

Jemmy J. S. Dethan



Teknik **Pengolahan Pangan** ...



Editor: Dr. Lesybeth M. Nubatonis, S.TP, M.Si

TEKNIK PENGOLAHAN PANGAN

Dr. Ir. Jemmy J. S. Dethan, MP



Tahta Media Group

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

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

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

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

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

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

TEKNIK PENGOLAHAN PANGAN

Penulis:

Dr. Ir. Jemmy J. S. Dethan, MP

Desain Cover:

Tahta Media

Editor:

Dr. Lesybeth M. Nubatonis, S.TP, M.Si

Proofreader:

Tahta Media

Ukuran:

x, 260, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-634-262-172-1

Cetakan Pertama:

April, 2026

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2026 by Tahta Media Group

All Right Reserved

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP

Perumahan Mitra Utama Residence 3 Blok A no 1, Sawahan, Tempel,
Kec. Gatak, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57557

email: tahtaliterasimedia@gmail.com

website: <http://store.tahtamedia.co.id/>

Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya buku ajar Teknik Pengolahan Pangan ini. Perkembangan industri pangan modern menuntut pendekatan yang tidak lagi bersifat empiris semata, tetapi berbasis prinsip-prinsip teknik yang terukur dan sistematis. Buku ini menyajikan materi teknik pengolahan pangan secara komprehensif, dimulai dari konsep dasar rekayasa, sifat teknik bahan pangan, operasi dasar pengolahan, hingga isu keberlanjutan dan inovasi teknologi masa depan.

Keunggulan buku ini terletak pada pendekatan integratif antara teori dan aplikasi teknik. Setiap bab tidak hanya memaparkan konsep, tetapi juga dilengkapi contoh soal, studi kasus, dan evaluasi pembelajaran mandiri. Hal ini menjadikan buku ini tidak hanya sebagai referensi akademik, tetapi juga sebagai panduan praktis dalam memahami sistem pengolahan pangan modern. Struktur penyajian materi yang sistematis menunjukkan kedalaman penguasaan penulis terhadap bidang teknik pengolahan pangan, sekaligus relevan dengan tantangan industri pangan yang semakin kompleks dan berbasis teknologi.

Saya menyambut baik terbitnya buku ini dan berharap buku ajar ini dapat menjadi referensi utama bagi mahasiswa, dosen, serta praktisi yang ingin memahami pengolahan pangan dari perspektif teknik dan rekayasa secara lebih mendalam. Semoga buku ini memberikan manfaat luas bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan pendidikan teknik pertanian di Indonesia.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
BAB 1 PENGANTAR TEKNIK PENGOLAHAN PANGAN MODERN.....	1
A. Pendahuluan	2
B. Sistem Termodinamika Dalam Pengolahan Pangan	9
C. Hukum Pertama Termodinamika (Neraca Energi)	9
D. Efisiensi Energi Proses Termal	12
E. Peran Termodinamika Dalam Desain Proses Pangan.....	12
F. Studi Kasus.....	20
G. Contoh Soal Dan Pembahasan.....	20
H. Rangkuman	21
I. Latihan Dan Tugas Mandiri.....	21
J. Evaluasi Pemahaman Mandiri Mahasiswa.....	22
BAB 2 KARAKTERISTIK DAN SIFAT TEKNIK BAHAN PANGAN	23
A. Pendahuluan	24
B. Klasifikasi Sifat Bahan Pangan	24
C. Sifat Fisik Bahan Pangan	25
D. Sifat Mekanik Bahan Pangan	38
E. Sifat Termal Bahan Pangan	42
F. Sifat Kimia Dan Biologis Bahan Pangan	51
G. Hubungan Sifat Bahan Dengan Proses Pengolahan.....	59
H. Studi Kasus.....	60
I. Contoh Soal Dan Pembahasan.....	60
J. Rangkuman	61
K. Latihan Dan Tugas Mandiri.....	61
L. Evaluasi Pemahaman Mandiri Mahasiswa.....	61
BAB 3 OPERASI DASAR (UNIT OPERATIONS) DALAM PENGOLAHAN PANGAN	62
A. Pendahuluan	63

