahan atau industri makanan biasanya menerapkan metode sterilisasi produk yang akan dipasarkan.

Pasteurisasi adalah pemanasan bahan pangan menggunakan suhu 63°C selama 30 menit. Proses pasteurisasi juga bertujuan untuk membebaskan bahan pangan dari semua mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit dan menghasilkan racun. Pasteurisasi umumnya diterapkan pada Makanan hasil fermentasi biasanya menerapkan metode pasteurisasi untuk pengawetan karena bahan pangan hasil fermentasi masih mengandung mikroorganisme dalam jumlah tertentu. Diantara produk fermentasi adalah yakult, yogurt, keju, dan lain – lain.

7.2.8 Penggunaan senyawa antioksidan alami

Antioksidan adalah senyawa dapat digunakan untuk memperlambat proses oksidasi yang terjadi dalam bahan pangan. Bahan pangan yang rentan mengalami proses oksidasi adalah bahan pangan yang mengandung lemak dan minyak seperti lemak hewani, lemak nabati, produk ikan, produk daging, produk susu, bahan pangan dengan lemak tinggi, bahan pangan dengan lemak rendah, dan lain sebagainya. Proses oksidasi yang terjadi pada

bahan pangan yang mengandung lemak adalah proses yang dikehendaki karena dapat menurunkan kualitas dan memperpendek umur simpan.



Gambar 7.1 : Contoh senyawa antioksidan alami
(Sumber: Pokorný, 2003)

Asam lemak tidak jenuh khususnya asam lemak tak jenuh ganda mengalami proses oksidasi sehingga terbentuk radikal bebas. Radikal bebas selanjutnya diubah menjadi peroksida yang tidak berbau, tidak berasa, tetapi terurai dengan pembentukan senyawa yang mudah menguap, seperti alkanal, alka-2-enal, alka-2,4-dienal, berbagai keton, alkohol, dan hidrokarbon. Senyawa – senyawa ini menimbulkan rasa tidak enak yang spesifik, yang disebut aroma tengik. Aroma tengik yang terbentuk akan menyebabkan penerimaan terhadap nilai sensorik bahan pangan akan berkurang bahkan menghilang. Proses oksidasi pada bahan pangan dapat dicegah dengan menggunakan bahan lemak yang miskin asam lemak polienoat (tak jenuh ganda), melindungi produk makanan terhadap akses oksigen, atau menambahkan inhibitor oksidasi seperti antioksidan (Pokorný, (2003),

Antioksidan terbagi dalam antioksidan alami dan antioksidan alami. Meskipun antioksidan buatan lebih murni, lebih murah, lebih mudah digunakan, dan tersedia tetapi konsumen modern lebih cenderung menggunakan antioksidan alami karena lebih aman dan

tidak beracun. Diantara antioksidan alami yang tersedia di alam berasal dari tumbuhan adalah senyawa fenol, flavonoid, tocoferol, asam askorbat, dan lain sebagainya. *Gallic acid* dan *Caffeic acid* adalah contoh golongan fenol, *Quercetine* adalah contoh golongan flavonoid, dan α *Tocopherol* adalah contoh *tocopherol*. Gambar 1 memperlihatkan contoh – contoh senyawa antioksidan alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Kader, A.A. 1992. 'Postharvest Technology of Hortikultural Crops, pp.296.
- Afrianti, H. 2013. 'Teknologi Pengawetan Pangan. Alfabeta, Bandung.
- Ashraf, S. 2019. 'Food irradiation: A review. International Journal of Chemical Studies, 7, pp.131-136.
- Bisht, B., Bhatnagar, P., Gururani, P., Kumar, V., Tomar, M.S., Rajat
- Sinhmar, R., Rathi, N., and Kumar, S. 2021.'Food irradiation: Effect of ionizing and non-ionizing radiations on preservation of fruits and vegetables– a review, Trends in Food Science & Technology, 114, pp. 372–385.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H, Wootton, M. 1987. 'Ilmu Pangan, pp. 365.
- Kalaiselvan, R. R., Sugumar, A., and Radhakrishnan, M. 2018. 'Gamma irradiation usage in fruit juice extraction In Fruit juices, Academic Press, pp. 423–435.
- Karpin ska, M., Borowski, J. and Danowska-Oziewicz, M. 2001. 'The use of natural antioxidants in ready-to-serve food, Food Chem, 72(1), pp. 5–9.
- Khan, S., Sayed, M., Sohail, M., Shah, L. A., and Raja, M. A. 2019. 'Advanced oxidation and reduction processes, Advances in Water Purification Techniques, pp.135–164.
- Koutchma, T. 2019. 'Ultraviolet light in food technology: Principles and applications, CRC press, 2. (vol 2)
- Krochta, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. 1994. 'Edible Coating and Film to Improve Food Quality, pp.379.
- Kumar, Y., Yadav, D.N., Ahmad, T., and Narsaiah, K. 2015. 'Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products, Compr. Rev. Food Sci. Food Saf, 14, pp. 796–812.
- Madsen, H.L. and Bertelsen, G. 1995. 'Spices as antioxidants: a review, Trends Food Sci. Technol, 6 (8), pp. 271–277.
- Marlina, L. 2015. 'Tesis Aplikasi Pelapis Kitosan untuk Mempertahankan Mutu Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw) Selama Penyimpanan, IPB University.

- Marlina, L., Purwanto, Y.A., and Ahmad, U. 2014. 'Aplikasi Pelapisan Kitosan dan Lilin Lebah untuk Meningkatkan Umur Simpan Salak Pondoh, Jurnal Keteknikan Pertanian, 2(1), pp. 65 -72.
- Mogosanu, G.D., Grumezescu, A.M., Bejenaru, C., and Bejenaru, L.E. 2017. 'Food Preservation: Natural Products Used For Food Preservation, Academic Press, pp.365–411.
- Nair, P. M., and Sharma, A. 2016. 'Food irradiation, Innovative Food Processing Technologies, pp.19–29.
- Olurankinse, C.A., 2014. 'S trate gie s for sustai nab le food processing and preservation. IOSR J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol, 8 (6), pp. 31–36.
- Pathak, B., Omre, P. K., Bisht, B., and Saini, D., 2018. 'Effect OF thermal and Non-thermal processing methods ON food allergens, Progressive Research – An International Journal, 13, 314–319.
- Pokorný, J., 2003. 'Food Preservation Technique: Natural Antioxidants, Woodhead Publishing, pp.31-48.
- Simon Bambang Widjanarko. 2012. 'Fisisologi dan Teknologi Pascapanen, pp. 268.
- Sunil, N. C., Singh, J., Chandra, S., Chaudhary, V., and Kumar, V. 2018. 'Non-thermal techniques: Application in food industries: A review, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7, pp.1507–1518.

BAB 8

INOVASI DAN PENGEMBANGAN PRODUK PANGAN

Oleh Anna Permatasari Kamarudin

8.1 Pendahuluan

Tantangan besar dihadapi oleh industri pangan. Hal ini melibatkan kecepatan dalam perubahan, keperluan konsumen, jangka hayat produk, kompetisi dalam pasar, kesukaran bertemunya antara *supplier*, konsumen dan penguasa (Bellair dalam Raquel, 2016). Pemilihan seseorang terhadap produk sangat dipengaruhi oleh gaya hidupnya.

Gaya hidup masa kini sangat memengaruhi seseorang dalam pemilihan produk. Adanya kesadaran konsumen dalam menggunakan produk membawa dampak yang besar terhadap perkembangan sebuah produk. Sehingga terjadi permintaan yang tinggi terhadap produk yang lebih berkualitas, beragam dan lebih inovatif (Raquel, *et al.*, 2016).

Menurut Bravo, *et al.*, (2019) keberlanjutan dalam industri pangan yang diharapkan adalah produk yang lebih inovatif, dan rantai pasok yang dibangun dengan strategis. Terutama pada pembangunan produk yang lebih sehat, lebih berkualitas secara ekonomi, lingkungan dan sosial. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa target pendekatan yang dilakukan adalah prestasi keberlanjutan dan perbaikan dalam kualitas produk dan kesehatan. Menurut Irianto dan Giyatmi (2021), sebuah produk pangan dapat berinovasi melalui beberapa tahapan dan proses dengan urutan sebagai berikut ini: 1) Pengembangan tujuan dan sasaran 2) Penetapan pembatas proyek 3) Pengembangan ide projek 4) Skrining ide produk 5) Pengembangan konsep dan spesifikasi desain produk 6) Pengembangan *prototype* produk 7) Pengembangan metode proses 8) Pengujian produk 9) Pengembangan rencana pemasaran dan peluncuran 10) Evaluasi peluang keberhasilan 11) Peluncuran produk. Sementara itu,

inovasi dapat terjadi pada beberapa hal, yaitu: 1) Penemuan baru 2) Teknologi baru 3) Objek baru 4) Cara baru 5) Pengetahuan baru.

Inovasi menjadi satu hal yang penting, karena: 1) Konsumen selalu memerlukan dan menginginkan produk yang lebih baik dan murah 2) Selalu terjadi persaingan untuk merebut pasar dengan segala cara 3) Terjadi karena tuntutan jaman yang mengarah pada perubahan yang lebih baik. Oleh karena itu selalu diperlukan tenaga handal yang mampu memahami apa yang diinginkan pasar dan konsumen.

Kreativitas menurut Robert Harris (1998), aktivitas untuk membayangkan sesuatu yang tidak sama dengan sesuatu yang sudah ada. Hal ini dapat lebih kepada membuat dan merancang ide-ide baru yang berbeda dengan yang sudah ada. Termasuk mengkombinasikan, menambah, mengubah atau memodifikasi kembali ide-ide yang sudah ada. Kreativitas juga mampu membuat dan menerima pembaharuan dengan pemikiran yang terbuka. Mereka yang kreatif akan berusaha melakukan sesuatu yang dapat memperbaiki ide-ide dan mencari solusi-solusi dengan melakukan perubahan dan memperbaiki proses dalam pekerjaan mereka.

Sementara itu inovasi dapat diartikan melakukan perbaikan dan peningkatan unjuk kerja untuk meningkatkan kualitas suatu produk atau sistem. Pada dasarnya kreativitas merujuk kepada penemuan ide-ide baru yang belum pernah ada. Sikap inovatif sendiri merupakan kreativitas dalam melakukan sesuatu, tetapi sikap kreativitas belum tentu inovatif. Terkait dengan problem solving, kreatif dan inovatif disolungkan dalam sebuah sikap yang positif untuk menyelesaikan masalah dan mencari solusi.

Inovasi dapat memperkenalkan sesuatu yang baru, baik ide, barang, pelayanan dan cara-cara baru yang lebih bermanfaat. Inovasi diartikan sebagai penemuan akan tetapi berbeda maknanya dengan penemuan dalam arti *discovery* atau *invention* (inovensi). Sementara *discovery* mempunyai makna penemuan yang sebetulnya sudah ada sebelumnya tetapi belum diketahui. Sedangkan invensi adalah penemuan yang benar-benar baru. Inovasi dapat dilakukan oleh siapa saja, di mana saja, dan kapan saja dan dapat berharga murah. Berbagai macam tipe inovasi:

1. Inovasi produk, merupakan pengenalan barang baru atau pelayanan baru yang meningkat. Salah satunya adalah

meningkatkan karakteristik fungsi, mudah dalam mengoperasikan dan kemampuan teknis. Contoh: makanan kaleng, minuman dalam berbagai jenis botol, aneka jenis, bentuk dan rasa snek.

2. Inovasi proses, merujuk kepada aplikasi peningkatan kualitas produk yang baru termasuk dalam hal servis pengantaran barang. Contoh: Pengantaran barang dengan sistem COD, pengalengan buah sehingga dapat langsung dikonsumsi.
3. Inovasi pemasaran, mengembangkan metode yang mencari konsumen dan pasar baru dengan meningkatkan kualitas desain, pengemasan dan promosi. Contoh: promosi melalui media sosial, desain pengemas snek dengan pengemas yang lebih mudah dibuka, penjualan menggunakan mobil di suatu area
4. Inovasi organisasi, seperti, praktek bisnis baru, organisasi baru, cara menjalankan organisasi atau perilaku berorganisasi. Contoh: praktek bisnis yang menggunakan sistem kekeluargaan dan membangun kepercayaan.
5. Inovasi model bisnis, dengan mengubah kebiasaan sebelumnya menjadi prinsip dan nilai baru yang dianut. Contoh: bisnis yang dilakukan berdasarkan kesehatan, *'back to nature'*, *'Go Green'*, *"Sustainability"*, *"No Sugar"*, *"Less Sugar"*, dan *"Low Fat"*.

Sementara itu, tujuan dari inovasi adalah: 1) Meningkatkan kualitas 2) Memperluas jangkauan 3) Menciptakan pasar baru 4) Meminimalisir biaya tenaga kerja 5) Meningkatkan proses produksi 6) Mengurangi penggunaan bahan mentah 7) Menghindari terjadinya kerusakan lingkungan 8) Mengganti produk atau cara pelayanan 9) Mengurangi penggunaan energi dan mengganti dengan energy terbarukan 10) Menyesuaikan dengan undang-undang yang berlaku.

Berbagai macam inovasi pangan yang telah dilakukan di beberapa negara adalah sebagai berikut:

8.2 Pangan Fungsional

Syarat-syarat bahan makanan yang digolongkan menjadi fungsional dan nutraseutikal adalah 1) makanan tersebut disajikan dan dikonsumsi seperti mengonsumsi makanan dan minuman biasa 2) Konsumen menerima makanan tersebut berdasarkan karakteristik sensori atau organoleptik. Pada umumnya jenis makanan ini mempunyai efek untuk mencegah penyakit tertentu, terutama penyakit generatif serta menambah daya tahan tubuh.

Sementara itu, menurut Subroto (2008) dalam Kusumayanti (2016) pangan fungsional terbagi menjadi dua golongan besar, yaitu:

- a. Pangan fungsional menurut sumbernya:
 1. Pangan fungsional nabati berasal dari tumbuhan
 2. Pangan fungsional hewani berasal dari hewan
- b. Pangan fungsional menurut pengolahannya:
 1. Pangan fungsional alami: diperoleh dari alam dan dapat langsung dikonsumsi tanpa harus melalui proses pengolahan.
 2. Pangan fungsional tradisional: pangan yang dapat dikonsumsi setelah melalui proses yang dilakukan secara turun-temurun dari generasi ke generasi. Misalnya: Tempe, tauco, brem, jamu, gudeg Jogja, tape dan lainnya.
 3. Pangan fungsional modern: pangan yang dikonsumsi setelah mengalami proses dan perlakuan tertentu, dibuat dengan resep khusus atau baru yang menyebabkan pangan tersebut lebih bergizi. Misalnya: jus yang telah diperkaya dengan vitamin C, beras yang telah diperkuat dengan penambahan mineral, susu segar yang diperkaya dengan penambahan vitamin dan yoghurt yang ditambahkan kultur *Acidophilus* yang dikultur dan lain sebagainya.

