

# TEKNOLOGI BIOKIMIA DAN PANGAN



**Khartini Kaluku, Made Gendis Putri Pertiwi,  
Ilham Ahmad, Marta Tika Handayani,  
Aldilla Sari Utami, Revita, Fathimah,  
Nur Susan Iriyanti Ibrahim, Dini Wulan Dari**

# **TEKNOLOGI BIODIVERSITAS DAN PANGAN**

**Khartini Kaluku  
Made Gendis Putri Pertiwi  
Ilham Ahmad  
Marta Tika Handayani  
Aldilla Sari Utami  
Revita  
Fathimah  
Nur Susan Iriyanti Ibrahim  
Dini Wulan Dari**



**GET PRESS INDONESIA**

# TEKNOLOGI BOKIMIA DAN PANGAN

## **Penulis :**

Khartini Kaluku  
Made Gendis Putri Pertiwi  
Ilham Ahmad  
Marta Tika Handayani  
Aldilla Sari Utami  
Revita  
Fathimah  
Nur Susan Iriyanti Ibrahim  
Dini Wulan Dari

**ISBN : 978-623-198-661-0**

**Editor :** Dr. Neila Sulung, S.Pd., Ns., M.Kes.

**Penyunting :** Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes.

**Desain Sampul dan Tata Letak :** Atyka Trianisa, S.Pd

**Penerbit :** GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

## **Redaksi :**

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah  
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat  
Website : [www.getpress.co.id](http://www.getpress.co.id)  
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, 5 September 2023

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

## **KATA PENGANTAR**

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Teknologi Biokimia Dan Pangan ini.

Buku ini membahas Pengantar: Perkembangan teknik kimia dan teknologi biokimia, Kinetika reaksi enzim, Desain reaktor enzimatik, Imobilisasi enzim, Aplikasi enzim dalam industri, Kinetika sel, Rekayasa genetika, Gizi, komposisi dan faedah makanan, Teknologi pengawetan.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, 5 September 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>   | <b>i</b>    |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>   | <b>ii</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>  | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>   | <b>viii</b> |
| <b>BAB 1 PERKEMBANGAN TEKNIK KIMIA DAN<br/>TEKNOLOGI BIOKIMIA .....</b> | <b>1</b>    |
| 1.1 Pengantar .....   | 1           |
| 1.2 Definisi Biokimia .....   | 1           |
| 1.3 Sejarah Perkembangan Teknologi Biokimia.....                        | 3           |
| 1.4 Ruang Lingkup Biokimia.....   | 5           |
| 1.5 Tujuan Dan Manfaat Teknologi Biokimia.....                          | 6           |
| 1.6 Komponen Kimiawi Sel.....   | 11          |
| 1.7 Penutup.....  | 13          |
| DAFTAR PUSTAKA.....   | 16          |
| <b>BAB 2 KINETIKA REAKSI ENZIM.....</b>                                 | <b>19</b>   |
| 2.1 Pendahuluan .....   | 19          |
| 2.2 Kinetika Reaksi Enzim .....   | 21          |
| 2.3 Faktor – faktor yang mempengaruhi kinetika<br>reaksi enzim .....    | 26          |
| 2.3.1 Suhu .....  | 27          |
| 2.3.2 pH .....  | 28          |
| 2.3.3 Konsentrasi substrat.....   | 28          |
| 2.3.4 Konsentrasi enzim .....   | 29          |
| 2.3.5 Inhibitor .....   | 30          |
| 2.3.6 Aktivator.....  | 30          |
| 2.4 Inhibitor Enzim .....   | 30          |
| 2.4.1 Inhibitor kompetitif .....  | 31          |
| 2.4.2 Inhibitor non kompetitif.....                                     | 33          |
| 2.4.3 Inhibitor unkompetitif.....                                       | 34          |
| 2.5 Reaksi enzim dengan dua substrat .....                              | 36          |
| 2.5.1 Compulsory-ordered mechanism .....                                | 36          |