B.	Konsep Dasar Unit Operations.....	63
C.	Klasifikasi Operasi Dasar Pengolahan Pangan	64
D.	Operasi Mekanis Dalam Pengolahan Pangan	64
E.	Operasi Perpindahan Panas (Operasi Termal).....	69
F.	Operasi Perpindahan Massa	72
G.	Operasi Pemisahan.....	75
H.	Hubungan Operasi Dasar Dengan Sifat Bahan Pangan.....	79
I.	Operasi Dasar Dalam Sistem Pengolahan Pangan	83
J.	Studi Kasus.....	85
K.	Contoh Soal Dan Pembahasan.....	86
L.	Rangkuman	86
M.	Latihan Dan Tugas Mandiri.....	87
N.	Evaluasi Pemahaman Mandiri Mahasiswa.....	87
BAB 4	PEMROSESAN TERMAL PANGAN.....	88
A.	Pendahuluan	89
B.	Tujuan Pemrosesan Termal Pangan	89
C.	Prinsip Dasar Pemrosesan Termal	89
D.	Klasifikasi Pemrosesan Termal.....	90
E.	Pengaruh Pemrosesan Termal Terhadap Mutu Pangan.....	94
F.	Hubungan Sifat Bahan Pangan Dengan Pemrosesan Termal	94
G.	Pemrosesan Termal Dan Efisiensi Energi	94
H.	Studi Kasus.....	95
I.	Contoh Soal Dan Pembahasan.....	95
J.	Rangkuman Bab.....	96
K.	Latihan Dan Tugas Mandiri.....	96
L.	Evaluasi Pemahaman Mandiri Mahasiswa.....	96
BAB 5	PEMROSESAN NON-TERMAL DAN EMERGING TECHNOLOGIES DALAM PENGOLAHAN PANGAN	97
A.	Pendahuluan	98
B.	Konsep Dasar Pemrosesan Non-Termal	98
C.	Alasan Pengembangan Teknologi Non-Termal	99
D.	Jenis-Jenis Pemrosesan Non-Termal	99
E.	Pengaruh Pemrosesan Non-Termal Terhadap Mutu Pangan....	100

F.	Pemrosesan Non-Termal Dan Keberlanjutan.....	101
G.	Studi Kasus.....	101
H.	Contoh Soal Dan Pembahasan.....	101
I.	Rangkuman	102
J.	Latihan Dan Tugas Mandiri.....	102
K.	Evaluasi Pemahaman Mandiri Mahasiswa.....	102
BAB 6 PENYIMPANAN PANGAN DAN SISTEM RANTAI DINGIN (COLD CHAIN).....		103
A.	Pendahuluan	104
B.	Tujuan Dan Prinsip Penyimpanan Pangan.....	104
C.	Kerusakan Pangan Selama Penyimpanan.....	105
D.	Jenis-Jenis Penyimpanan Pangan	114
E.	Prinsip Teknik Pendinginan Dan Pembekuan	115
F.	Sistem Rantai Dingin (Cold Chain).....	120
G.	Tantangan Dalam Sistem Rantai Dingin	125
H.	Penyimpanan Pangan Dan Efisiensi Energi	126
I.	Studi Kasus.....	131
J.	Contoh Soal Dan Pembahasan.....	131
K.	Rangkuman	132
L.	Latihan Dan Tugas Mandiri.....	132
M.	Evaluasi Pemahaman Mandiri Mahasiswa.....	132
BAB 7 PENGEMASAN PANGAN DAN SMART PACKAGING		133
A.	Pendahuluan	134
B.	Fungsi Dan Peran Pengemasan Pangan.....	134
C.	Material Kemasan Pangan.....	134
D.	Sistem Pengemasan Pangan.....	140
E.	Smart Packaging: Konsep Dan Perkembangan.....	145
F.	Pengaruh Pengemasan Terhadap Mutu Dan Keamanan Pangan.....	151
G.	Pengemasan Dan Keberlanjutan	159
H.	Studi Kasus.....	161
I.	Contoh Soal Dan Pembahasan.....	161
J.	Rangkuman	162
K.	Latihan Dan Tugas Mandiri.....	162

L.	Evaluasi Pemahaman Mandiri Mahasiswa.....	162
BAB 8 MEKANISASI, OTOMASI, DAN INTERNET OF THINGS (IoT) DALAM PENGOLAHAN PANGAN 163		
A.	Pendahuluan	164
B.	Konsep Mekanisasi Dalam Pengolahan Pangan.....	164
C.	Konsep Otomasi Dalam Pengolahan Pangan.....	165
D.	Sistem Kontrol Dalam Otomasi Pangan.....	165
E.	Internet Of Things (Iot) Dalam Pengolahan Pangan	165
F.	Manfaat Penerapan Mekanisasi, Otomasi & Iot.....	166
G.	Tantangan Dan Keterbatasan.....	166
H.	Mekanisasi, Otomasi, Dan Keberlanjutan.....	166
I.	Studi Kasus.....	167
J.	Contoh Soal Dan Pembahasan.....	167
K.	Rangkuman	168
L.	Latihan Dan Tugas Mandiri.....	168
M.	Evaluasi Pemahaman Mandiri Mahasiswa.....	168
BAB 9 KENDALI MUTU DAN KEAMANAN PANGAN (HAZARD ANALYSIS AND CRITICAL CONTROL POINTS – HACCP) 169		
A.	Pendahuluan	170
B.	Konsep Kendali Mutu Dan Keamanan Pangan	170
C.	Jenis Bahaya Dalam Pangan.....	174
D.	Konsep Dasar HACCP	179
E.	Prinsip-Prinsip HACCP	180
F.	Langkah-Langkah Penerapan HACCP	182
G.	Penentuan Titik Kendali Kritis (Critical Control Point / CCP)	185
H.	Integrasi HACCP Dengan Proses Dan Otomasi	186
I.	Haccp Dan Standar Keamanan Pangan	188
J.	Ringkasan	189
K.	Studi Kasus.....	189
L.	Contoh Soal Dan Pembahasan.....	189
M.	Rangkuman	190
N.	Latihan Dan Tugas Mandiri.....	190
O.	Evaluasi Pemahaman Mandiri Mahasiswa.....	190