Sementara itu, Astawan (2011) telah menyebutkan bahwa makanan hasil fermentasi tradisional seperti, tempe, tahu dan tauco dimasukkan ke dalam golongan makanan fungsional tradisional. Berdasarkan pengertian, Hilman (2018) menyebutkan bahwa Pangan Fungsional (PF) adalah pangan memberikan zat-zat yang diperlukan tubuh, memberikan perlindungan dan mencegah

beberapa penyakit tertentu. Pangan fungsional dapat berupa makanan dan minuman sebagaimana wujud pangan tersebut di alam atau dengan kata lain tidak banyak perubahan yang terjadi (bukan dalam bentuk serbuk, tablet dan kapsul).

Jatraningrum (2012) menyatakan bahwa produk fungsional merupakan irisan antara industri farmasi dan pangan. Jenis pangan ini mempunyai efek yang positif pada kesehatan, penampilan (jasmani dan rohani) dan mempunyai kandungan gizi yang diperlukan. Menurutnya pula terdapat 10 hal yang dipertimbangkan konsumen pada pangan fungsional ini, yaitu:

1. Makanan yang dapat mengendalikan diet seperti, makanan rendah kalori, makanan rendah lemak dan makanan high protein.
2. Makanan yang bermanfaat bagi organ dan mental seperti, omega-3.
3. Makanan ringan yang sehat seperti buah dan kacang-kacangan.
4. Buah-buahan sebagai makanan fungsional
5. Makanan yang baik untuk pencernaan seperti, yoghurt, sereal.
6. Makanan balita seperti, makanan yang dibuat secara *homemade*
7. Makanan yang diolah dan diproses mengikuti cara orang Jepang dalam menyediakan dan mengonsumsi makanan.
8. Mempraktekkan *inner beauty*.
9. Memilih makanan yang alami (*back to nature*).
10. Memilih makanan yang sehat namun ekonomis.

Potensi pasar Pangan Fungsional sangat besar, baik di dalam negeri maupun permintaan ekspor. Tren untuk mengonsumsi makanan sehat merupakan salah satu pemicu utama dari permintaan Pangan Fungsional yang semakin meningkat. Kebutuhan pangan yang lebih sehat dari konsumen cenderung lebih bervariasi, mempunyai keunikan, dan semakin sulit untuk dipenuhi. Sehingga diperlukan inovasi dalam industri untuk memenuhi permintaan konsumen. Permintaan konsumen ini seiring dengan pengetahuan, keperluan, pemilihan dan tujuan kesehatan dari konsumen (Ghosh *et al.*, 2013).

cookies ini juga menunjukkan keunikan dan kekhasan yang tersendiri. Saat pelanggan memasuki toko kue ini biasanya disambut dengan aroma coklat yang kuat 2) *Gourmet Burger* seperti *Woodfire Burger* yang menyajikan burger dengan ukuran besar, dengan lapisan *smoke beef* yang lezat beraroma asap yang menyelerakan. Walaupun tampilan burger ini cukup mewah dan unik, tetapi harganya cukup terjangkau (Rahayu, 2021).

Sementara itu penelitian Roslana (2017) menyebutkan bahwa masyarakat Jepang mengenal *boom gourmet*. Istilah ini merujuk kepada suatu fenomena di mana pandangan masyarakat Jepang telah bergeser. Makanan bukan hanya menghilangkan rasa lapar tetapi juga pelengkap gaya hidup. Mereka mulai mempertimbangkan makanan dengan memilih makanan yang lezat dan makanan yang diinginkan saja. Hal ini menjadi titik perubahan mereka dalam hal makanan yang disajikan baik di rumah, di sekolah dan tempat kerja juga dalam industri makanan. Sehingga bangsa Jepang sangat mempertimbangkan rasa, penyajian, khasiat makanan hingga peralatan makan yang digunakan.

8.4 Produk Pangan Halal

Asal kata halal berasal dari Bahasa Arab yang berarti “diperbolehkan”. Makna secara luasnya adalah bahan makanan yang boleh dimakan oleh umat muslim atau umat yang beragama Islam. Kata *Tayyib* juga biasanya ikut serta setelah kata “halal”. Sehingga biasanya diucapkan atau dituliskan menjadi *Hallalan Tayyiban* atau dengan kata lain, halal dan baik. Kata *Tayyib* merujuk kepada semua makanan atau pangan yang baik untuk dikonsumsi, bermanfaat bagi tubuh dan tidak menimbulkan kemudharatan.

Produk halal merupakan hasil dari kesadaran umat muslim terhadap segala sesuatu yang dikonsumsi dan digunakan. Walaupun awalnya dunia Barat mengidentifikasikan halal hanya kepada makanan dan minuman dan pedoman diet (Elseidi, 2018). Sementara, Wilson dan Liu (2011) menyatakan bahwa halal itu mencakup sistem kepercayaan, moral, kode etik, sikap etis yang tercermin dalam kehidupan sehari-hari. Sertifikasi halal sendiri sudah diperkenalkan di Indonesia sejak 2005. Kehalalan yang dimaksud adalah untuk produk pangan, obat-obatan dan kosmetik.

Salah satu persyaratan tentang kehalalan ini adalah logo (Hanafi & Sobirin, 2002).

Panduan umum dalam tentang makanan halal sudah dijelaskan dalam Al Qur'an, sementara yang belum jelas jatuh kepada subhat (meragukan). Halal dan haramnya makanan merujuk kepada tingkah laku, perbuatan, pakaian, cara mendapatkan harta dan lain sebagainya. Sementara sertifikat halal merupakan salah satu proses untuk mendapatkan sertifikat halal melalui beberapa tahap yang membuktikan bahwa perusahaan tersebut sudah memenuhi persyaratan untuk mendapatkan fatwa tertulis oleh majelis ulama melalui keputusan sidang komisi fatwa setelah dilakukan audit oleh lembaga pemeriksa halal yang diakui oleh pemerintah.



Gambar 8.2 : Pangan dan Logo Halal
(Sumber: Rummi, 2022)

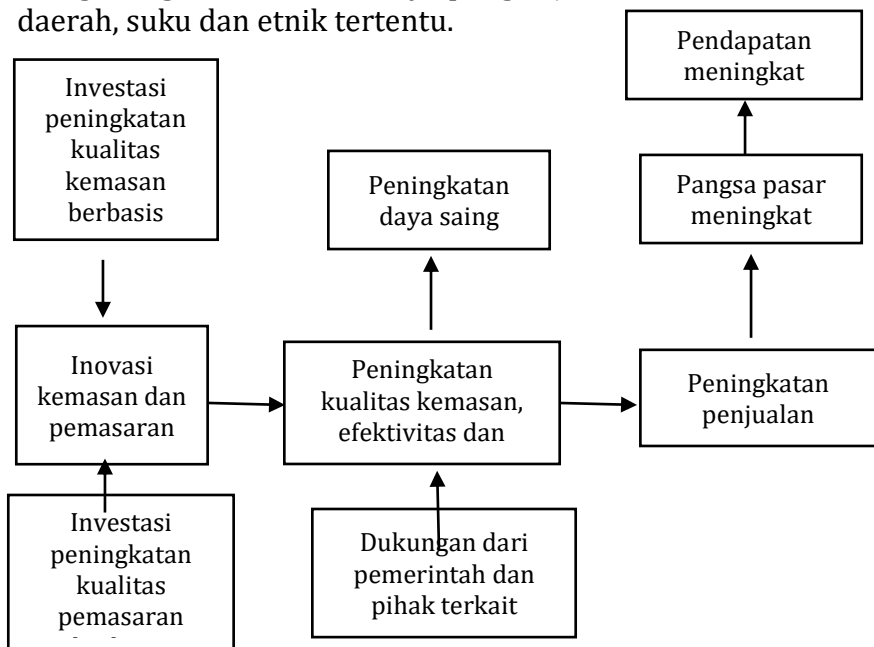
Terkait dengan kehalalan yang berasal dari mikrobial, perlu diperhatikan hal-hal berikut ini menurut Hidayat, dkk., (2020), yaitu:

- a. Bahan tidak berasal dari babi atau turunannya.
- b. Bahan tidak mengandung khamr (minuman beralkohol) atau turunannya.
- c. Bahan tidak mengandung darah, bangkai dan bagian dari tubuh manusia.
- d. Bahan tidak dihasilkan dari fasilitas produksi yang digunakan untuk membuat produk yang berasal dari babi atau turunannya.
- e. Bahan tidak bercampur dengan bahan najis atau haram yang dapat berasal dari bahan tambahan, bahan penolong dan fasilitas produksi.

- f. Bahan mempunyai potensi diproduksi bercampur dengan fasilitas yang sama dengan bahan lain dari babi atau turunannya, sehingga harus disertai pernyataan *pork free facility*.
- g. Perusahaan menerapkan pembagian kode bahan atau produk dengan jelas. Mencantumkan bahan yang digunakan, produsen dan juga status kehalalan.

8.5 Produk Pangan Etnik

Menurut Irianto dan Giatmi (2021), produk pangan ini mengusung tema etnik, artinya pangan jenis ini menawarkan selera daerah, suku dan etnik tertentu.



Gambar 8.3 : Model Strategi Pengembangan UMKM Industri Makanan Khas Daerah (Sumber: Egim & Nenengsih, 2019)

Hasil penelitian Egim dan Nenengsih (2019) di atas menunjukkan bahwa perkembangan pangan etnik atau daerah ini sangat bergantung pada beberapa pihak. Pada umumnya keberadaan pangan etnik ini terbatas, diproduksi di daerah asalnya saja. Namun dengan adanya perkembangan teknologi maka, pangan etnik ini sudah mengalami kemajuan. Salah satunya adalah

mempunyai daya tahan yang lebih lama. Sehingga memungkinkan untuk dibawa dalam perjalanan yang cukup lama dan jauh.

Contohnya, gudeg Jogja sekarang ini sudah diproduksi secara pengalengan, dodol Garut dengan pengemasan kotak, rendang Padang lebih awet setelah menggunakan pengemasan vakum, hal yang sama pada empek-empek Palembang dan beberapa produk pangan etnik lainnya.



Gambar 8.4 : Gudeg Jogja, Pangan Etnik Khas Yogyakarta
(Sumber: Anon, 2020a)

Ada pengaruh yang positif antara perkembangan pangan etnik dengan penggunaan pengemasan dan pemasaran yang lebih inovatif dan berteknologi. Hal ini sesuai dengan penelitiannya yang dilakukan pada keripik balado, khas Padang, Sumatera Barat.

Pangan etnik lainnya yang berasal dari negara lain adalah Hokka-Hokka Bento, yang berasal dari Korea; Pizza dan pasta yang berasal dari Italia; nasi kebuli yang berasal dari Arab; Tortilla dari Meksiko; donat, ayam goreng, steak dari Amerika, Tom-Yum dari Thailand.

8.6 Perubahan Dimensi Produk

Perubahan dalam hal ukuran produk menjadi satu penting dalam hal ini. Penyajian produk dengan perbedaan dalam hal ukuran menjadi salah satu ciri dan pembeda antara produk satu dengan produk lainnya. Selain karena menyiasati kalori yang masih ke dalam tubuh konsumen, langkah ini sangat berkaitan dengan pangurangan biaya produksi. Terutama saat semua harga bahan yang digunakan untuk memproduksi produk itu mengalami kenaikan harga. Alasan lain dalam pengecilan ukuran ini adalah,

seringkali produk yang dikonsumsi oleh orang dewasa mulai disukai oleh kalangan kanak-kanak. Sehingga dengan memproduksi produk dengan ukuran lebih kecil, dapat dikonsumsi anak-anak tanpa harus khawatir tidak habis karena ukurannya besar dan harga yang mahal.

Contoh: Produsen roti unyil di Bogor, menyiasati produksinya dengan ukuran 'unyil' atau kecil-kecil. Sehingga produk tersebut dapat diperoleh dalam jumlah yang lebih banyak berbanding produk yang berukuran besar, walaupun harganya sama. Ukuran yang kecil ini dengan mudah dikonsumsi oleh anak-anak dan orang dewasa dapat mengonsumsinya dengan lebih banyak pilihan varian rasa.



Gambar 8.5 : Roti Unyil, Hasil Produk Perubahan Dimensi
(Sumber: Anon, 2020b)

Produsen donat, sekarang ini mulai beralih dengan membuat donat tanpa lubang dan ukurannya pun lebih kecil. Produk-produk kue-kue basah sudah beralih rupa sebagaimana penataan cake-cake modern, seperti klepon yang disusun seperti cake dengan taburan kelapa, kue lapis yang juga ditata secara lebih modern dan beberapa kue-kue tradisional yang juga beralih rupa menjadi lebih menarik.

8.7 Nanoteknologi

Nanoteknologi didefinisikan sebagai menciptakan suatu produk dengan cara merubah karakteristiknya atau memanipulasi bahan biologi dan mikrobiologi yang berukuran lebih kecil dari 100 nanometer. Kelebihan nanoteknologi adalah mempermudah pengantaran senyawa bioaktif, melindungi antioksidan dari kerusakan karena bahan bioaktif yang berukuran nano ini akan

meningkatkan *bioavailability* bahan aktif. Mengendalikan pelepasan bahan aktif dan melindungi dari reaksi kimia serta mengenkapsulasi. Ketika produk yang dihasilkan dalam ukuran nano maka luas permukaannya semakin besar. Sehingga daya larut, penyerapan dan ketersediaan biologis (*bioavailability*) senyawa aktif serta pelepasannya dapat dikontrol (Sekhon, 2010). Menurut Perez-Estevé *et al.*, (2013) produk dengan ukuran nano menghasilkan sifat fisikokimia yang baru, seperti warna yang berbeda, dibandingkan dengan material sebelumnya. Adanya perubahan ini dapat menghasilkan aplikasi dan produk inovatif karena terjadi penghematan bahan mentah, cepat dan efisiensi serta akurat dan lebih tepat.

Contohnya dalam pengolahan bahan pangan baik minuman dan makanan yang di dalamnya terjadi proses emulsi. Nanoemulsi dengan menggunakan *microfluidation*, tekanan tinggi dalam proses homogenisasi. Maka air, minyak dan pengemulsi akan menyatu dan terhasil produk yang lebih homogeny dan berukuran lebih kecil.