|  |            |
|--|------------|
| 2.5.2 Random-order mechanism.....  | 37         |
| 2.5.3 Ping-pong bi-bi mechanism.....   | 38         |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | 39         |
| <b>BAB 3 DESAIN REAKTOR ENZIMATIK.....</b>   | <b>41</b>  |
| 3.1 Mode Operasi dan Konfigurasi Reaktor .....   | 41         |
| 3.2 Definisi Kondisi Ideal.....  | 43         |
| 3.3 Strategi untuk Desain Reaktor dan Evaluasi Kinerja....   | 44         |
| 3.4 Model Matematika untuk Kinetika Enzim, Mode<br>Operasi, dan Konfigurasi Reaktor dalam<br>Kondisi Ideal ..... | 45         |
| 3.4.1 Reaktor Enzim Batch .....  | 45         |
| 3.4.2 Reaktor Enzim Kontinyu .....   | 51         |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | 62         |
| <b>BAB 4 IMOBILISASI ENZIM .....</b>   | <b>63</b>  |
| 4.1 Pendahuluan.....   | 63         |
| 4.2 Metode Imobilisasi Enzim .....   | 64         |
| 4.2.1 Metode Carrier-binding.....  | 65         |
| 4.2.2 Metode Cross-linking.....  | 67         |
| 4.2.3 Metode Penjebakan ( <i>Entrapment</i> ).....   | 69         |
| 4.3 Perubahan Sifat Enzim Terimobilisasi .....   | 72         |
| 4.4 Faktor Pemilihan Metode Imobilisasi.....   | 73         |
| 4.5 Faktor Yang Mempengaruhi Aktivitas Enzim<br>Pada Proses Imobilisasi.....                                     | 74         |
| 4.6 Bahan Pendukung Imobilisasi.....   | 75         |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | 81         |
| <b>BAB 5 APLIKASI ENZIM DALAM INDUSTRI.....</b>  | <b>85</b>  |
| 5.1 Pendahuluan.....   | 85         |
| 5.2 Jenis jenis enzim dan peranannya dalam<br>industri pangan .....  | 86         |
| 5.3 Permasalahan dan Regulasi mengenai penggunaan<br>enzim dalam industri pangan .....                           | 96         |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | 101        |
| <b>BAB 6 KINETIKA SEL .....</b>  | <b>103</b> |

|  |            |
|--|------------|
| 6.1 Model Klasik Kinetika Reaksi Kimia.....                              | 104        |
| 6.2 Reaksi Intraseluler Menggunakan Model Klasik.....                    | 107        |
| 6.3 Model Diskrit Dan Stokastik Kinetika Reaksi Kimia.....               | 109        |
| 6.4 Model Homogen Versus Heterogen.....                                  | 116        |
| 6.5 Penentuan Model Kinetika Reaksi Dalam Sel.....                       | 120        |
| 6.6 Aplikasi Model Kinetika Reaksi Dalam Sel.....                        | 121        |
| 6.7 Rangkuman.....   | 122        |
| DAFTAR PUSTAKA.....  | 124        |
| <b>BAB 7 REKAYASA GENETIKA.....</b>                                      | <b>125</b> |
| 7.1 Pendahuluan.....   | 125        |
| 7.2 Mengenal Rekayasa Genetika.....                                      | 126        |
| 7.3 Teknik Rekayasa Genetika.....  | 127        |
| 7.3.1 Teknik Homologous Recombination.....                               | 127        |
| 7.3.2 Teknik Knockout.....   | 128        |
| 7.3.3 Teknik knockins.....   | 129        |
| 7.3.4 Teknik Replecement.....  | 130        |
| 7.3.5 Teknik Random Integration of DNA after<br>Direct Transfection..... | 131        |
| 7.3.7 Teknik Transposon-Mediated DNA Insertion.....                      | 132        |
| 7.3.7 Teknik DNA Insertion Mediated by Viral Vectors.....                | 132        |
| 7.4 Prinsip Rekayasa Genetika.....                                       | 133        |
| 7.5 Manfaat dan Risiko Rekayasa Genetika.....                            | 137        |
| DAFTAR PUSTAKA.....  | 140        |
| <b>BAB 8 GIZI, KOMPOSISI DAN FAEDAH MAKANAN.....</b>                     | <b>144</b> |
| 8.1 Pendahuluan.....   | 144        |
| 8.2 Gizi dalam Makanan.....  | 144        |
| 8.2.1 Pengertian Gizi Seimbang.....                                      | 145        |
| 8.2.2 Fungsi gizi untuk kesehatan.....                                   | 147        |
| 8.2.3 Kandungan gizi dalam makanan.....                                  | 150        |
| 8.3 Komposisi Makanan.....   | 152        |
| 8.3.1 Karbohidrat.....   | 152        |
| 8.3.2 Protein.....   | 153        |
| 8.3.3 Lemak.....   | 154        |