BAB 10 REKAYASA SISTEM DAN TATA LETAK PABRIK

PANGAN	191
A. Pendahuluan	192
B. Konsep Rekayasa Sistem Dalam Industri Pangan.....	192
C. Prinsip Dasar Tata Letak Pabrik Pangan.....	195
D. Jenis-Jenis Tata Letak Pabrik.....	196
E. Aliran Material, Produk, Dan Manusia	200
F. Tata Letak Pabrik Dan Penerapan HACCP	201
G. Fleksibilitas Dan Skalabilitas Pabrik Pangan.....	203
H. Rekayasa Sistem, Otomasi, Dan IoT	205
I. Studi Kasus.....	207
J. Contoh Soal Dan Pembahasan.....	209
K. Rangkuman	210
L. Latihan Dan Tugas Mandiri.....	210
M. Evaluasi Pemahaman Mandiri Mahasiswa.....	211

BAB 11 KEBERLANJUTAN DAN EFISIENSI ENERGI DALAM

PENGOLAHAN PANGAN	212
A. Pendahuluan	213
B. Konsep Keberlanjutan Dalam Industri Pangan	213
C. Sumber Konsumsi Energi Dalam Pengolahan Pangan	217
D. Prinsip Efisiensi Energi Dalam Rekayasa Pangan	222
E. Strategi Efisiensi Energi Dalam Proses Pengolahan	225
F. Pemanfaatan Energi Terbarukan Dalam Industri Pangan ...	229
G. Pengelolaan Limbah Dan Pendekatan Ekonomi Sirkular	235
H. Peran Teknologi Dan Iot Dalam Keberlanjutan	238
I. Studi Kasus.....	239
J. Contoh Soal Dan Pembahasan.....	240
K. Rangkuman	240
L. Latihan Dan Tugas Mandiri.....	240
M. Evaluasi Pemahaman Mandiri Mahasiswa.....	241

BAB 12 TREN, INOVASI, DAN MASA DEPAN TEKNIK

PENGOLAHAN PANGAN	242
A. Pendahuluan	243
B. Tren Global Dalam Industri Pengolahan Pangan	243

C.	Inovasi Teknologi Dalam Pengolahan Pangan	245
D.	Tantangan Masa Depan Teknik Pengolahan Pangan.....	247
E.	Integrasi Sistem Pangan Masa Depan	249
F.	Peran Lulusan Mekanisasi Pertanian	250
G.	Etika, Regulasi, Dan Penerimaan Masyarakat	251
H.	Studi Reflektif.....	252
I.	Contoh Soal Dan Pembahasan.....	252
J.	Rangkuman	253
K.	Tugas Akhir Reflektif Buku Ajar	253
L.	Evaluasi Akhir Pembelajaran Mandiri	254
PENUTUP		255
DAFTAR PUSTAKA.....		256
PROFIL PENULIS		259

BAB 1 PENGANTAR TEKNIK PENGOLAHAN PANGAN MODERN

Bab ini merupakan gerbang awal untuk memahami seluruh isi buku ajar Teknik Pengolahan Pangan. Mahasiswa disarankan membaca bab ini secara berurutan, karena setiap subbagian saling berkaitan dan menjadi dasar bagi bab-bab berikutnya. Pada bab ini, mahasiswa tidak dituntut menghafal, melainkan memahami cara berpikir teknik (engineering mindset) dalam melihat pengolahan pangan sebagai suatu sistem rekayasa, bukan sekadar kegiatan memasak atau mengolah bahan pangan secara tradisional. Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan konsep pengolahan pangan dalam perspektif teknik dan rekayasa.
2. Menganalisis peran mekanisasi dan teknologi modern dalam industri pengolahan pangan.
3. Mengaitkan prinsip-prinsip teknik dengan tahapan sistem pengolahan pangan.
4. Mengidentifikasi tantangan dan arah perkembangan teknologi pengolahan pangan modern.

Sebelum membaca lebih lanjut, perhatikan pertanyaan berikut. Pertanyaan ini akan membantu mahasiswa fokus pada bagian-bagian penting dalam bab.

1. Mengapa pengolahan pangan perlu dipahami dari sudut pandang teknik dan rekayasa?
2. Apa perbedaan mendasar antara pengolahan pangan tradisional dan pengolahan pangan modern?
3. Mengapa mekanisasi dan teknologi menjadi kunci industri pangan saat ini?
4. Bagaimana peran teknik pengolahan pangan dalam menjamin keamanan dan mutu produk pangan?

Mahasiswa disarankan kembali ke pertanyaan ini setelah menyelesaikan pembacaan bab.

A. PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus tersedia secara cukup, aman, bermutu, dan berkelanjutan. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan perubahan pola konsumsi, sistem produksi pangan dituntut untuk mampu menghasilkan produk dalam jumlah besar dengan kualitas yang konsisten. Kondisi ini mendorong berkembangnya industri pengolahan pangan berbasis teknologi dan rekayasa.