Nanoteknologi dapat diaplikasikan pada bahan pangan segar, pengawetan pangan dan fungsional bahan pangan. Adanya penggunaan nanoteknologi dalam bahan pangan segar dapat mempertahankan kualitas secara kimia dan fisik bahan pangan (Hoerudin & Irawan, 2015). *Edible coating* diaplikasikan pada bahan pangan berupa buah-buahan. Perlakuannya adalah dengan penyemprotan, pembungkusan atau pencelupan. Perlakuan ini sangat efektif bagi terjadinya perpindahan air, gas dan bahan terlarut lainnya.

Nano-restrukturisasi dapat mengubah bahan pangan berlemak tinggi menjadi bahan pangan berlemak rendah tanpa mengurangi dan merubah sensori pada produk tersebut. Hal ini telah diaplikasikan pada es krim (Chaudry & Castle, 2011).



Gambar 8.6 : Produk Pangan Hasil Nanoteknologi
(Sumber: Sinaga, 2020)

Penggunaan lemak kakao pada produk-produk roti juga dapat mengubah kandungan lemaknya tanpa mengubah sensori produk (Yuliani *et al.*, 2012). Sistem penghantar berstruktur nano juga dapat mempertahankan produk yang sensitif terhadap panas, air, oksigen, cahaya dan juga pH pada produk minyak sawit yang berwarna merah karena adanya penambahan Beta Karoten sehingga termasuk bahan pangan fungsional (Yuliasari *et al.*, 2014). Nanoteknologi juga telah digunakan pada kemasan. Menurut Hoerudin & Irawan (2015) ada beberapa resiko tentang penggunaan nanoteknologi dalam kemasan, yaitu: 1) Resiko rendah, artinya bahan kemasan tersebut tidak akan terakumulasi dalam tubuh manusia 2) Resiko sedang, artinya bahan kemasan tersebut mempunyai bahan aktif yang berukuran nano dan dapat menembus saluran pencernaan manusia dan dapat membawa dampak negatif bagi kesehatan 3) Resiko tinggi, bahan kemasan tersebut mempunyai sifat tidak tercerna, tidak terlarut dapat berpotensi menjadi toksik saat terpapar bahan kemasan tersebut.

8.8 Fermentasi

Makanan fermentasi merupakan hasil dari aktivitas mikrobial. Ada berbagai macam bahan pangan yang berasal dari sayuran, buah-buahan, biji-bijian, sereal, daging, ikan dan susu yang dapat diproses menjadi makanan hasil fermentasi. Hasil dari aktivitas mikrobial ini menjadikan produk mempunyai rasa, tekstur, aroma dan warna dan lainnya yang berbeda dengan bahan pangan awalnya.

Salah satu mikrobia yang digunakan adalah *Lactobacillus bulgarus* dan *Streptococcus thermophilus* yang dapat mengubah susu menjadi yoghurt. Minuman yoghurt mempunyai efek yang positif bagi tubuh, karena memberikan kebaikan pada fungsi pencernaan. Bakteri lainnya *Rhizopus* yang dapat mengubah kacang kedelai menjadi tempe yang mempunyai kandungan gizi yang lebih tinggi yaitu menghasilkan vitamin B12 dan senyawa antioksidan yang berperan dalam perbaikan dan pembentukan sel yang lebih sehat.



Gambar 8.7 : Yoghurt, Produk Hasil Fermentasi
(Sumber: Mayasari, 2017)

Makanan hasil fermentasi lainnya adalah kimchi yang diolah dari sayuran sawi dengan bantuan garam memberikan kondisi yang kondusif bagi pertumbuhan mikrobia yang halofilik saja sehingga menyebabkan sawi bertekstur lebih lunak, rasa asin dan asam. Sementara untuk menghasilkan tape, menggunakan bakteri yang amilolitik yang mengubah pati menjadi gula sederhana.

Secara teknologi dan inovasi telah dilakukan penelitian yang menghasilkan tepung fermentasi. Produk ini melalui proses: 1) Pengupasan dan pencucian ubi kayu 2) Pengeringan 3) Perendaman (fermentasi 8-12 jam menggunakan starter Bimo-CF) 4) Penirisan 5) Pengeringan 6) Penepungan dan pengayakan 7) Pengemasan tepung kasava. Inovasi yang terjadi dalam penghasilan tepung kasava adalah perubahan bentuk dan fungsinya. Awalnya hanya masyarakat rendah yang mengonsumsi ubi kayu. Namun setelah ubi kayu diproses menjadi tepung kasava, maka semua golongan konsumen dapat menggunakan dan memanfaatkan tepung kasava ini (Misgiyarta, *et al.*, 2013).

Contoh produk yang dapat dihasilkan dari tepung kasava adalah: berbagai macam *bakery, cookies*. Kelebihan tepung kasava adalah membuat produk yang dihasilkan menjadi lebih renyah. Selain itu, tepung hasil fermentasi ini menghasilkan serat pangan, kalsium tinggi dan tidak mengandung gluten. Sehingga sangat baik dikonsumsi bagi anak-anak berkebutuhan khusus. Untuk menghasilkan tepung yang lebih sesuai untuk memproduksi roti dan mie, dapat dilakukan inovasi dengan diversifikasi, yaitu pencampuran tepung terigu dengan kadar antara 30-50%. Fortifikasi juga dapat dilakukan dengan menambahkan vitamin B1-B12, mineral dan asam folat, sehingga diperoleh tepung yang terpenuhi kandungan gizinya.

Probiotik dan prebiotik merujuk kepada Rahayu, (2004) adalah sebagai berikut: Probiotik yang berasal dari Bahasa Yunani, mempunyai arti *for life*. Berarti senyawa yang dihasilkan oleh satu mikrobial yang dapat menstimulasi pertumbuhan mikrobial yang lain. Kata ini kebalikan dari kata antibiotik, yang bermakna substansi yang dapat membunuh mikrobial lain. Oleh karena itu arti dari probiotik menjadi, organisme atau substansi yang mempunyai kontribusi terhadap keseimbangan mikroflora pada saluran pencernaan. Arti selanjutnya diberikan oleh Fuller (1989) dalam Rahayu (2004), berupa pangan yang mengandung mikrobial hidup dan memberikan efek menguntungkan bagi inangnya. Kemudian diperbaiki lagi oleh Havenaar (1992) dalam Rahayu (2004), probiotik sebagai kultur mikrobial tunggal atau campuran yang dapat diaplikasikan pada makhluk hidup dan memberikan efek positif, terutama pada pencernaan.

Sementara itu, prebiotik menurut Gibson dan Roberfroid (1995) dalam Rahayu (2004), berarti komponen makanan yang sulit dicerna. Seperti karbohidrat rantai pendek yang dapat menstimulasi pertumbuhan bakteri yang bermanfaat yaitu, *bifidobacteria* dan *lactobacilli* di dalam saluran pencernaan. Contoh prebiotik adalah *fruktooligosakarida* dan *inulin*. Simbiotik ini memberikan arti makanan yang mempunyai efek komponen probiotik dan prebiotik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2022a. *Top Trends in Functional Foods to Watch in 2022*. Diakses pada: 28 Juli 2022. <https://biomegagroup.com/top-trends-in-functional-foods-to-watch-in-2022/>
- Anonimous, 2020b. Menu dan Review: Roti Unyil. Diakses: 18 Juli 2022. <http://kulinerfiesta.com/menu-review-roti-unyil-roti-terminal-gambir/>
- Astawan, M., 2011. Makanan Fungsional untuk Kesehatan yang Optimal. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Bravo, V. L., Moretto, A., Caglioano, R., dan Caniato, F., 2019. Innovation for Sustainable Development in the Food Industry: Retro and Forward-Looking Innovation Approaches to Improve Quality and Healthiness. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. Vol. 26 (5): 1049-1062. Diakses: 2 Juli 2022. <https://doi.org/10.1002/csr.1785>
- Bellairs., 2010. Open Innovation Gaining Momentum in The Food Industry. *Cereal Food World* 55:4-6
- Chaudry, Q & Castle, I. 2011. Food Application of Nanotechnologies: An overview of Opportunities and Challenges for Developing Country. *Trend in Food Science & Technology*. Vol. 22 (11):595-603.
- Egim, A. S. & Nenengsih, 2019. Strategi Pengembangan Industri Makanan Daerah di Kota Padang dengan Pengemasan dan Pemasaran Berbasis Teknologi. *Menara Ekonomi*. 3(3):21-34.
- Elseidi, R. I., 2018. Determinant of Halal Purchasing Intentions: Evidence from UK. *Journal of Islamic Marketing*.
- Ghosh, D., Das, S., Bagchi, D., Smarta, R. (Eds). 2013. *Innovation in Healthy and Functional Foods*. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b13022>
- Hanafi, S. M., & Sobirin, A. 2002. Relevansi Ajaran Agama dalam Aktivitas Ekonomi (Studi Komparatif antara Ajaran Islam dan Kapitalisme). *Iqtisad Journal of Islamic Economic*, 3(1): 16-34.

- Hidayat, N., Prabowo, S., Rahmadi, A., Marwati dan Emmawati, A., 2020. *Teknologi Fermentasi*. Penerbit IPB Press. 205 halaman.
- Hilman, A. 2018. *Potensi Pasar Pangan Fungsional di Negara Maju dan Indonesia*. Diakses: 2 Juli 2022. Sumber: <https://isnet.or.id/2018/01/10/potensi-pasar-pangan-fungsional-di-negara-maju-dan-indonesia>
- Hoerudin & Harimurti, N. 2014. Nanoformulation for Enhancing Bioavailability and Biological Activities of Curcumin., in Rostiana, O. (ed) *Proceeding of International Seminar on Spices, Medicinal and Aromatic Plants*, Jakarta
- Hoerudin & Irawan B. 2015. *Prospek Nanoteknologi dalam Membangun Ketahanan Pangan* {Pesandaran et al., (Ed) Memperkuat Kemampuan Swasembada Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 382 halaman. ISBN 978-602-344-085-6.
- Irianto, H. E., & Giyatmi, 2021. *Pengembangan Produk Pangan*. Rajawali Press. PT Raja Grafindo Persada, Depok. 221 halaman.
- Jatraningrum, D. A. 2012. Analisis Tren Penelitian Pangan Fungsional: Kategori bahan Serat Pangan. *J. Teknol. Dan Industri Pangan*. Vol. XXIII (1):64-68. Diakses: 3 Juli 2022. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/article/view/5296/>
- Kaihatu, S. S., 2007. *Tanaman Rempah dan Obat Sumber Pangan Fungsional. Prosiding Seminar Nasional: Akselelarsi Inovasi Teknologi Pertanian Spesifikasi Lokasi Mendukung Ketahanan Pangandi Wilayah Kepulauan*. BPTP Maluku. Pemda Privinsi Maluku. Universitas Pattimura: 554-560.
- Kusumayanti, H., Mahendrajaya, R. T., dan Hanindito, S. B., 2017. Pangan Fungsional dari Tanaman Lokal Indonesia. *Metana* 12(1): 26-30.
- Mayasari, 2017. Manfaat Makanan Fermentasi untuk Tubuh. Diakses: 15 Juli 2022. <https://www.timesindonesia.co.id/read/news/157586/manfaat-makanan-fermentasi-untuk-tubuh>

- Misgiyarti, Mu'arifS., dan Arkeman, Y., 2013. Strategi Teknologi dan Manajemen Inovasi Industri Tepung Kasava Fermentasi. *Jurnal Teknik Industri*. 3(1): 1411-6340. Diakses: 3 Juli 2022. https://scholar.google.co.id/scholar?start=50&q=buku+tentang+inovasi+industri+pangan+pdf&hl=en&as_sdt=0,5&as_vis=1#d=gs_qabs&t=1656835966615&u=%23p%3DhX7avcCSE70J
- Rahayu, 2004. *Makanan Fermentasi dan Probiotik*. Pusat Studi Pangan dan Gizi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. 35 halaman.
- Rahayu, F. D., 2021. *Woodfire Gourmet Burger, Sensasi Makan Burger Ukuran Besar*. Diakses: 20 Juli 2022. <https://pinkpoint.co.id/berita/woodfire-gourmet-burger-sensasi-makan-burger-ukuran-besar/>
- Roslina, L., 2017. Shoku Bunka: Warna Budaya dan Tradisi dalam Makanan Jepang. *Izumi*, Vol. 6(2):1-8.
- Rummi, J., 2022. *Hebat Makanan Halal Indonesia Ranking Dua Dunia*. Diakses: 15 Juli 2022. <https://suarapemerintah.id/2022/04/hebat-makanan-halal-indonesia-ranking-dua-dunia/>
- Prihadyanti, D. & Sari, K., 2020. Proses Inovasi Produk Pangan Fungsional Studi Kasus Perusahaan-Perusahaan Lokal di Indonesia. *Jurnal Manajemen Teknologi*. 19(2): 196-220. Diakses: 2 Juli 2022. <http://dx.doi.org/10.12695/jmt.2020.19.2.6>
- Perez-Estevé, E. Bernados, A., Martínez-Manez, R dan Barat, J. M., 2013. Nanotechnology in The Development of Novel Functional Food on Their Package. An Overview based in Patent Analysis . *Recent Patent on Food, Nutrition & Agriculture*. Vol 5: 35-43.
- Raquel, P. F. Guiné, Elsa, C. D. Ramalhosa, dan Luisa, P. V., 2016. New Food, New Consumers: Innovation in Food Product Development. *Nutrition & Food Science*, Vol. 12, No. 3: 175-189.
- Sekhon, B. S., 2020. Food Nanotechnology-an overview Nanotechnology, *Sci and App*, 3:1-15.
- Harris, R., 1998 dalam Bellairs., 2010. Open Innovation Gaining Momentum in The Food Industry. *Cereal Food World* 55:4-6.

- Sinaga, D., 2020. *Nanoteknologi pada Pangan*. Diakses: 15 Juli 2022. <https://www.cnnindonesia.com/edukasi/20170404181005-445-204937/nanoteknologi-pada-pangan>
- Subroto, M.A., 2008. *Real Food, True Health*. Makanan Sehat untuk Hidup Lebih Sehat. PT. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Yuliani, S., Harimurti, N., Nurjannah, N., dan Herawaru, H. 2012. *Teknologi Nanoemulsi Lemak Kakao (Cocoa butter) sebagai Bahan Spread Kaya antioksidan untuk Roti dan Biskuit*. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekrayan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Yuliasari, S., Fardiaz, D., Andarwulan, N dan Yuliani, S., 2014a. Karakteristik Nanoemulsi Minyak Sawit Merah Diperkaya β -Karoten. *J. Littri*.20 (3):111-121.
- Yuliasari, S., Hamdan, dan Syahril, 2014b. Nanoteknologi untuk Pangan Fungsional Mendukung Diversifikasi Pangan. *Prosiding Seminar Nasional Membangun Pertanian Modern dan Inovatif Berkelanjutan dalam Rangka Mendukung MEA*: 1475-1482.
- Waluyo, E., Yahya, Perdana, A. W., Ma'rifat, T. N., Andriani, R. D. dan Sacarisman, I., 2021. *Inovasi dan Pengembangan Produk Pangan*. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Wilson, J. A. J., & Liu, J. 2011. The Challenges of Islamic Branding: Navigating Emotion and Halal. *Journal of Islamic Marketing*.