|  |            |
|--|------------|
| 8.3.4 Vitamin.....   | 155        |
| 8.3.5 Mineral .....  | 155        |
| 8.3.6 Air.....   | 156        |
| 8.4 Faedah Makanan .....                                       | 157        |
| 8.4.1 <i>Gastronomic function</i> atau fungsi gastronomik..... | 157        |
| 8.4.2 Alat Identitas Budaya .....                              | 157        |
| 8.4.3 Alat komunikasi.....                                     | 158        |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | 159        |
| <b>BAB 9 TEKNOLOGI PENGAWETAN.....</b>                         | <b>162</b> |
| 9.1 Pendahuluan.....   | 162        |
| 9.2 Tujuan Pengawetan Pangan .....                             | 164        |
| 9.3 Prinsip Pengawetan Pangan .....                            | 165        |
| 9.4 Pengawetan Pangan Secara Tradisional.....                  | 167        |
| 9.4 Pengawetan Pangan Secara Modern.....                       | 169        |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | 180        |
| <b>BIODATA PENULIS</b>   |            |



## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 1.1.</b> Distribusi Biomolekul di Dalam Sel.....   | 13 |
| <b>Gambar 2.1.</b> Model kunci dan gembok (a) sebelum terbentuk kompleks enzim-substrat (b) saat terbentuk kompleks enzim-substrat ..... | 20 |
| <b>Gambar 2.2.</b> Model induksi pas enzim dan substrat .....  | 20 |
| <b>Gambar 2.3.</b> Kurva energi dalam reaksi .....   | 22 |
| <b>Gambar 2.4.</b> Pengaruh konsentrasi substrat terhadap kecepatan awal reaksi enzim.....   | 23 |
| <b>Gambar 2.5.</b> Grafik Lineweaver-Burk .....  | 26 |
| <b>Gambar 2.6.</b> Hubungan laju reaksi dengan suhu.....   | 27 |
| <b>Gambar 2.7.</b> Hubungan laju reaksi dengan pH.....   | 28 |
| <b>Gambar 2.8.</b> Hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi substrat .....   | 29 |
| <b>Gambar 2.9.</b> Hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi enzim .....  | 29 |
| <b>Gambar 2.10.</b> Inhibitor kompetitif.....  | 31 |
| <b>Gambar 2.11.</b> Grafik Lineweaver-Burk untuk inhibitor kompetitif.....   | 32 |
| <b>Gambar 2.12.</b> Inhibitor non kompetitif.....  | 33 |
| <b>Gambar 2.13.</b> Grafik Lineweaver-Burk untuk inhibitor non kompetitif.....   | 34 |
| <b>Gambar 2.14.</b> Inhibitor unkompetitif.....  | 35 |
| <b>Gambar 2.15.</b> Grafik Lineweaver-Burk untuk inhibitor unkompetitif .....  | 35 |
| <b>Gambar 2.16.</b> <i>Compulsory-ordered mechanism</i> .....  | 37 |
| <b>Gambar 2.17.</b> <i>Random-order mechanism</i> .....  | 38 |
| <b>Gambar 2.18.</b> <i>Ping-pong bi-bi mechanism</i> .....   | 38 |
| <b>Gambar 3.1.</b> Konfigurasi reaktor dengan enzim amobil.....  | 42 |
| <b>Gambar 3.2.</b> Kinerja reaktor tangki berpengaduk batch (BSTR) di bawah kinetika.....  | 48 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Gambar 3.3.</b> Menyajikan representasi grafis dari kinerja reaktor untuk OS (A dan B : <i>limiting</i> ) dan kinetika RS.....              | 50  |
| <b>Gambar 3.3.</b> Kinerja reaktor tangki berpengaduk batch untuk: (a) Mekanisme OS.....   | 52  |
| <b>Gambar 3.4.</b> Kinerja continuous packed-bed reactor (CPBR) dan <i>continuous stirred-tank reactor</i> (CSTR).....                         | 55  |
| <b>Gambar 3.5.</b> Kinerja <i>continuous packed-bed reactor</i> (CPBR) dan <i>continuous stirred-tank reactor</i> (CSTR).....                  | 60  |
| <b>Gambar 4.1.</b> Immobilisasi Enzim dengan metode Adsorpsi Fisik.....  | 65  |
| <b>Gambar 4.2.</b> Ikatan Kovalen.....   | 67  |
| <b>Gambar 4.3.</b> Metode Immobilisasi Enzim dengan Cross-linking .....  | 68  |
| <b>Gambar 4.4.</b> Metode Immobilisasi Enzim dengan Cross-linking .....  | 68  |
| <b>Gambar 4.5.</b> Imobilisasi enzim dengan teknik matriks.....  | 70  |
| <b>Gambar 4.6.</b> Penjebakan teknik mikrokapsul .....   | 72  |
| <b>Gambar 4.7.</b> Imobilisasi enzim dengan teknik mikrokapsul.....  | 72  |
| <b>Gambar 5.1.</b> Hidrolisis pati oleh enzim amilase.....   | 88  |
| <b>Gambar 5.2.</b> Struktur Kimia Bromelin .....   | 92  |
| <b>Gambar 5.3.</b> Perbandingan produk bakso diproduksi secara konvensional dan bakso diproduksi dengan penambahan enzim transglutaminase..... | 94  |
| <b>Gambar 5.4.</b> Resiko titik kritis enzim mikrobial .....   | 99  |
| <b>Gambar 6.1.</b> Ilustrasi interior organisme prokariotik – sel <i>Escherichia coli</i> .....  | 113 |
| <b>Gambar 6.2.</b> Empat model model kinetika reaksi dalam sel.....  | 120 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabel 3.1.</b> Model Kinerja Reaktor Enzima untuk<br>Reaksi Substrat Tunggal..... | 47 |
| <b>Tabel 4.1.</b> Jenis-jenis Bahan Pendukung .....                                  | 76 |
| <b>Tabel 5.1.</b> Aplikasi enzim dalam industri pangan .....                         | 95 |