Pengolahan pangan tidak lagi dipandang sebagai kegiatan tradisional yang mengandalkan pengalaman semata, melainkan sebagai suatu sistem teknik yang melibatkan perancangan proses, pemilihan peralatan, pengendalian mutu, serta optimasi penggunaan energi dan sumber daya. Oleh karena itu, pemahaman mengenai teknik pengolahan pangan menjadi sangat penting bagi mahasiswa Program Studi Mekanisasi Pertanian, khususnya dalam menghadapi tantangan industri pangan modern.

Bab ini membahas pengolahan pangan dari sudut pandang teknik dan rekayasa, peran mekanisasi dan teknologi modern, serta

perkembangan dan tantangan industri pengolahan pangan saat ini. Pemahaman pada bab ini menjadi dasar untuk mempelajari bab-bab selanjutnya yang membahas proses dan sistem pengolahan pangan secara lebih mendalam.

1. Konsep Dasar Teknik Pengolahan Pangan

Pengolahan pangan dapat didefinisikan sebagai serangkaian proses fisik, kimia, dan biologis yang bertujuan mengubah bahan pangan mentah menjadi produk yang lebih aman, tahan lama, dan memiliki nilai tambah. Dalam perspektif teknik, pengolahan pangan dipandang sebagai proses transformasi terkontrol yang dirancang berdasarkan prinsip-prinsip rekayasa. Pendekatan teknik dalam pengolahan pangan mencakup:

- a. Analisis sifat bahan pangan (fisik, kimia, dan biologis)
- b. Perancangan dan pemilihan peralatan
- c. Pengendalian parameter proses (suhu, tekanan, waktu, dan kelembaban)
- d. Evaluasi mutu dan keamanan produk

Berbeda dengan pengolahan pangan tradisional yang bersifat empiris, pengolahan pangan berbasis teknik menekankan pada ketepatan perhitungan, konsistensi proses, dan efisiensi produksi. Pendekatan ini memungkinkan proses pengolahan direplikasi dalam skala industri dengan mutu produk yang seragam.

Contoh Kontekstual

Pengeringan ikan secara tradisional mengandalkan sinar matahari tanpa pengendalian suhu dan kelembaban, sehingga mutu produk sering tidak konsisten. Dalam pendekatan teknik pengolahan pangan, pengeringan dilakukan dengan pengaturan suhu, aliran udara, dan waktu proses yang terkontrol sehingga produk lebih aman, seragam, dan efisien secara energi (Dethan, 2024b).

Pendekatan teknik dalam pengolahan tidak hanya berlaku pada industri pangan, tetapi juga pada pengolahan biomassa dan produk agroindustri lainnya. Penelitian menunjukkan bahwa parameter seperti ukuran partikel dan rasio perekat berpengaruh signifikan terhadap mutu produk hasil proses rekayasa (Abineno et al., 2024; Dethan JJS et al., 2024; Kette et al., 2024).

2. Prinsip Teknik dan Mekanisme Proses Pengolahan Pangan

Teknik pengolahan pangan sangat berkaitan dengan penerapan prinsip-prinsip dasar ilmu teknik.

a. Mekanika dalam Teknik Pengolahan Pangan

Prinsip mekanika digunakan secara luas dalam perancangan dan pengoperasian mesin pengolahan pangan, seperti mesin pemotong, penggiling, pencampur, conveyor, dan alat penanganan bahan. Mekanika membantu insinyur memahami bagaimana gaya bekerja pada bahan dan peralatan, sehingga mesin dapat beroperasi secara efisien, aman, dan andal. Dalam konteks pengolahan pangan, kajian mekanika umumnya meliputi: gaya dan tegangan pada bahan pangan, tekanan dan distribusinya pada sistem, gerak dan kecepatan komponen mesin.

1) Gaya (Force) dalam Proses Pengolahan Pangan

Gaya adalah interaksi yang dapat menyebabkan perubahan bentuk atau gerak suatu benda. Dalam pengolahan pangan, gaya muncul pada proses:

- a) pemotongan,
- b) penekanan,
- c) penggilingan,
- d) pengadukan.

Secara umum, gaya dinyatakan dengan persamaan dasar:

$$F = m \cdot a$$

dengan:

F = gaya (N)

m = massa (kg)

a = percepatan (m/s^2)

Namun, pada mesin pengolahan pangan, gaya sering dianalisis melalui tegangan (stress) yang bekerja pada bahan.

2) Tegangan (Stress) pada Bahan Pangan

Tegangan menunjukkan besar gaya per satuan luas dan dinyatakan sebagai:

$$\sigma = F/A$$

dengan:

σ = tegangan (Pa atau N/m^2)

F = gaya (N)

A = luas penampang (m^2)

Dalam pangan:

- a) tegangan tinggi dapat menyebabkan pemotongan atau penghancuran,
- b) tegangan rendah hanya menyebabkan deformasi.

Tegangan ini penting dalam merancang ketajaman pisau, tekanan rol penggiling, dan kapasitas mesin.

Contoh Soal 1 – Analisis Gaya Pemotongan (Level S1)

Sebuah mesin pemotong sayuran memberikan gaya sebesar 150 N pada penampang bahan seluas 3 cm^2 .