BAB 9

KETEKNIKAN PERTANIAN

Oleh Lenni

9.1 Pendahuluan

Awalnya, kurikulum *Agricultural Engineering* diarahkan pada penerapan ilmu keteknikan pada sistem hayati dengan penekanan pada produksi pertanian (Walker, 1931). Ilmu Keteknikan pertanian telah berkembang dari disiplin ilmu pertanian tradisional seperti agronomi ke disiplin ilmu keteknikan seperti teknik mesin (Wibisono, 2017)

Pengembangan lebih lanjut menciptakan kebutuhan untuk aplikasi lebih lanjut. Berasal dari keteknikan pertanian, integrasi ilmu biologi dengan teknik kimia dan teknik mesin menghasilkan teknik biosistem. Oleh karena itu, kajian teknik biosistem umumnya mengarah pada kajian penerapan ilmu rekayasa pada sistem hayati skala makro seperti : produk-produk tumbuhan, hewan dan ekosistemnya. (Wibisono, 2017).

Kurikulum teknik biosistem secara garis besar dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yaitu kelompok dasar ilmu rekayasa dan kelompok sistem hayati. Topik-topik dasar ilmu rekayasa meliputi matematika (kalkulus, persamaan diferensial), fisika (fisika dasar, mekanika, listrik dan elektronika, instrumentasi dan kontrol), kimia (kimia dasar, kimia organik), ilmu komputer (pemrograman, menggambar teknik), biologi, statistika, dan fisika-kimia (termodinamika, pindah panas, pindah massa, pindah momentum). Sementara ini topik yang terkait dengan hayati antara lain: pengukuran pada sistem hayati (kehutanan, perairan), penerapan keseimbangan massa, dan energi pada pertanian dan sistem biologis, analisis teknik sistem biologi, kinetika bioreaktor, teknik dan pengolahan biologis, bioteknologi, teknik biokimia, sifat-sifat teknik dari material biologis dan teknik sumber daya alam (Kaleita dan Raman, 2012).

Secara umum penamaan pada program menjadi *Agricultural and Biosystems Engineering*, sementara ini mencakup

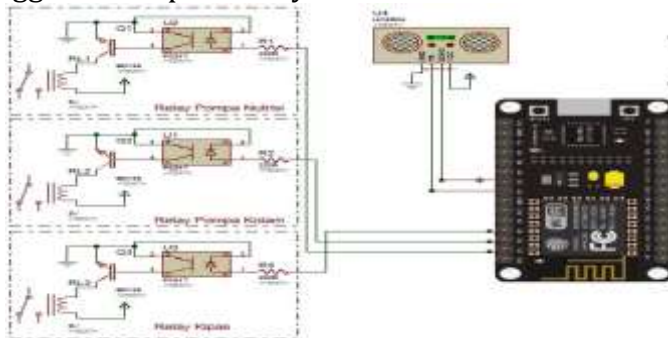
instrumentasi dan kontrol, teknik energi terbarukan dan listrik, teknik mesin dan otomasi, teknik bioinformatika, teknik tanah dan air (teknik sipil pertanian), teknik proses hasil pertanian/pangan, teknik sumberdaya alam pertanian, teknik lingkungan biosistem, teknik biosistem, mekatronika dan robotika.

Teknologi yang digunakan dalam menjadi *Agricultural and Biosystems Engineering* dari proses produksi sampai pasca panen (Penanganan dan pengolahan hasil) sudah menggunakan teknologi elektronika atau sensor, nuklir hingga teknologi mekatronika dan robotika. Jenis teknologi tersebut digunakan baik untuk proses produksi, pemanenan, maupun penanganan atau pengolahan hasil pertanian.

Pada bagian ini akan dibahas tentang desain rangkaian elektronika kontrol berbasis *Programmable Logic Control* (PLC) dan NodeMCU ESP8266, desain software dan desain mekanik hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT).

9.2 Desain rangkaian elektronika kontrol

Pada gambar 9.1 desain listrik untuk membuat rancang bangun sistem kontrol dan monitoring tanaman secara hidroponik NFT menggunakan aplikasi blynk.



Gambar 9.1 : Desain listrik
(Sumber: Lenni, 2022)

9.3 Desain software

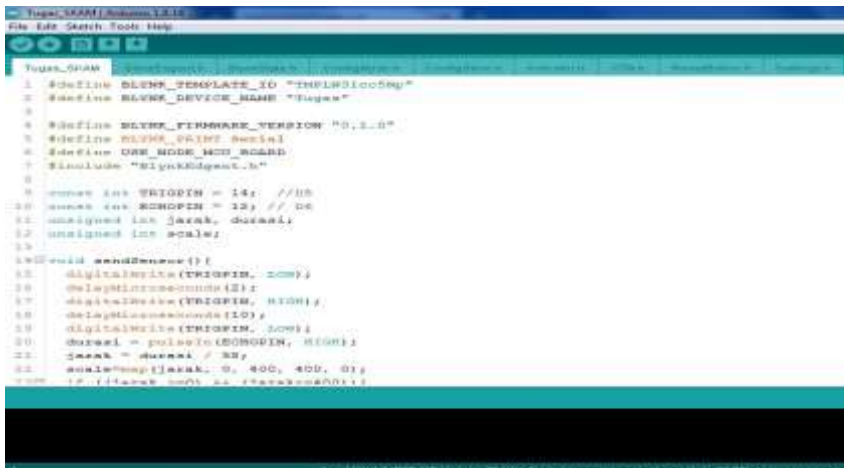
Pada desain *software* dalam pemrograman maka perlu membuat suatu program yaitu menggunakan arduino IDE seperti pada gambar 9.2 di bawah ini.



Gambar 9.2 : Aplikasi arduino IDE

(Sumber: Lenni, 2022)

Software untuk sistem kontrol dan monitoring tanaman berbasis aplikasi blynk ini di program menggunakan Arduino IDE serta beberapa *library* pendukung, diantaranya yaitu *library* blynk yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat dengan *server IoT* yang di sediakan oleh blynk itu sendiri.



Gambar 9.3 : Arduino IDE sebagai pemrograman

(Sumber: Lenni, 2022)

Gambar 9.4 di bawah ini menunjukkan kode awal inisialisasi blynk agar dapat dihubungkan ke NodeMCU ESP8266.

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLN31cc5Np"
#define BLYNK_DEVICE_NAME "Tugas"

#define BLYNK_FIRMWARE_VERSION "0.1.0"
#define BLYNK_PRINT Serial
#define USE_NODE_MCU_BOARD
#include "BlynkEdgent.h"

const int TRIGPIN = 14; //D5
const int ECHOPIN = 12; // D6
unsigned int jarak, durasi;
unsigned int scale;
```

Gambar 9.4 : Kode inisialisasi blynk
(Sumber: Lenni, 2022)

Gambar 9.5 di bawah ini menunjukkan bagian *void* sensor dari program yang akan mengatur jarak dan waktu yang di perlukan.

```
void sendSensor(){
    digitalWrite(TRIGPIN, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(TRIGPIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIGPIN, LOW);
    durasi = pulseIn(ECHOPIN, HIGH);
    jarak = durasi / 58;
    scale=map(jarak, 0, 400, 400, 0);
```

Gambar 9.5 : Kode inisialisasi untuk sensor
(Sumber: Lenni, 2022)

Pada gambar 9.6 di bawah ini bagian *void setup* dari program menunjukkan serial pada blynk untuk mengkoneksi aplikasi blynk ke NodeMCU ESP8266 dan *output* seperti pompa dan kipas.

```

void setup()
{
  pinMode(D1, OUTPUT);    //Pompa Nutrisi
  pinMode(D2, OUTPUT);    //Pompa Kolam
  pinMode(D3, OUTPUT);    //Motor Kipas
  digitalWrite(D4,HIGH);
  digitalWrite(D7,HIGH);
  digitalWrite(D8,HIGH);
  pinMode(ECHOPIN, INPUT);
  pinMode(TRIGPIN, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  BlynkEdgent.begin();
  delay(2000);
  timer.setInterval(1000L, sendSensor);
}

```

Gambar 9.6 : Void setup program NodeMCU ESP8266
(Sumber: Lenni, 2022)

Pada bagian *void loop* dari program ditunjukkan oleh Gambar 9.7 di bawah ini dengan *library* blynk, bagian *void loop* dapat dibuat dengan perintah, *blynk.Run* untuk menjalankan rutin.