Hitung tegangan mekanik yang bekerja pada bahan!

Penyelesaian

Langkah 1 – Konversi satuan luas:

$$3 \text{ cm}^2 = 3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Langkah 2 – Gunakan rumus tegangan:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{150}{3 \times 10^{-4}}$$
$$\sigma = 5 \downarrow 10^5 \text{ Pa}$$

Jawaban

Tegangan yang bekerja pada bahan adalah 500 kPa.

Makna teknik:

Jika tegangan ini melebihi kekuatan bahan, maka bahan akan terpotong atau rusak.

3) Tekanan (Pressure) dalam Sistem Pengolahan

Tekanan adalah gaya yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan dan dirumuskan sebagai:

$$P = F/A$$

Dalam pengolahan pangan, tekanan sangat penting pada:

- a) sistem ekstrusi,
- b) pengepresan minyak,
- c) pemadatan adonan,
- d) sistem hidrolik mesin.

Walaupun rumus tekanan dan tegangan sama secara matematis, konteks penggunaannya berbeda:

tekanan → fluida atau sistem tertutup,

tegangan → material padat.

Contoh Soal 2 – Tekanan pada Sistem Pengepresan

Sebuah alat pengepres adonan memberikan gaya 2000 N pada pelat dengan luas 0,02 m².

Hitung tekanan yang dihasilkan!

Penyelesaian

$$P = \frac{2000}{0,02} = 100\,000 \text{ Pa}$$

Jawaban

Tekanan sistem adalah 100 kPa.

Makna teknik:

Tekanan ini menentukan kepadatan dan tekstur adonan yang dihasilkan.

4) Gerak dan Kecepatan pada Mesin Pengolahan Pangan

Gerak sangat penting pada:

- a) conveyor belt,
- b) mixer,
- c) screw extruder.

Kecepatan linear dinyatakan sebagai:

$$v = s / t$$

dengan:

v = kecepatan (m/s)

s = jarak (m)

t = waktu (s)

Contoh Soal 3 – Kecepatan Conveyor

Sebuah conveyor membawa bahan pangan sejauh 12 m dalam waktu 30 detik.

Hitung kecepatan conveyor!

Penyelesaian

$$v = \frac{12}{30} = 0,4 \text{ m/s}$$

Jawaban

Kecepatan conveyor adalah 0,4 m/s.

Makna teknik:

Kecepatan conveyor yang terlalu tinggi dapat merusak bahan, sedangkan terlalu rendah menurunkan kapasitas produksi.

Relevansi Mekanika terhadap Desain Mesin Pangan

Pemahaman mekanika memungkinkan insinyur untuk:

- a) menentukan gaya minimum pemotongan,
- b) memilih material pisau dan rol,
- c) mengatur kecepatan mesin agar produk tidak rusak,
- d) meningkatkan keselamatan kerja dan efisiensi energi.

Dengan demikian, mekanika menjadi fondasi utama bagi desain dan operasi mesin pengolahan pangan.

3. Termodinamika dalam Teknik Pengolahan Pangan

Termodinamika mempelajari hubungan antara energi, panas, dan kerja dalam suatu sistem. Dalam pengolahan pangan, prinsip termodinamika sangat penting karena sebagian besar proses melibatkan pemanasan dan pendinginan, seperti:

- a. pasteurisasi dan sterilisasi,
- b. pemasakan dan pemanggangan,
- c. pendinginan dan pembekuan,
- d. pengeringan.

Pemahaman termodinamika memungkinkan insinyur pangan untuk menghitung kebutuhan energi, menentukan efisiensi proses, serta mencegah kerusakan mutu akibat perlakuan panas berlebih.

B. SISTEM TERMODINAMIKA DALAM PENGOLAHAN PANGAN

Dalam kajian teknik, sistem didefinisikan sebagai bagian dari alam semesta yang dikaji, misalnya:

1. susu di dalam tangki pasteurisasi,
2. udara panas di dalam oven,
3. produk pangan di dalam freezer.

Jenis Sistem

1. Sistem Terbuka

Massa dan energi dapat keluar–masuk
→ contoh: pengering, pasteurizer kontinu

2. Sistem Tertutup

Massa tetap, energi dapat berpindah
→ contoh: autoklaf tertutup

3. Sistem Terisolasi

Tidak ada perpindahan massa maupun energi
pendekatan ideal (jarang di industri)

C. HUKUM PERTAMA TERMODINAMIKA (NERACA ENERGI)

Hukum pertama termodinamika menyatakan bahwa:

Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, hanya dapat berubah bentuk.

Secara umum, neraca energi dituliskan sebagai:

$$Q - W = \Delta U$$

dengan:

Q = panas yang masuk ke sistem (kJ)

W = kerja yang dilakukan sistem (kJ)

ΔU = perubahan energi dalam (kJ)

Dalam banyak proses pengolahan pangan, kerja mekanik kecil, sehingga pendekatan sering disederhanakan menjadi:

$$Q = \Delta U$$

Panas Sensibel pada Bahan Pangan

Panas sensibel adalah panas yang menyebabkan perubahan suhu tanpa perubahan fase.

Rumus dasar:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

dengan:

Q = energi panas (kJ)

m = massa bahan (kg)

c_p = kalor jenis (kJ/kg·°C)

ΔT = perubahan suhu (°C)

Contoh Soal 1 – Pemanasan Bahan Pangan (Pasteurisasi)

Sebanyak 50 kg susu dipanaskan dari 30°C menjadi 75°C.

Kalor jenis susu diasumsikan 3,9 kJ/kg·°C.

Hitung energi panas yang dibutuhkan!

Penyelesaian

Langkah 1 – Tentukan perubahan suhu:

$$\Delta T = 75 - 30 = 45^\circ C$$

Langkah 2 – Substitusi ke rumus:

$$Q = 50 \times 3,9 \times 45$$

$$Q = 8775 \text{ kJ}$$

Jawaban

Energi panas yang dibutuhkan adalah 8.775 kJ.

Makna teknik:

Nilai ini menjadi dasar untuk:
menentukan kapasitas pemanas,
menghitung konsumsi energi,
menilai efisiensi proses pasteurisasi.

Pendinginan dan Pembekuan Pangan

Pada proses pendinginan, panas dikeluarkan dari sistem.

Rumusnya tetap sama, tetapi nilai Q bertanda negatif (pelepasan panas).

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_{akhir} - T_{awal})$$

Jika $T_{akhir} < T_{awal}$, maka $Q < 0$.

Contoh Soal 2 – Pendinginan Produk Pangan

Sebanyak 20 kg produk pangan didinginkan dari 40°C ke 10°C.

Kalor jenis produk adalah 4,0 kJ/kg·°C.

Hitung energi panas yang dilepaskan!

Penyelesaian

$$\Delta T = 10 - 40 = -30^\circ C$$

$$Q = 20 \times 4,0 \times (-30)$$

$$Q = -2400 \text{ kJ}$$

Jawaban

Energi panas yang dilepaskan adalah 2.400 kJ.

Makna teknik:

Energi ini harus diserap oleh sistem pendingin, sehingga menentukan kapasitas refrigerasi.

Peran strategis:

Lulusan bukan hanya operator teknologi, tetapi agen transformasi sistem pangan.

G. ETIKA, REGULASI, DAN PENERIMAAN MASYARAKAT

Keberhasilan inovasi teknologi pangan tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknis, tetapi juga oleh aspek etika, regulasi, dan penerimaan sosial.

1. Etika Rekayasa

Insinyur pangan harus mempertimbangkan:

- a. keselamatan konsumen,
- b. dampak lingkungan,
- c. kejujuran informasi produk.

Prinsip etika:

Teknologi harus memberi manfaat lebih besar daripada risikonya.

2. Kepatuhan terhadap Regulasi

Inovasi pangan harus sejalan dengan:

- a. regulasi keamanan pangan,
- b. standar mutu nasional dan internasional,
- c. kebijakan lingkungan.

Inovasi produk berbasis bahan lokal seperti ikan dan daun kelor menjadi salah satu strategi dalam mengatasi masalah gizi kurang pada anak balita (Dethan, 2024a; Dethan, Tamonob, et al., 2024; Hetharia et al., 2024; Lano et al., 2024). Tanpa kepatuhan regulasi, teknologi tidak dapat diterapkan secara luas.

3. Penerimaan Sosial dan Budaya

Teknologi baru sering menghadapi:

- a. keraguan konsumen,
- b. resistensi budaya,

c. isu kepercayaan.

Contoh:

- a. pangan hasil bioteknologi,
- b. daging kultur sel,
- c. pangan hasil rekayasa digital.

Kunci keberhasilan:

- a. Transparansi, edukasi publik, dan komunikasi yang etis.
- b. Refleksi Akhir Mahasiswa

Jawablah secara singkat:

1. Tantangan apa yang paling berat bagi industri pangan Indonesia?
2. Bagaimana peran insinyur pangan dalam membantu UMKM beradaptasi?
3. Mengapa penerimaan masyarakat sama pentingnya dengan teknologi itu sendiri?

H. STUDI REFLEKTIF

Studi Reflektif: Industri Pangan Indonesia 10–20 Tahun ke Depan

Pertanyaan Reflektif:

1. Teknologi apa yang paling relevan untuk Indonesia?
2. Bagaimana peran teknologi lokal dan kearifan lokal?
3. Apa kontribusi lulusan Mekanisasi Pertanian?

Mahasiswa diharapkan mengaitkan jawaban dengan Bab 1–11.

I. CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

Contoh Soal 1 (Reflektif)

- Mengapa pendekatan sistem menjadi kunci masa depan pengolahan pangan?

Pembahasan:

- Karena tantangan pangan bersifat kompleks dan saling terkait, sehingga memerlukan solusi terintegrasi.

Contoh Soal 2 (Aplikatif)

- Sebutkan satu teknologi masa depan dan potensi penerapannya di Indonesia!

Pembahasan:

- Contoh: IoT untuk rantai dingin UMKM pangan segar.