```

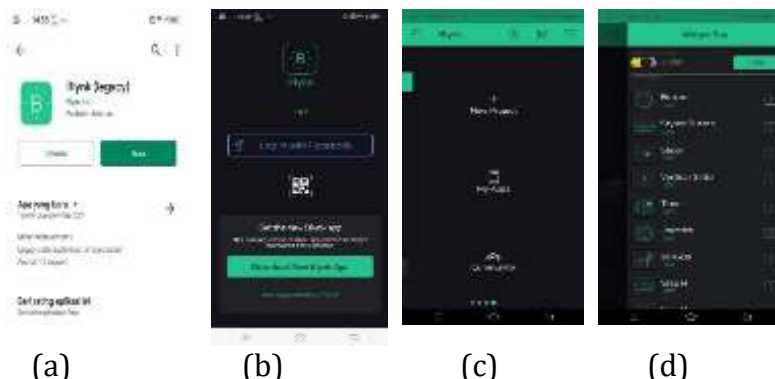
void loop()
{
  BlynkEdgent.run();
  timer.run();
  Blynk.syncVirtual(V0);
  Blynk.syncVirtual(V1);
  Blynk.syncVirtual(V2);
}

```

Gambar 9.7 : Program perintah blynk
(Sumber: Lenni, 2022)

Rancangan Antarmuka

Sebagian antarmuka dari sistem ini, digunakan aplikasi *klien Blynk App* yang dapat digunakan di *smartphone* berbasis *Android* dan *IOS*. Aplikasi ini dapat menjadikan penghubung antara pengguna dengan perangkat yang akan dikontrol. Dengan menggunakan aplikasi ini, pengguna dapat mengontrol. Langkah pertama *download* terlebih dahulu di aplikasi *playstore*.

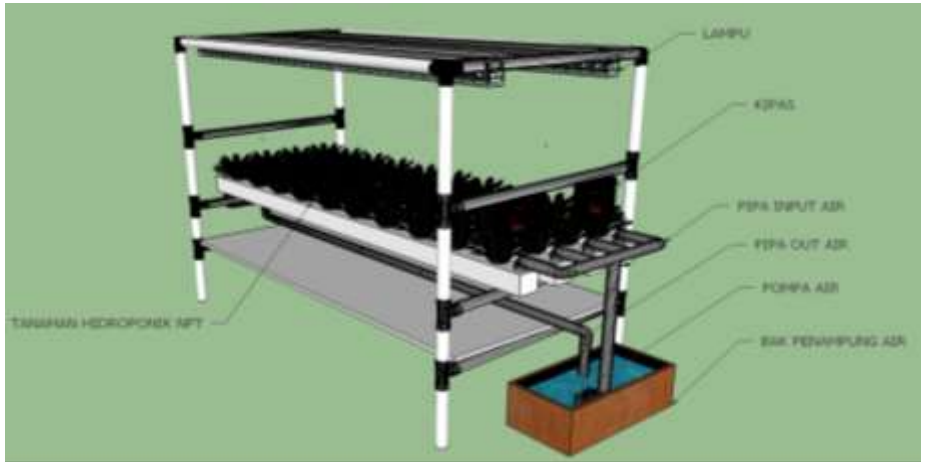


Gambar 9.8 : (a)Download aplikasi blynk, (b) Halaman awal blynk, (c) Menu utama blynk, (d) Menu *widget box*
(Sumber: Lenni, 2022)

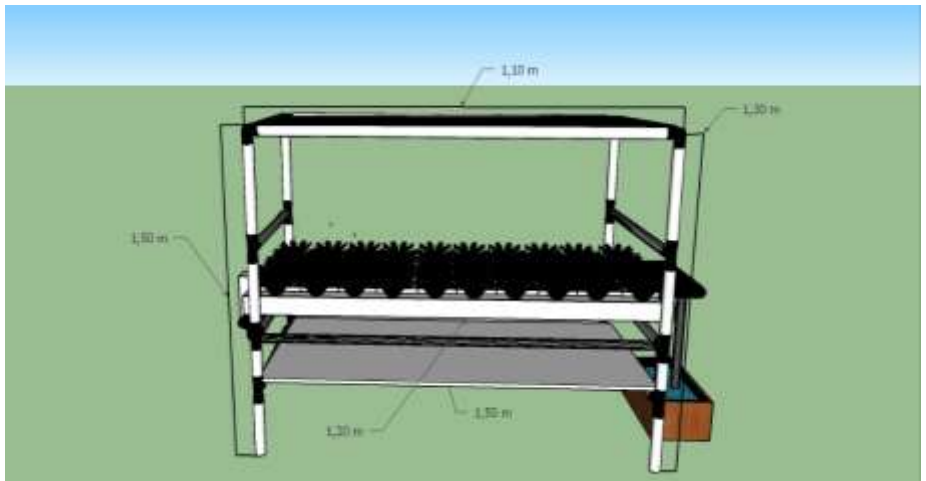
Kemudian melakukan *sign in* atau *log in* dengan akun yang ada, seperti pada Gambar (b). Setelah melakukan *log in*, pengguna dapat langsung melakukan perancangan antarmuka dengan memilih menu *New Project*, seperti yang ditunjukkan pada gambar (c) dan berikan nama pada *project* yang akan dibuat. Pada gambar (d) buatlah simbol pada bagian *Widget Box* untuk memperoleh sebuah *icon* untuk menjalankan sistem pada aplikasi blynk. Setelah itu pengguna dapat membuat rancangan antarmuka dengan memanfaatkan *widget* antarmuka yang ada.

9.4 Desain mekanik hidroponik NFT

Dalam merancang sistem kontrol dan monitoring tanaman hidroponik ini alat dikontrol dengan nodeMCU ESP8266 dan PLC sebagai otak pada sistem alat ini. Pada sistem hidroponik NFT ini terdapat beberapa bagian *hardware* seperti relay yang berfungsi menjalankan beberapa komponen yaitu, relay pompa nutrisi yang nantinya akan menjalankan pompa untuk mengalirkan nutrisi, lalu ada relay pompa kolam yang berfungsi untuk menjalankan pompa kolam, lalu ada relay kipas yang berfungsi untuk menjalankan kipas. Adapun sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai pembaca ketinggian permukaan air.



Gambar 9.9: Desain mekanik hidroponik NFT
(Sumber: Lenni, 2022)

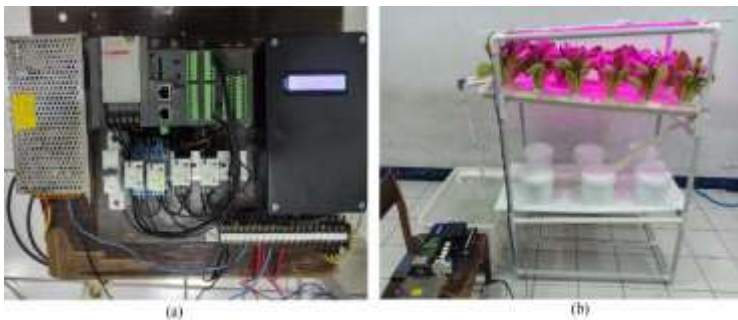


Gambar 9.10: Ukuran tinggi dan panjang
(Sumber: Lenni, 2022)



Gambar 9.11 : Ukuran Lebar
(Sumber: Lenni, 2022)

Pada gambar 9.10 dan 9.11 ukuran panjang dari instalasi hidroponik NFT ini adalah 110 cm, untuk lebar yaitu 70 cm dan untuk tinggi adalah 150 cm. Sedangkan untuk panjang dari talang tanaman hidroponik NFT yaitu 120 cm, untuk ukuran bak larutan nutrisi yaitu panjang 70 cm dan tinggi 50 cm.



Gambar 9.12 : Rancang bangun sistem kontrol dan monitoring tanaman secara hidroponik NFT menggunakan aplikasi blynk berbasis PLC dan NodeMCU ESP8266
(Sumber: Lenni, 2022)



Gambar 9.13: Kontrol lampu dan kipas dengan aplikasi blynk
(Sumber: Lenni, 2022)

Pada gambar 9.13 kontrol untuk menghidupkan (*ON*) dan mematikan (*OFF*) lampu dan kipas menggunakan aplikasi blynk. Jika kipas menyala maka pada aplikasi blynk menyala hijau dan bertuliskan *RUN*. Dan untuk mematikan dengan menekan kembali pada tombol *Run* pada kipas. Pada kontrol ini digunakan untuk menyesuaikan suhu pada tanaman hidroponik jika suhu *overload* (panas melebihi suhu yang di butuhkan oleh tanaman).

DAFTAR PUSTAKA

- Kaleita, A.L. and Raman, D.R. 2012. A rose by any other name: An analysis of agricultural and biological engineering undergraduate curricula. Transactions of the ASABE 55(6), 2371-2378
- Walker, H.B. 1931. Agricultural engineering educational standards. Agricultural Engineering 12(9), 345-347.
- Wibisono, Y. 2017. Biomaterial dan bioproduk Universitas Brawijaya Press Malang.

BAB 10

PENGELOLAAN DAN PENGENDALIAN HAMA PENYAKIT PASCA PANEN

Oleh Sutiharni

10.1 Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian

Panen merupakan pekerjaan akhir dari budidaya tanaman (bercocok tanam), tapi merupakan awal dari pekerjaan pasca panen, yaitu melakukan persiapan untuk penyimpanan dan pemasaran. Komoditas yang dipanen tersebut selanjutnya akan melalui jalur-jalur tataniaga, sampai berada di tangan konsumen. Panjang-pendeknya jalur tataniaga tersebut menentukan tindakan panen dan pasca panen yang bagaimana yang sebaiknya dilakukan. Istilah pasca panen diartikan sebagai berbagai tindakan atau perlakuan yang diberikan pada hasil pertanian setelah panen sampai komoditas berada di tangan konsumen (Winarno, 1981)

Istilah tersebut secara keilmuan lebih tepat disebut Pasca produksi (*Postproduction*) yang dapat dibagi dalam dua bagian atau tahapan, yaitu pasca panen (*postharvest*) dan pengolahan (*processing*). Penanganan pasca panen (*postharvest*) 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 (Kader, 1992). Melakukan penanganan panen yang baik, yaitu menekan kerusakan yang dapat terjadi. Dalam suatu usaha pertanian (bisnis) cara-cara panen yang dipilih perlu diperhitungkan, disesuaikan dengan kecepatan atau waktu yang diperlukan (sesingkat mungkin) dan dengan biaya yang rendah.

Menurut Tino (2007), penanganan pasca panen bertujuan agar hasil tanaman tersebut dalam kondisi baik dan sesuai untuk dapat segera dikonsumsi atau untuk bahan baku pengolahan. Prosedur dari penanganan pasca panen berbeda untuk berbagai bidang kajian antara lain:

1. Penanganan pasca panen pada komoditas perkebunan yang ditanam dalam skala luas seperti kopi, teh, tembakau dll., sering disebut pengolahan primer, bertujuan menyiapkan hasil tanaman untuk industri pengolahan, perlakuannya bisa berupa pelayuan, penjemuran, pengupasan, pencucian, fermentasi dll.
2. Penanganan pasca panen pada produksi benih bertujuan mendapatkan benih yang baik dan mempertahankan daya kecambah benih dan vigornya sampai waktu penanaman. Teknologi benih meliputi pemilihan buah, pengambilan biji, pembersihan, penjemuran, sortasi, pengemasan, penyimpanan, dll.
3. Penanganan pasca panen pada komoditas tanaman pangan yang berupa biji-bijian (cereal/grains), ubi-ubian dan kacang yang umumnya dapat tahan agak lama disimpan, bertujuan mempertahankan komoditas yang telah dipanen dalam kondisi baik serta layak dan tetap enak dikonsumsi. Penanganannya dapat berupa pemipilan/perontokan, pengupasan, pembersihan, pengeringan (curing/drying), pengemasan, penyimpanan, pencegahan serangan hama dan penyakit, dll.
4. Penanganan pasca panen hasil hortikultura yang umumnya dikonsumsi segar dan mudah “rusak” (perishable), bertujuan 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 (greening), terlalu matang, dll. Perlakuan dapat berupa: pembersihan, pencucian, pengikatan, curing, sortasi, grading, pengemasan, penyimpanan dingin, pelilinan, dll.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada penanganan panen

1. Lakukan persiapan panen dengan baik . Siapkan alat-alat yang dibutuhkan, tempat penampungan hasil dan wadah-wadah panen, serta pemanen yang terampil dan tidak ceroboh

2. Pada pemanenan, hindari kerusakan mekanis dengan melakukan panen secara hati-hati. Panen sebaiknya dilakukan dengan tangan atau menggunakan alat bantu yang sesuai. Misal tomat dan cabai dipetik dengan tangan, bawang merah dicabut dan pada kentang, tanah di sekitar tanaman dibongkar dengan menggunakan cangkul atau kored dan umbi di keluarkan dari dalam tanah. Hindari kerusakan/luka pada umbi saat pembongkaran tanah.
3. Memperhatikan bagian tanaman yang dipanen.
4. Gunakan tempat / wadah panen yang sesuai dan bersih, tidak meletakkan hasil panen di atas tanah atau di lantai dan usahakan tidak menumpuk hasil panen terlalu tinggi.
5. Hindari tindakan kasar pada pewadahan dan usahakan tidak terlalu banyak melakukan pemindahan wadah. Pada tomat, hindari memar atau lecet dari buah karena terjatuh, terjadi gesekan atau tekanan antar buah atau antar buah dengan wadah. Meletakkan buah dengan hati-hati, tidak dengan cara dilempar-lempar.
6. Sedapat mungkin pada waktu panen pisahkan buah atau umbi yang baik dari buah atau umbi yang luka, memar atau yang kena penyakit atau hama, agar kerusakan tersebut tidak menulari buah atau umbi yang sehat

Keuntungan melakukan penanganan pasca panen yang baik:

1. Jumlah pangan yang dapat dikonsumsi lebih banyak
2. Lebih murah melakukan penanganan pasca panen (misal dengan penanganan yang hati-hati, pengemasan) dibanding peningkatan produksi yang membutuhkan input tambahan (misal pestisida, pupuk, dll).
3. Risiko kegagalan lebih kecil. Input yang diberikan pada peningkatan produksi bila gagal bisa berarti gagal panen. Pada penanganan pasca panen, bila gagal umumnya tidak menambah "kehilangan".
4. Menghemat energi. Energi yang digunakan untuk memproduksi hasil yang kemudian "hilang" dapat dihemat.
5. Waktu yang diperlukan lebih singkat (pengaruh perlakuan untuk peningkatan produksi baru terlihat 1 – 3 bulan

kemudian, yaitu saat panen; pengaruh penanganan pasca panen dapat terlihat 1 – 7 hari setelah perlakuan)

10.2 Definisi dan Perkembangan Hama dan Penyakit Tanaman

10.2.1 Definisi dan Pengertian Hama dan Penyakit Tanaman

Pengertian hama diberbagai bidang ilmu pengetahuan didefinisikan tergantung dari sudut pandang dari bidang ilmunya. Untuk itu pada tulisan ini diuraikan pengertian hama menurut para ahli: (1). Nur Fariqah (2006), hama adalah sebagai binatang perusak tanaman hutan yang menimbulkan kerusakan, sehingga dapat menyebabkan tingkat kerugian yang melampaui batas toleransi (ekonomi) 2). Hadiastono.(2006), hama adalah semua jenis penyebab kerusakan baik tumbuhan maupun hewan merusak tanaman pertanian, dan jika ditinjau dari segi kepentingan manusia, secara ekonomis merugikan karena dapat menurunkan produksi tanaman baik secara kualitas maupun kuantitas; 3). Pracaya (2008), hama merupakan binatang perusak tanaman yang berguna untuk masyarakat; 4). Flint dan Vande Bosch (1981) *dalam* Purnomo (2010), hama adalah seluruh organisme yang sifatnya mampu mengurangi ketersediaan, kualitas, ataupun nilai sumberdaya yang dimiliki oleh manusia; 5). Janis dan Dewi (2011), hama adalah pengganggu tanaman yang kasat mata seperti keong, kutu dan ulat; 6). Andriansyah (2013), hama adalah semua organisme atau agensia biotik (serangga, vertebrata, tungau, bakteri, virus, cendawan, cacing/nematoda, dan tumbuhan atau gulma) yang merusak tanaman atau hasil tanaman dengan cara-cara yang bertentangan dengan kepentingan manusia; 7). Mary dan Robert (1990) *dalam* Sukri dan Rahmad (2016), hama merupakan makhluk hidup yang bersaing dengan manusia dengan cara mengurangi ketersediaan kualitas atau jumlah beberapa sumberdaya manusia berupa tumbuhan atau hewan peliharaan; 8). Araz dan Naramsir (2016), hama adalah hewan (serangga) yang bersifat sebagai pengganggu atau perusak baik secara ekonomis maupun secara estetis; 9). Djojosumarto (2008) *dalam* Nurhidayati *et al.*, (2020), hama sebagai makhluk hidup yang bersifat mengganggu tanaman berupa hewan yang keberadaannya dapat

dilihat dengan mata telanjang; 10). Cheppyi *et al* (2021), hama adalah salah satu organisme pengganggu tanaman (OPT) yang karena aktifitasnya dapat dapat merusak tanaman dan menyebabkan kerugian pada tanaman; 11). Faozan (2021), hama tanaman memiliki kemampuan merusak, adanya hama tersebut tak hanya mengganggu pertumbuhan tanaman, tetapi juga dapat mematikan tumbuhan hingga berdampak pada gagal panen; 12). Esti, Rizal, dan Marmaini (2021), hama adalah hewan yang merusak secara langsung pada tanaman dan kerusakan tersebut menyebabkan kerugian ekonomi karena dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produksi tanaman, terdapat beberapa jenis, diantaranya adalah insekta (serangga), molusca (bekicot, keong), rodenta (tikus), mamalia (babi), nematoda, dll.

Penyakit tanaman adalah kelainan struktural dan kerusakan fisiologis secara terus-menerus yang disebabkan oleh makhluk hidup. Ilmu penyakit tanaman juga didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman, mekanisme terjadinya penyakit, interaksi antara agen penyebab dan tanaman (efek pada pertumbuhan tanaman, hasil, dan kualitas). Penyakit tanaman adalah setiap penyimpangan dari keadaan sehat tanaman yang dinyatakan dengan gejala yang nyata, penyakit dan kelainan terjadi pada pucuk, daun, bunga, buah, batang, dan akar.

Tanaman dianggap sehat apabila pertumbuhannya normal dan menghasilkan hasil yang baik, tetapi dianggap sakit jika menunjukkan kelainan pada salah satu bagiannya atau seluruh tumbuhan itu sendiri. Tanaman yang sakit akan menghasilkan hasil yang buruk dari segi kuantitas dan kualitas. Kerugian dapat terjadi mulai dari pembibitan hingga pemanenan serta penyimpanan (Aini *et al.* 2005). Studi tentang penyakit tanaman menjadi penting karena menyebabkan kerugian pada tanaman serta hasil tanaman. Berbagai kerugian di lapangan sampai di penyimpanan dari hasil tanaman. Kerugian dapat secara material sehingga memerlukan pengawasan secara langsung. Penyakit tanaman mempengaruhi penderitaan yang tak terhitung dari jutaan orang di seluruh dunia karena kehilangan hasil tahunan sebesar 14% secara global dengan perkiraan kerugian ekonomi sebesar 220 miliar dolar AS. Terdapat bukti fosil yang menunjukkan bahwa tanaman dipengaruhi oleh

penyakit yang berbeda sekitar 250 juta tahun yang lalu. Penyakit tanaman dikaitkan dengan banyak peristiwa penting dalam sejarah manusia bumi. Kehilangan panen karena penyakit tanaman diperkirakan sekitar 30% sampai dengan 50%. Tanaman yang dibudidayakan seringkali rentan terhadap penyakit daripada tanaman liar yang masih erat kekerabatannya.