J. RANGKUMAN

Bab ini membahas tren, inovasi, dan arah masa depan teknik pengolahan pangan. Inovasi teknologi, keberlanjutan, dan pendekatan sistem akan menjadi fondasi utama industri pangan masa depan, dengan peran penting lulusan Mekanisasi Pertanian sebagai agen perubahan.

K. TUGAS AKHIR REFLEKTIF BUKU AJAR

Tugas:

Tuliskan esai singkat (2–3 halaman) tentang:

“Peran Teknik Pengolahan Pangan dalam Mewujudkan Sistem Pangan Berkelanjutan di Indonesia”

Gunakan minimal 3 konsep dari bab yang berbeda.

L. EVALUASI AKHIR PEMBELAJARAN MANDIRI

- ☐ Saya memahami arah masa depan teknik pengolahan pangan
- ☐ Saya memahami peran teknologi dan inovasi
- ☐ Saya memahami peran lulusan Mekanisasi Pertanian
- ☐ Saya siap menerapkan pengetahuan secara kontekstual

PENUTUP

Buku ajar ini dirancang untuk membekali mahasiswa dengan cara berpikir teknik, sistemik, dan berkelanjutan dalam pengolahan pangan. Diharapkan mahasiswa tidak hanya menjadi pengguna teknologi, tetapi juga perancang dan pengembang sistem pangan masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abineno, J. C., Dethan, J. J. S., Bunga, F. J. H., & Bunga, E. H. (2024). Characterization and performance analysis of Kesambi branch biomass briquettes: A study on particle size effects. *Journal of Ecological Engineering*, 26(1), 213–222. <https://doi.org/10.12911/22998993/195643>
- Barbosa-Cánovas, G. V., et al. (2014). *Emerging Technologies for Food Processing*. Elsevier.
- Dethan J. J. S., Bale-Therik J. F., Telupere Franky M. S., & Lalel Herianus J. D. (2023a). The Effect of Smoking Duration Use of Kesambi Leaf Biobriquette-Processed Torrefaction on Cooking Shrinkage and Characteristics Organoleptic Sei's Meat. *East African Scholars Journal of Agriculture and Life Sciences*, 6(08), 150–156. <https://doi.org/10.36349/easjals.2023.v06i08.001>
- Dethan J. J. S., Bale-Therik J. F., Telupere Franky M. S., & Lalel Herianus J. D. (2023b). The Effect of Smoking Durations on pH and Sei Meat Protein. *EAS Journal of Nutrition and Food Sciences*, 5(04), 113–118. <https://doi.org/10.36349/easjnfs.2023.v05i04.005>
- Dethan J.J.S., Adisasmito, S., Bale-Therik, J. F., Telupere, F. S., & Lalel, H. J. D. (2024). Characteristics of kesambi leaf torrefaction biomass. *AIP Conference Proceedings*, 050016. <https://doi.org/10.1063/5.0193717>
- Dethan JJS, Bale-Therik, J. F., Lalel, H. J. D., & Telupere, F. M. S. (2024). Optimisation of Particle Size of Torrefied Kesambi Leaf and Binder Ratio on the Quality of Biobriquettes. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 12(1). <https://doi.org/10.13044/J.SDEWES.D12.0490>

- Dethan, J. J. S. (2024a). Automated Drying of Moringa Leaves Using an Arduino Uno Microcontroller. *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 9(4), 2296–2304. <https://doi.org/10.36418/SYNTAX-LITERATE.V9I4.14975>
- Dethan, J. J. S. (2024b). AUTOMATED DRYING OF MORINGA LEAVES USING AN ARDUINO UNO MICROCONTROLLER. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v9i4>
- Dethan, J. J. S. (2024c). Evaluation of an empirical model for predicting the calorific value of biomass briquettes from candlenut shells and kesambi twigs. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering (AFSSAAE)*, 7(3), 253–264. <https://doi.org/10.21776/UB.AFSSAAE.2024.007.03.6>
- Dethan, J. J. S., Haba Bunga, F. J., Ledo, M. E. S., & Abineno, J. C. (2024). Characteristics of Residence Time of the Torrefaction Process on the Results of Pruning Kesambi Trees. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 13(1), 102. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v13i1.102-113>
- Dethan, J. J. S., Lapinangga, N. J., Nainiti, N. P. P. E., Makaborang, M., & Nikodemus, P. P. E. (2024). SISTEM PERTANIAN TERPADU.
- Dethan, J. J. S., Tamonob, A. M., & Krislayanto, I. (2024). Inovasi Kerupuk Ikan Lele dan Daun Kelor Dalam Upaya Membantu Pengentasan Kasus Gizi Kurang di Kabupaten Kupang. *SWARNA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(7), 547–552. <https://doi.org/10.55681/SWARNA.V3I7.1402>
- FAO. (2020). The Future of Food and Agriculture. FAO.
- Fellows, P. (2009). Food Processing Technology: Principles and Practice. CRC Press.
- Hetharia, G., Dethan, J. J. S., Nubatonis, L. M., & Bunga, F. J. H. (2024). Abon Ikan dan Nugget Daun Kelor: Upaya Kreatif dalam

- Mengatasi Gizi Kurang pada Anak Balita. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Desa*, 5(1), 34–39. <https://www.jurnallpmukaw.com/index.php/abdimaades/article/view/112>
- Huda, M. S., Dethan, J. J. S., Bunga, F. J. H., Koehuan, J. E., Kette, A. U. S., Lano, M., Makaborang, M., & Abineno, J. C. (2024). STUDI PENGGUNAAN RANTING KESAMBI SEBAGAI BAHAN BAKU BRIKET: PENGARUH JENIS PEREKAT TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN EFISIENSI PEMBAKARAN. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian*, 7(1), 163–172. <https://ejurnal.politanikoe.ac.id/index.php/psnp/article/view/389>
- Kette U, A. S., Dethan, J. J. S., & Tonfanus, R. J. (2023). PENGOLAHAN BRIKET ARANG KELAPA MENGGUNAKAN TEPUNG TAPIOKA DARI UBI KAYU. *SWARNA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 87–93. <https://doi.org/10.55681/SWARNA.V2I1.272>
- Kette, A. U. S., Dethan, J. J. S., Bunga, F. J. H., Banfatin, N., & Purwadi, R. (2024). Adding adhesive on making of waste bricket of eucalyptus oil refining. *THE 7TH BIOMEDICAL ENGINEERING'S RECENT PROGRESS IN BIOMATERIALS, DRUGS DEVELOPMENT, AND MEDICAL DEVICES: The 15th Asian Congress on Biotechnology in Conjunction with the 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ACB-ISBE 2022)*, 3080. <https://doi.org/10.1063/5.0195318>
- Lano, M. L., Dethan, J. J. S., & Kette, A. U. S. (2024). JURNAL ABDIMADES PROGRAM KEMITRAAN MASYARAKAT PEMBUATAN BUDIKDAMBER KELOMPOK WANITA GMIT LINGKUNGAN 8 JEMAAT PNIEL OEBOBO.

PROFIL PENULIS



Dr. Ir. Jemmy Jonson Sula Dethan, MP, lahir di Kupang pada tanggal 7 Januari 1968. Ketertarikan beliau terhadap bidang keteknikan pertanian mulai tumbuh sejak masa perkuliahan ketika menempuh pendidikan Sarjana (S1) pada Program Studi Mekanisasi Pertanian di Universitas Kristen Artha Wacana. Kemudian melanjutkan pendidikan Magister (S2) dalam bidang Teknik Pertanian di Universitas Gadjah Mada pada tahun 1994.

Pendidikan doktoral (S3) diselesaikan di Universitas Nusa Cendana pada bulan Desember 2023. Saat ini menjabat sebagai Kepala UPT Pusat Layanan Teknologi Informasi dan aktif sebagai dosen pengampu mata kuliah di bidang keteknikan pertanian. Selain menjalankan tugas akademik, beliau juga aktif dalam berbagai kegiatan ilmiah dan organisasi profesi, khususnya dalam Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA). Dalam bidang penelitian dan publikasi ilmiah, secara konsisten menulis artikel pada jurnal nasional dan internasional, serta menyusun buku ajar, book chapter, dan buku referensi. Fokus keilmuan meliputi mekanisasi pertanian, konversi energi biomassa, teknologi pengolahan berbasis sumber daya lokal, serta pengembangan sistem pertanian berkelanjutan.

Identitas akademik penulis dapat diakses melalui:

Google Scholar ID : rQyJrpsAAAAJ

Scopus ID : 57217129230

Web of Science Researcher ID : GPS-5328-2022

Garuda ID : 5760158

SINTA ID : 6663140

ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0002-6815-7341>

Email:

jemmydethan19@gmail.com

johnson@ukaw.ac.id

Teknik Pengolahan Pangan

Perkembangan industri pangan modern menuntut pendekatan yang tidak lagi bersifat empiris semata, tetapi berbasis prinsip-prinsip teknik yang terukur dan sistematis. Buku ini menyajikan materi teknik pengolahan pangan secara komprehensif, dimulai dari konsep dasar rekayasa, sifat teknik bahan pangan, operasi dasar pengolahan, hingga isu keberlanjutan dan inovasi teknologi masa depan.

Keunggulan buku ini terletak pada pendekatan integratif antara teori dan aplikasi teknik. Setiap bab tidak hanya memaparkan konsep, tetapi juga dilengkapi contoh soal, studi kasus, dan evaluasi pembelajaran mandiri. Hal ini menjadikan buku ini tidak hanya sebagai referensi akademik, tetapi juga sebagai panduan praktis dalam memahami sistem pengolahan pangan modern.

Struktur penyajian materi yang sistematis menunjukkan kedalaman penguasaan penulis terhadap bidang teknik pengolahan pangan, sekaligus relevan dengan tantangan industri pangan yang semakin kompleks dan berbasis teknologi.



IKAPI
IKATAN AHLI PANGAN INDONESIA

CV. Tahta Media Group
Surakarta, Jawa Tengah
Web : www.tahtamedia.com
Ig : tahtamedia group
Telp/WA : +62 896-5427-3996