10.2.2 Perkembangan Hama dan Penyakit Tanaman.

Perkembangan hama dan penyakit tanaman dapat terjadi apabila faktor-faktor penunjang sangat membantu bagi kehidupannya. Perkembangan hama dan penyakit ditentukan oleh tiga faktor penentu, antara lain adalah:

1. Lingkungan Fisik : (a). suhu, (b). kelembaban, (c). Intensitas cahaya.
2. Tanaman Inang: (a). kesesuaian tanaman, makanan, tempat tinggal, dsb, (b). populasi tanaman inang yang cukup banyak dan memadai
3. Virulensi Hama dan Penyakit: (a). daya adaptasi terhadap lingkungan atau substrat yang tinggi, (b). daya berkembangbiak yang cepat, (c). daya serang dan kemampuan makan yang tinggi.

Perkembangan hama dan penyakit tanaman terjadi apabila faktor-faktor penunjang sangat menguntungkan dan membantu bagi kehidupan hama maupun penyakit. Ketiga faktor tersebut di atas mempunyai peranan penting sehubungan dengan laju perkembangannya (r), bila tanaman rentan lingkungan favourable, hama dan/atau penyakit agresif.

Secara fisiologis lingkungan dapat berpengaruh secara langsung, atau dapat pula secara tidak langsung. Faktor lingkungan dapat berintegrasi dengan faktor-faktor yang lain. Usaha pengendalian yang paling baik adalah dengan menormalkan kembali keadaan lingkungan pada situasi pertanaman yang sebenarnya, cara ini disebut pula sebagai pengendalian secara alami (natural control). Metode ini dapat dilakukan dengan berbagai macam cara sebagai anjuran diantaranya adalah; pengaturan jarak tanam, pengaturan naungan, pengairan, pemupukan berimbang, pengaturan penggunaan pestisida secara

bijaksana. Hama membutuhkan nutrisi yang spesifik, dan dibutuhkan untuk kesatbilan dan perkembangan hidupnya. Adanya perubahan kondisi tanah karena usaha pemupukan, akan berpengaruh terhadap kondisi tanah yang secara tidak langsung berpengaruh terhadap tanaman yang berhubungan langsung dengan hama. Kandungan nitrogen yang tinggi pada tanaman dapat mempengaruhi perkembangan keadatan populasi serangga kutu hijau (*Macrosiphum granarium*) dan wereng coklat (*Nilaparvata lugens*), demikian juga bila kandungan magnesium pada tanaman tinggi, mempengaruhi perkembangan kepadatan populasi serangga hama kutu jeruk (*Lepidosaphes becki*), fosfor pada kacang terhadap kutu hitam (*Aphis crasivora*) (Kisimoto dan Dyck. 1976). Pestisida dapat merubah fisiologi tanaman, pestisida merupakan biosida yang potensial, sehingga kadang-kadang penggunaannya kurang terkendali. Perubahan fisiologi pada tanaman salahsatunya dapat meningkatkan kerentanan tanaman terhadap hama dan penyakit tanaman.

Faktor yang berpengaruh terhadap penyebaran mikroorganisme pathogen penyebab pembusukan serta besarnya susut yang terjadi selama periode pascapanennya adalah factor pra-panen dan pasca-panen. Faktor pra-panen ditentukan oleh cuaca, kondisi fisiologis tanaman, sanitasi kebun dan adanya penyemprotan pestisida. Sedangkan factor pasca-panen ditentukan oleh cara penanganan, sanitasi dan pengemasan. (Swinburne, 1983).

Produk pascapanen dipengaruhi oleh berbagai macam mikroorganisme dan tingkat populasinya sangat tergantung pada kondisi pra panennya. Kondisi hujan dan kelembaban tinggi sangat menguntungkan untuk pertumbuhan mikroorganisme penyebab pembusukan. Tanpa dilakukan penyemprotan pestisida yang memadai maka sumber inokulum penyakit akan tinggi populasinya. Demikian pula dengan sanitasi kebun yang jelek tanpa adanya sirkulasi udara memadai dengan kerapatan gulma tinggi akan menyengkan sekali sebagai lingkungan tempat tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme pembusuk. (Sinaga 2003; Leonberger *et al.* 2016)

Fisiologis tanaman saat tumbuh kurang baik terutama dukungan pertumbuhannya seperti nutrisi dalam tanah dan

kondisi lingkungan atmosfernya maka dapat berpengaruh terhadap rentannya produk yang dipanen terhadap serangan mikroorganisme patogen. Disamping itu kematangan produk saat panen juga berpengaruh terhadap masa simpan pascapanennya. Bila dipanen dalam keadaan masak maka kepekaan terhadap serangan mikroorganisme tinggi sehingga hanya dapat disimpan dalam waktu singkat. Bila produk dipanen dalam keadaan matang tetapi belum masak maka daya simpannya akan semakin lebih panjang jika pengendalian lingkungan penundaan pemasakan dikendalikan dengan baik. (Sopialena, 2017; Sutarman, 2017).

Timbulnya suatu kerusakan oleh serangga hama dan atau penyakit pada tanaman adalah karena adanya kesesuaian gen inang dan gen penyebab penyakit. Usaha pengendalian yang sesuai adalah mengatur ketidak sesuaian gen penyebab penyakit dan gen tanaman inang. Pengaturan ini dapat diciptakan dengan melalui program seleksi dan pemuliaan tanaman untuk mendapatkan varietas tahan (*breeding for resistant*). Di alam sifat ketahanan tanaman harus bersifat poligenik, bukan monogenik. Seringkali masalah perkembangan hama dan penyakit tanaman pada waktu ada jenis tanaman yang dimasukkan pada komunitas biotik yang baru. Salahsatu faktor ekologi yang pada akhir-akhir ini sangat mendorong banyaknya ledakan hama dan penyakit tanaman adalah hasil pemuliaan yang menghasilkan genotip tanamn yang rentan terhadap hama dan penyakit tanaman. (Hurst, 1998; (Hardenburg, *et al.*, 1986; Chichester dan Tanner, 1972) Tujuan pemuliaan adalah mendapatkan varietas tanaman baru yang mempunyai kualitas dan produksi yang tinggi, akan tetapi seringkali varietas-varietas tersebut memiliki sifat yang rentan terhadap serangan hama dan penyakit tanaman. Karena sifat-sifat ketahanan tidak terbawa dalam sifat yang baru tersebut. Banyak hama dan penyakit tanaman yang memiliki variabilitas genetik yang mampu mengatasi faktor ketahanan tunggal yang berada pada tanaman inangnya, juga mempunyai variabilitas yang tinggi. Pada ekosistem tertentu hama dan penyakit tanaman ditekan oleh suatu sifat gen tunggal tersebut, tetapi karena rendahnya variabilitas genetik yang ada pada tanaman, hama dan penyakit tanaman tersebut dengan cepat dapat mengatasi ketahanan tunggal tadi dan kembali dengan cepat dapat mengatasi ketahanan tunggal

tadi dan kembali menyerang tanaman dengan intensitas serangan yang lebih berat.

Dalam sistem lingkungan pertanian dikenal komunitas biotik yang sederhana, karena ditanamnya satu jenis tanaman tertentu dalam waktu yang lama dan dalam luasan yang besar. Keadaan semacam ini kurang stabil, sehingga memberikan lingkungan yang sesuai bagi peningkatan populasi hama dan penyakit tanaman secara eksplosif. Suatu jenis tanaman ditanam di suatu lahan secara terus menerus akan mengakibatkan kerugian besar dan dalam keadaan yang ekstrim dapat mengagalkan tanaman yang diusahakan. Suatu usaha untuk memperkecil dominasi hama maupun penyakit tertentu yang dapat menyebabkan epidemi maupun endemi disuatu tempat, yaitu dapat dilakukan melalui usaha manipulasi. Usaha manipulasi bertujuan untuk mengurangi jumlah populasi inang yang berlebihan, misalnya dilakukan melalui pengurangan luasan lahan, polikultur atau multipelkropping cara tersebut dianggap cara yang lebih menguntungkan. Usaha heterogenisasi lahan tanaman budidaya tanaman merupakan cara yang baik dalam program pengendalian hama dan penyakit secara keseluruhan, dapat menekan perkembangan populasi dalam kurun waktu relatif lama. Strategi pengendalian hama dan penyakit dengan mengembangkan prinsip tiga faktor tersebut di atas lebih banyak mendasari prinsip ekologi. Pengetahuan perkembangan hama dan penyakit dalam suatu tingkat populasi dan penyebaran selalu dihubungkan dengan ruang, waktu dan sifat.

10.3 Jenis-Jenis Hama dan Penyakit Pasca Panen

Penyebab kerusakan pascapanen disebabkan antara lain: 1). Hama (Serangga, mamalia, dll); 2). Patogen (Bakteri, Jamur, dan Virus); 3). Non Patogen (fisiologis), gejala non pathogen dapat berbentuk memar, perubahan warna dan pembusukan.

10.3.1 Hama Pasca Panen

Serangga hama di penyimpanan, terutama hama-hama penting adalah serangga yang telah teradaptasi pada lingkungan penyimpanan dengan baik, karena: 1). Habitat penyimpanan merupakan reservoir alaminya; 2). Toleransinya yang tinggi

terhadap faktor fisik di penyimpanan; 3). Keragaman perilaku makan pada berbagai bahan simpan; 4). Laju reproduksi yang tinggi; 5). Kemampuan yang tinggi dalam menemukan lokasi sumber makanan; 6). Kemampuan bertahan hidup dalam kondisi tanpa pangan; 7). Adaptasi morfologi (ukuran kecil, bentuk pipih, gerakan cepat dll. Serta 8). Studi ekologi yang dilakukan pada kondisi yang mirip dengan tempat penyimpanan lebih berguna untuk mengembangkan program pengendalian. Dengan demikian dapat diperoleh lebih banyak gambaran tentang faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi dan kelimpahan hama pada kondisi nyata. Arti Penting Hama Pascapanen, diperkirakan rata-rata kerugian hasil antara 25-30%, kerugian terjadi sewaktu pengangkutan dan penyimpanan hasil panen sebelum diolah dan dipasarkan, hama pasca panen sering disebut juga sebagai hama gudang. Hama pasca panen atau hama gudang merupakan jenis hama yang menyerang hasil dari produksi tanaman, baik berupa buah, biji, tongkol, polong, dan lainnya. Apabila diamati lebih lanjut, hama gudang mempunyai sifat dan karakter khusus yang berbeda jika dibandingkan dengan hama-hama yang menyerang dilapangan, hal ini sangat berkaitan dengan ruang lingkup hidupnya yang terbatas yang tentunya memberikan pengaruh faktor luar yang terbatas pula. Walaupun hama gudang (produk dalam simpanan) ini hidupnya dalam ruang lingkup yang terbatas, namun memiliki berbagai macam jenis, spesies, dan karakteristik yang beragam.

Beberapa ordo yang anggotanya merupakan hama pasca panen yaitu Coleoptera, Hemiptera, dan Lepidoptera. Penelitian Munro (1966) menunjukkan bahwa ada 100 jenis serangga yang menyerang bahan simpanan dimana sekitar 20 jenis diantaranya merupakan hama yang berkembangbiak pada bahan simpanan. Jenis hama pasca panen yang menyerang biji-bijian atau bahan lain di dalam gudang terdiri dari *Sitophilus Oryzae*, *Tribolium Castaneum*, *Rhizopertha Dominica*, *Carpophilus Dimidiatus*, *Criptomoltes Ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tenebroides mauritanicus*, *Sitotroga cerealella*, *Trogoderma granarium*, dan *Ahasverus advena* (Hill, 1990; Sembel, et al., 2002; Sodiq, 1981).

Merujuk pada penelitian Rimbing (2015), terdapat 12 jenis hama pasca panen yaitu *Sitophilus zeamays*, *Ephestia* sp., *Tribolium* sp., *Carpophilus* sp., *Cryptolestes* sp., *Oryzaephilus* sp., *Ahasverus* sp., *Tragoderma* sp., *Liposcelis* sp., *C. Cephalonica*, *Acanthoscelides* sp., dan *Dermestes* sp. Kajian laporan Dani (2017) bahwa jenis-jenis hama pasca panen antara lain: Tungau *Acarus siro* Linneaus, *Ahasverus advena* (Waltl), *Araecerus fasciculatus* (Fabricius), *Tribolium confusum* (Jack du val), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), *Ephestia cautella* (Walker), *Cylas formicarius* . F.



Sitophilus Oryzae



Tribolium Casteneum,



Rhizopertha Dominica



Carpophilus Dimidiatus



Criptolestes Ferrugineus



Tenebroides mauritanicus



Oryzaephilus surinamensis



Sititroga cereallela



Trogoderma granarium



Ahasverus advena Waltl



Araecerus fasciculatus



Ephestia cautella



Cylas formicarius



Tungau Acarus siro

10.3.2 Penyakit Pasca Panen

Kerusakan fisiologis dan mikrobiologis.

Kerusakan fisiologis atau kerusakan primer terjadi akibat adanya luka atau goresan saat pemanenan yang mengakibatkan terjadinya pewarnaan biru sampai kehitaman. Menurut Barrett dan Damarjati (1987), juga Marzempi *et al.*, (1987), hal ini disebabkan oleh proses pencoklatan enzimatis senyawa fenol (termasuk katekin dan leukoantosianidin) yang terjadi akibat adanya kontak dengan udara (oksigen). Kerusakan sekunder atau kerusakan mikrobiologis terjadi akibat serangan mikrobia yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, yakni kelembaban dan suhu udara yang relatif tinggi dan dipacu dengan adanya luka pada umbi. Kerusakan ini diawali dengan adanya jalur garis-garis coklat muda searah dengan jaringan pembuluh. Selanjutnya umbi berubah menjadi lunak, diikuti dengan proses fermentasi dan pembusukan (Wheatley, 1989). Beberapa jenis jamur dari genus *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus* dan *Fusarium* berperan dalam kerusakan ini. Demikian pula beberapa species dari bakteri *Bacillus*, dan *Corynebacterium* (Wheatley, 1989). Kerusakan fisiologis terjadi 24 hingga 48 jam setelah pemanenan, sedang kerusakan mikrobiologis biasanya 5 hingga 7 hari setelah panen. Kedua kerusakan tersebut seringkali menimbulkan masalah dalam pemasaran maupun penggunaannya karena menyebabkan penurunan mutu sekaligus

kehilangan hasil (susut bobot) sampai 25% (Setyono, 1989).

Dibedakan dua deteriorasi/kemerosotan setelah panen (*post harvest deterioration*) yaitu deteriorasi fisiologi utama (*primary physiological deterioration*) yang menyebabkan perubahan warna internal dan deteriorasi sekunder (*secondary deterioration*) akibat infeksi mikroorganisme (Booth dan Coursey 1974). Deteriorasi fisiologi merupakan proses yang kompleks. Deteriorasi fisiologi seringkali dianggap sebagai respons adanya pelukaan dimana proses penyembuhannya tidak cukup baik. Di samping kerusakan di atas, ubikayu segar yang telah dipanen, secara biologis masih melakukan aktivitas respirasi sehingga kadar patinya mengalami penurunan (Setyono, 1989). Hal ini akan berdampak negatif bila ubikayu tersebut digunakan sebagai bahan baku industri pati.

Adanya sejumlah jenis bakteri dan jamur yang berhasil diisolasi dari ubi yang disimpan dengan berbagai kondisi menunjukkan bahwa kerusakan ubi ubi kayu adalah hal yang kompleks, melibatkan lebih dari satu mikroorganisme. Penelitian yang lebih detail oleh Ekundayo dan Daniel (1973) menunjukkan bahwa busuk basah ubi kayu juga dapat disebabkan oleh kompleks jamur antara lain: *Lasiodiplodia theobromae*, *Aspergillus nigervan*, *A. flavus*, *Cylindricarpon candidum* dan *Trichoderma harzianum*. Kerusakan dan penurunan kualitas umbi setelah dipanen dan disimpan dalam penyimpanan umumnya berasosiasi dengan infeksi jamur dan bakteri. Adanya kontaminasi mikroorganisme ini ditandai dengan adanya perubahan warna, penurunan kualitas dan nilai jual, dan adanya toksin (mycotoxin) yang dihasilkan mikroorganisme tersebut. Terlebih kondisi di daerah tropika (termasuk Indonesia) yang hangat dan lembab merupakan kondisi yang cocok untuk perkembangan jamur sehingga dalam waktu singkat miselia jamur dapat menutupi umbi yang disimpan tersebut.

Menurut kajian laporan Dani (2017), bahwa jenis-jenis penyakit pasca panen yaitu jamur-jamur lapangan yang umum terdapat pada biji padi (gabah) adalah : *Fusarium moniliforme* , *Fusarium spp.*, *Phoma spp.*, *Alternaria oryzae*, *Nigrospora oryzae*, *Helicoceras oryzae*, *Trichoconis caudate*, *Cladosparium herbarum*, *Curvularia maculans*, *Curvularia lunata*, *Epicoccum neglectum*, *Helmin -thosporium oryzae*, *Pyricularia oryzae*, *Ustilaginoidea viren*.

Penyakit Pascapanen Jagung: Busuk Tongkol Fusarium, Busuk tongkol Diplodia, Busuk Penicilium, Busuk tongkol aspergillus, Gosong bengkak; penyakit pasca panen pada kedelai : Busuk biji phomopsis, Cercospora kikuchii, Soybean mosaic virus; penyakit pasca panen pada kacang tanah: *Apergillus flavas*, *Apegillus niger*

10.4 Teknologi Pengelolaan dan Pengendalian Hama dan Penyakit Pasca Panen

10.4.1 Masalah Dalam Pengelolaan dan Pengendalian Hama Penyakit Pasca Panen

Kehilangan pasca panen dapat mempengaruhi kuantitas panen, yaitu mengurangi jumlah atau berat produk pasca panen dan juga kualitas panen, yaitu menurunnya nilai nutrisi produk. Selain itu, akibat yang ditimbulkan oleh patogen pasca panen sering menyebabkan hal sebagai berikut: 1). Kehilangan sebagian atau total dari paket konsumsi akibat dari satu atau beberapa unit penyakit, 2). Munculnya bau tidak sedap dari produk pasca panen yang busuk sebagai akibat serangan patogen pasca panen, 3). Berkurangnya ketertarikan konsumen akibat terjadinya perubahan warna atau bentuk dari produk pasca panen sakit, 4). Terjadinya kontaminasi bahan pangan oleh mikotoksin yang dihasilkan oleh patogen tanaman, 5). Berkurangnya masa simpan produk tanaman yang mudah rusak akibat dari perpanjangan pemasakan dan penuaan yang dipacu oleh etilendari bagian buah yang sakit dalam ruang simpan, 6). Adanya metabolit toksik yang dihasilkan oleh jaringan tanaman sakit sebagai tanggapan terhadap serangan jamur atau pendedahan ke etilen.

Beberapa tahun terakhir, masalah kehilangan pangan yang disebabkan oleh penurunan produk pasca panen menjadi pusat perhatian banyak negara di dunia. Kehilangan pasca panen mencapai 10-30% dari produksi total tanaman. Bahkan pada beberapa produk tanaman yang mudah rusak, kehilangan pasca panen dapat lebih besar dari 50% terutama di negara berkembang. Menurut perkiraan kasar, kehilangan pasca panen setiap tahunnya kemungkinan mencapai setengah dari pasokan pangan dan serat dunia. Sementara itu, populasi penduduk dunia terus bertambah. Hal ini membutuhkan 50% lebih bahan pangan yang terutama

dipasok oleh produk pasca panen. Kehilangan produk pasca panen, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, terutama disebabkan oleh agensia hayati, yaitu jamur dan bakteri patogen. Infeksi dari patogen pasca panen kemungkinan besar dapat dimulai sejak produk masih berada di lahan sebelum dipanen atau selama periode pasca panen. Bahkan dari persentase infeksi yang secara relatif kecil dapat menyebabkan kehilangan produk yang besar, dan menyebabkan kerugian besar. Ada banyak faktor yang dapat menyebabkan kehilangan pasca panen dan dapat mengakibatkan kerugian yang besar. Penanganan pasca panen yang baik akan dapat mengurangi kerugian tersebut. Selain itu, pengetahuan tentang sifat patogen dan pengaruh kondisi lingkungan, terutama pada ruang penyimpanan, sangat diperlukan untuk menentukan tindakan pencegahan ataupun pengendalian yang tepat.

Produk pasca panen merupakan bagian tanaman yang dipanen dengan berbagai tujuan, terutama untuk memberikan nilai tambah dan keuntungan bagi produsen maupun petani. Sejak bagian tanaman tersebut dipanen, berarti sejak itu pula bagian tanaman tersebut terputus hubungan fisiologi dengan inangnya. Dengan demikian, bagian tanaman tersebut tidak lagi mendapatkan pasokan hasil metabolisme dari tanaman, tetapi bagian tersebut masih melakukan aktivitas fisiologinya. Kondisi seperti inilah yang mengakibatkan mengapa bagian tanaman yang telah dipanen akan mudah rusak, selain dapat juga disebabkan oleh faktor luar. Produk pasca panen merupakan produk yang mudah rusak (*perishable product*) yang sering dihasilkan di daerah yang jauh dari pusat populasi. Produk pasca panen dapat berupa buah, bunga, sayuran, biji-bijian, maupun umbi yang dipanen setelah cukup umur atau tergantung pada permintaan pasar/ konsumen. Produk pasca panen sering masak atau dipanen pada saat daya beli konsumen rendah atau saat produk tersebut melimpah di pasaran. Kondisi seperti ini membutuhkan waktu dari hitungan minggu sampai bulan, khususnya untuk penyimpanan maupun pengangkutan produk dari sentra produksi sampai ke konsumen. Kehilangan yang penting berupa busuknya produk pasca panen yang terjadi selama periode waktu ini, yang akan berpengaruh terhadap pendapatan petani atau produsen. Hal ini terjadi apabila produk tersebut tidak diperlakukan dengan bahan penghambat

pertumbuhan mikrobial atau mendapatkan kondisi yang sesuai selama penyimpanan dan pengangkutan, bahkan sampai ke pemasarannya.

Tujuan utama pengelolaan hama pasca panen adalah untuk mempertahankan atau menjaga kualitas dan kuantitas komoditi pasca panen. Banyak kendala yang dihadapi dalam penerapan teknologi yang efektif untuk pengurangan kehilangan komoditi pasca panen. Kendala tersebut antara lain diidentifikasi sebagai berikut.

- 1) Kurangnya koordinasi di antara berbagai instansi nasional yang terkait dalam usaha pencegahan kehilangan pasca panen.
- 2) Kurangnya tenaga terlatih untuk penelitian, pengelolaan gudang, pengendalian kualitas dan penyuluhan.
- 3) Kurangnya informasi tentang teknologi pengelolaan pasca panen yang telah terbukti efektif dimana-mana.
- 4) Kurangnya informasi yang akurat tentang besarnya kehilangan komoditi pasca panen di tingkat operasional yang berbeda dalam sistem pasca panen.
- 5) Kurangnya metode penentuan kehilangan komoditi pasca panen yang sesuai.
- 6) Kurangnya kapasitas penyimpanan.
- 7) Kurangnya sistem transportasi dan distribusi yang efektif.
- 8) Kurangnya metode penilaian standar yang dapat digunakan untuk penentuan kualitas di lapangan.
- 9) Adanya perbedaan harga di antara tingkat kualitas komoditi yang mendorong petani untuk menghasilkan komoditi yang berkualitas baik.

10.4.2 Konsep Pengelolaan dan Pengendalian Hama Penyakit Pasca panen

Konsep pengelolaan hama pasca panen adalah pengelolaan hama terpadu (PHT). PHT merupakan usaha optimasi pengelolaan ekosistem pertanian untuk mencapai sasaran dengan memanfaatkan dan memperhatikan asas ekologi dan ekonomi. Dalam menentukan sasaran dan cara mencapai sasaran dengan pendekatan komprehensif atau holistik dan mendasar. Sasaran PHT antara lain menekan serangan hama untuk mencapai keuntungan ekonomi yang tinggi dengan tetap menjaga kelestarian

lingkungan (Untung, 2005). Ekosistem pertanian di lahan produksi berbeda dengan ekosistem dimana komoditi pasca panen berada, maka prinsip dasar dan strategi penerapan PHT perlu disesuaikan. Sasaran PHT pada hama pasca panen dicapai dengan perpaduan semua teknik pengolahan dan penjagaan kualitas komoditi yang baik termasuk pengendalian hama. Prinsip dasar, komponen dan strategi PHT hama pasca panen antara lain sebagai berikut.

1. Prinsip PHT

Lima Prinsip dasar PHT hama penyakit pasca panen: a. penanganan dan pengolahan komoditi yang berkualitas baik, b. Pengelolaan gudang, c. manipulasi lingkungan fisik, d. Pemantauan hama dan e. pengelola atau petani sebagai ahli PHT.

2. Komponen PHT : Komponen atau teknologi PHT pada hama penyakit pasca panen meliputi: a. Karantina, b. Sanitasi, c. Perbaikan kualitas komoditi, d. Pengendalian hayati, e. Pengendalian mekanik, f. Pengendalian genetik/ketahanan tanaman, g. Pengasapan, dan h. Pengendalian kimiawi

3. Strategi PHT pada hama penyakit pasca panen meliputi: a. Prioritas pengendalian alami yang diperkuat dengan teknik pencegahan non-kimiawi, b. Perpaduan teknik penanganan, pengolahan dan penyimpanan komoditi dengan teknik pengendalian hama, c. Optimasi penggunaan input pengendalian, d. Teknologi penerapan PHT bersifat dinamis dan bervariasi sesuai dengan dinamika sosial, dinamika ekosistem baik temporal mau pun spatial serta sosial ekonomi masyarakat. e. Kelancaran dan efisiensi informasi dalam sistem PHT dan evaluasi.

4. Sanitary & Fitosanitary dalam perdagangan

Pada tanggal 1 January 1995 didirikan organisasi perdagangan dunia (World Trade Organization, WTO) kemudian disepakati tentang pelaksanaan tindakan bersih dan fitosanitasi (*Sanitary and Phytosanitary*, SPS). Kesepakatan tersebut menekankan pada aplikasi regulasi keamanan pangan dan kesehatan tumbuhan serta hewan.

Apa itu tindakan SPS? Tindakan SPS didefinisikan sebagai segala tindakan yang dilakukan untuk (http://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/spsund_e.htm):

a. Melindungi manusia atau binatang hidup dari risiko yang timbul dari aditif, kontaminan, racun, atau organisme penyebab penyakit, dalam makanan konsumen atau masyarakat, b. Melindungi orang dari penyakit terbawa tumbuhan atau hewan, c. Melindungi hewan atau tumbuhan hidup dari hama, penyakit, atau organisme penyebab penyakit, d. Mencegah atau membatasi kerusakan lain di suatu Negara dari masuknya, menetapnya, atau menyebarnya hama.

Dalam perdagangan produk pasca panen di tingkat lokal, nasional, regional, dan internasional, terjadi perpindahan komoditas dari satu wilayah ke wilayah lain dan sebaliknya. Komoditas perdagangan ini merupakan sumber pakan atau media tumbuh bagi hama dan patogen. Oleh karena terikut dalam mobilitas barang dagangan maka hama atau patogen secara tidak disadari terbawa kemana-mana dan jika mampu beradaptasi di daerah baru hama dan patogen akan berkembang biak. Oleh karena itu dalam karantina ada istilah Organisme Pengganggu Karantina (OPTK), yang belum ada di dalam negeri disebut OPTK 1, sedangkan OPTK 1 yang sudah menetap dalam kurun waktu relatif lama disebut OPTK 2.

Persoalan hama dan penyakit pasca panen menjadi perhatian penting dalam perdagangan dan karantina di setiap Negara. Oleh karena itu memahami, mengenal, dan menguasai ilmu hama dan penyakit pasca panen berikut pengelolaannya sangatlah urgen. Produk yang akan dijual dan akan diberli harus bebas dari segala cemaran antara lain cemaran biologis seperti hama dan patogen

DAFTAR PUSTAKA

- Aini Z, Sivapragasam A, Vimala P, Roff MNM. 2005. Organic Vegetable Cultivation in Malaysia. Kuala Lumpur: Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI).
- Andriansyah, 2013. Pengertian dan Penggolongan Hama. <http://detiktani.blogspot.com/2013/06/pengertian-dan-penggolongan-hama.html>
- Araz Meilin dan Nasamsir, 2016. SERANGGA dan Peranannya Dalam Bidang Pertanian Dan Kehidupan. Jurnal Media Pertanian Vol. 1 No. 1 Tahun 2016 Hal. 18-28. Media Komunikasi Hasil Penelitian dan Review Literatur Bidang Ilmu Agronomi ISSN 2503-1279. <http://jagro.unbari.ac.id/index.php/agro/article/view/12/3>
- Barrett, D.M. dan D.S. Damardjati. 1987. Peningkatan hasil ubikayu di Indonesia. Dalam J. Wargiono dan D.M. Barrett (Ed). Budidaya Ubikayu. Yayasan Obor Indonesia-PT Gramedia. Jakarta. hlm. 171-188.
- Booth dan Coursey 1974. Storage of Cassava Roots and Related Post- Harvest Problems. AGRIS. Tropical Products Inst., London (UK)
- Chichester, D.F. and F.W. Tanner. 1972. Antimicrobial food additives. In: T.E. Furia (ed) CRC Handbook of Food Additives, Vol. 1, CRC Press, Boca Raton FL, pp. 115-184.
- Cheppy Wati, Arsi, Tili Karenina, Riyanto, Yogi Nirwanto, Intan Nurcahya, Dewi Melani, Dwi Astuti, Dewi Septiarini, Sri Rezeki Fransiska Purba, Evan Purnama Ramdan, Dwiwiyati Nurul, 2021. Hama dan Penyakit Tanaman. Yayasan Menulis
- Dani. Sutanta. S, 2017. Hama dan Penyakit Pasca Panen. <https://adoc.pub/hama-dan-penyakit-pascapanen-dani-sutanta-s.html>
- Ekundayo, J.A. and T.M. Daniel. 1973. Cassava rot and control. Bristish Mycological Soc. 61(1): 27-32.

- Esti Rahayu, Syamsul Rizal, Marmaini, 2021. Karakteristik Morfologi Serangga Yang Berpotensi Sebagai Hama Pada Perkebunan Kelapa (*Cocos Nucifera* L) Di Desa Tirta Kencana Kecamatan Makarti Jaya Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Indobiosains*. Vol. 3 No. 2 Edisi Agustus. 2021, 39-46. https://univpgri-palembang.ac.id/e_jurnal/biosains
- Faozan Tri Nugroho, 2021. Jenis-Jenis Hama dan Penyakit pada Tumbuhan yang Perlu Diketahui <https://www.bola.com/ragam/read/4636040/jenis-jenis-hama-dan-penyakit-pada-tumbuhan-yang-perlu-diketahui>
- Hardenburg, R.E., A.E. Watada and C.Y. Wang. 1986. The commercial storage of fruits and vegetables, and florist and nursery stocks. USDA Agric. Handbook No. 66.
- Hadiastono. T, 2006. Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Hill, D. 1990. Pests of stored products and their Control. CRC press.
- Hurst, W.C. 1998. Food Safety Hazards Associated with Fresh Produce. Training presentation produced by Food Science and Technology, University of Georgia, Athens, GA 30602.
- Janis Damaiyani dan Dewi Ayu Lestari, 2011. Inventarisasi Hama Dan Penyakit Pada Koleksi Paku-Pakuan Kebun Purwodadi. Berk. Penel. Hayati Edisi Khusus: 7A (173–177). <https://berkalahayati.org/files/journals/1/articles/219/submitmission/219-657-1-SM.pdf>
- Kader, A.A. 1992. Postharvest Technology of Horticultural Crops. The Regents of the University of California. USA.
- Kisimoto, R. and V.A. Dyck. 1976. Climate and rice insects. Pp 367-390. In Proceeding of the Symposium on Climate and Rice (ed. International Rice Research Institute). IRRI, Manilla.
- Leonberger K, Jackson K, Smith R, Gauthier NW. 2016. Plat Diseases (Kentucky Master Gardener Manual Chapter 6). Lexington (KY): University of Kentucky.
- Marzempi, D. Sastrodipuro, Y. Jastra dan Azwir. 1987. Pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap mutu gaplek. *Pemberitaan Penelitian Sukarami*. (12):35–37.
- Munro, J.W.1966. Pest of stored products. Hutchinson & co ltd. London.

- Nur Fariqah Haneda, 2006. Module Pelatihan Hama Dan Penyakit Hutan. Itto Project Participatory Establishment Collaborative Sustainable Forest Management In Dusun Aro, Jambi. Serial Number: PD 210/03 Rev. (F) Faculty Of Forestry IPB.
<https://docplayer.info/55647471-Oleh-nur-fariqah-haneda.html>
- Nurhidayati, Aris Sudianto, Suhartini, 2020 Penerapan dan Pemanfaatan Teknologi Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama Dan Penyakit Jamur Tiram Pada Kelompok Tani Desa Dasan Borok Kabupaten Lombok Timur. Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi Vol. 3 No. 2, Juli 2020, hal. 131-139.
<https://ejournal.hamzanwadi.ac.id/index.php/infotek/article/view/2316/0>
- Purnomo, H. 2010. Pengantar Pengendalian Hayati. Yogyakarta: Andi Offset
- Rimbing. S. C, 2015. Keanekaragaman Jenis Serangga Hama Pasca Panen Pada Beberapa Makanan Ternak Di Kabupaten Bolaang Mongondow. Jurnal ZooteK ("ZooteK" Journal) Vol. 35 No. 1: 164–177
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/zooteK/article/viewFile/7225/6729>
- Pracaya. 2007. Hama dan Penyakit Tanaman, Edisi Revisi. Penebar Swadaya; Jakarta.
- Sembel, D.T, J. Rimbing, D. Kandowangko, 2002. Inventarisasi dan Identifikasi Hama-Hama Gudang Pada Bijian serta Perkembangan Populasi dan ehilangan serta Bijian oleh Hama. Kerja sama Education for comunity Food Develompent texas A&M. University System dan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Unsrat
- Setyono, A. dan Suismono. 1989. Cara memperpanjang daya simpan ubikayu segar. Balittan Sukamandi. 17 hlm.
- Sinaga, M.S. 2003. Dasar-dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Penebar Swadaya; Jakarta
- Sodiq M. 1981. Hama ditempat simpanan gabah, beras, dan jagung. Departemen pertahanan keamanan. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Cabang Jawa Timur, Fakultas Pertanian, Surabaya.

- Sopialena. 2017. Segitiga Penyakit Tanaman. Samarinda (ID): Mulawarman University Press
- Sutarman. 2017. Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tanaman. Sidoarjo (ID): Umsida Press.
- Sukri. Z dan Rahmad. H, 2016. Sistim Pakar Diagnosis dan Penyakit Tanaman Jeruk Menggunakan Metoda Euclidian Distance. Jurnal Sistim dan Teknologi Informasi Indonesia 1 (2): 123-131.
- Swinburne, T.R. 1983. Quiescence infections in postharvest diseases. In Postharvest Pathology of Fruit and Vegetables.
- Tino Muriawati, 2007. Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian Pajajaran. Bandung
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Wheatley, C. 1989. Conservation of cassava roots in polythene bags. CIAT. Cali, Colombia.
- Winarno, F.G. 1981. Fisiologi Lepas Panen. Sastra Hudaya Jakarta.
- Wills, R.; B. McGlasson; D. Graham; D. Joyce. 1998. Postharvest. An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals. Hyde Park Press, Adelaide, South Australia.

BIODATA PENULIS



Rissa Megavitry, S.Pd., M.Si

Dosen tetap di Universitas Negeri Makassar pada program studi Pendidikan Kesejahteraan Keluarga

Penulis lahir di Dili tanggal 28 November 1991 dan merupakan putri tunggal dari Alm. Bapak H. Sulaeman dan Ibu Hj. Suyah Masgutik. Penulis menyelesaikan S1 di Program Studi Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Makassar pada tahun 2013. Lalu pada tahun 2015 menempuh Program Magister di Pascasarjana Universitas Hasanuddin pada konsentrasi Ilmu dan Teknologi Pangan. Saat ini penulis merupakan dosen tetap di Universitas Negeri Makassar pada program studi Pendidikan Kesejahteraan Keluarga sejak tahun 2019. Minat kajian utama riset penulis adalah bidang pendidikan, teknologi pangan, dan kuliner. Penulis dapat dihubungi melalui email rissamegavitry@gmail.com

BIODATA PENULIS



Rosyid Ridlo Al Hakim, S.Kom., S.Si.

Research Associate di Research Management Center-Jakarta Global University

Penulis merupakan *research associate* di Research Management Center (RMC) Jakarta Global University (JGU) dan Pusat Studi Satwa Primata (PSSP) IPB University. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana di Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman dan STMIK Widya Utama konsentrasi kecerdasan buatan. Saat ini juga merupakan mahasiswa pascasarjana di pendidikan magister di Jakarta Global University dengan *major* bidang kecerdasan buatan Program Studi Primatologi, Sekolah Pascasarjana, IPB University. Penulis secara aktif mempublikasikan karya ilmiah yang sudah diterbitkan di beberapa prosiding maupun jurnal nasional serta internasional bereputasi. Narahubung pada email rosyidridlo10@gmail.com

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Suharyani Amperawati., M.Sc

Dosen Tetap pada Program Studi Sarjana Terapan Pengolahan Hasil Perkebunan Terpadu Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Pontianak

Penulis lahir di Pontianak tanggal 1 September 1966. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Sarjana Terapan Pengolahan Hasil Perkebunan Terpadu Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Pontianak. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan Universitas Gadjah Mada. Kemudian penulis juga melanjutkan studi S3 pada Fakultas Teknologi Pertanian Program Studi Ilmu Pangan Universitas Gadjah Mada. Saat ini penulis menekuni bidang pengolahan hasil pertanian/perkebunan.

Penulis juga melakukan riset berkaitan dengan asap cair, antosianin, nanoenkapsulasi, dan beberapa riset lain yang berkaitan dengan pengolahan komoditi hasil perkebunan.

E-mail : alindra_yani@yahoo.com

BIODATA PENULIS



Ir. Asmanur Jannah, MP.

Staf Dosen Program Studi Agroteknologi

Penulis lahir di Pamekasan, tanggal 21 Agustus 1960. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Bangsa. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Ilmu-Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian IPB pada tahun 1983 dan melanjutkan S2 pada Program Studi Teknologi Pasca Panen di Universitas Brawijaya di Malang dan lulus tahun 1996. Pada tahun 1986, untuk pertama kalinya diterima menjadi staf pengajar di Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama (UWG) di Malang, Kemudian berpindah-pindah mengikuti penugasan suami, Hasil Sembiring, pada tahun 2001 pindah ke Fakultas Pertanian, Universitas Islam Sumatera Utara (UISU) sampai dengan tahun 2006. Pada tahun 2006, pindah lagi ke Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang (UNSIKA). Terakhir pada tahun 2015, pindah ke Fakultas Pertanian Universitas Nusa Bangsa (UNB) sampai sekarang. Beberapa matakuliah yang pernah diampu antara lain, Pengantar THP, Fisiologi tumbuhan, Biokimia dan Teknologi Pascapanen.

BIODATA PENULIS



Dr. Ismiasih, S.TP., M.Sc.

Dosen Program Studi Agribisnis
Fakultas Pertanian Instiper Yogyakarta

Penulis lahir di Bantul, Provinsi DIY. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Instiper Yogyakarta. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM dan melanjutkan S2 dan S3 pada Jurusan Ekonomi Pertanian UGM. Penulis saat ini aktif sebagai dosen tetap di Instiper Yogyakarta. Beberapa mata kuliah yang diajarkan di antaranya : Manajemen Bisnis Perkebunan, Manajemen Proses dan Pengemasan, Manajemen Sumber Daya Manusia, Manajemen Pengendalian Mutu, Agroindustri, Metodologi Penelitian.

BIODATA PENULIS



Siti Aisyah

Dosen LLDIKTI wilayah I, Medan (Sumatera Utara) DPK Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan

Penulis lahir di Binjai, Tanggal 10 Juni 1976. Penulis merupakan Dosen LLDIKTI wilayah I, Medan (Sumatera Utara) DPK Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan. Penulis aktif mengajar pada Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan (TPHP). Penulis menyelesaikan S1 Jurusan Teknik Kimia, di Institut Teknologi Medan pada tahun 2000. Kemudian tahun 2011 menyelesaikan S2 pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian di Institut Pertanian Bogor.

BIODATA PENULIS

Leni Marlina

Staf Peneliti Teknologi Pascapanen

Penulis lahir di Ulakan Tapakis tanggal 16 Mei 1984. Penulis adalah peneliti Teknologi Pasca Panen pada Badan Riset dan Inovasi Nasional. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Andalas dan melanjutkan S2 pada Program Studi Teknologi Pasca Panen pada Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Penulis menekuni bidang Menulis Teknologi Pasca Panen.

BIODATA PENULIS



Anna Permatasari Kamarudin

Ketua Prodi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Gajah Putih,
Takengon, Aceh Tengah

Anna Permatasari Kamarudin, dilahirkan di Jakarta pada tanggal 4 Maret. Merupakan ketua Prodi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Gajah Putih, Takengon, Aceh Tengah. Mempunyai hobi membaca, menulis, bereksperimen, memasak, membuat keterampilan tangan dan berkebun. Menyelesaikan S1 Teknologi Hasil Pertanian di Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stipar, Yogyakarta. Menyelesaikan S2 (MBA) dari *Faculty of Business Management*, Universiti Kebangsaan Malaysia pada tahun 1999. Kemudian, melanjutkan Master (S2) pada bidang *Science and Food Technology* di Universiti Kebangsaan Malaysia dan *convert* ke S3 pada fakultas dan universitas yang sama, kemudian lulus pada tahun 2008. Telah menulis beberapa *Book Chapter* pada bidangnya. Namun tertarik juga pada bidang kepariwisataan, semua yang berkenaan dengan kuliner dan motivasi. Sejumlah buku antologi berupa fiksi, puisi dan kisah inspiratif pernah ditulisnya.

BIODATA PENULIS



Lenni

Dosen tetap pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Tangerang

Penulis lahir di Jakarta tanggal 8 Februari 1980. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Teknik Elektro konsentrasi Elektronika Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana Jakarta Barat tahun 2004, melanjutkan S2 pada Program Studi Teknik Elektro konsentrasi Elektronika Telekomunikasi Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti Jakarta Barat tahun 2010 dan melanjutkan S3 pada Program Studi Ilmu Keteknikan Pertanian konsentrasi Teknik Kontrol untuk Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian IPB *University* Bogor tahun 2020. Selain aktif mengajar, penulis juga telah mendapatkan sertifikat kompetensi penulisan buku nonfiksi dari Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) pada tahun 2020.

BIODATA PENULIS



Sutiharni

Sutiharni, Lahir di Bandung 30 Juni 1961. Anak kedelapan dari 14 bersaudara. Lahir dari keluarga TNI (Angkatan Udara) dari alm. Bapak Mulyadi bin Sarjan dan almh. Ibu Fatima binti Santani. Menikah pada tanggal 01 Maret 1983 dengan Ir. Wahyoe Witjaksono.

No. Sertifikat / NIDN :17100104501107/0030066104;
Perguruan Tinggi: Universitas Papua; Status: Dosen Biasa; Alamat Perguruan Tinggi: Jalan Gunung Salju Amban Manokwari; Fakultas Pertanian Universitas Papua; Jurusan Budidaya Pertanian Prodi Agroteknologi; Pangkat/Golongan: Pembina/IVa; Ilmu yang Ditekuni: Ilmu Hama Tumbuhan. Penelitian: 2017: Teknik Budidaya Kentang Dengan Pendekatan Metode Seleksi Positif, Pemupukan Organik dan Alternatif Teknologi Hama Terpadu Di Distrik Ilaga Kabupaten Puncak Papua Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Propinsi PAPUA; 2019: Uji Toksisitas Ekstrak Daun Piairawi (*Haplolobuscf. monticola*Husson.) Asal Teluk Wondama dalam Mengendalikan Hama Ulat Tritip (*Plutella xylostella* L.) Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.); 2019: Respon Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.) Dalam Sistem Tumpangsari dengan Beberapa Jenis Tanaman Semusim.
Email: naningmulyadi@gmail.com
No. HP: 082238136454.