# **BAB 1**

## **PERKEMBANGAN TEKNIK KIMIA DAN TEKNOLOGI BIOKIMIA**

*Oleh Khartini Kaluku*

### **1.1 Pengantar**

Setiap organisme hidup, baik manusia, hewan maupun tumbuhan, tersusun dari komponen kesatuan terkecil yang disebut sel. Selama setiap siklus hidup terdapat banyak aktivitas seluler dan transformasi yang mendukung fungsi semua organisme hidup. Fenomena kehidupan dalam hal pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi, serta hal-hal terkait lainnya, termasuk dalam ilmu biologi, kimia, dan ilmu lain seperti kesehatan dan kedokteran.

Biokimia adalah studi tentang proses kimia dalam organisme hidup. Biokimia mengatur semua organisme hidup dan proses kehidupan. Dengan mengendalikan aliran informasi melalui sinyal biokimia dan aliran energi kimia melalui metabolisme, proses biokimia memunculkan fenomena kehidupan yang tampaknya ajaib. Sebagian besar biokimia berkaitan dengan struktur dan fungsi komponen seluler dari karbohidrat, protein, lipid, biomolekul dan asam nukleat.

### **1.2 Definisi Biokimia**

Biokimia adalah ilmu yang menghubungkan dan mengaitkan kimia dan biologi yang menggambarkan hukum fisika dan kimia sebagai gambaran proses daur hidup (Hawab, 2003). Biokimia menggambarkan proses kehidupan yang dimulai dari sel, yang merupakan unit terkecil dengan struktur yang unik. Sementara itu, senyawa penyusun sel bersifat biologis dan kimiawi,

termasuk biokimia. Organisme memiliki tiga ciri, yaitu memiliki struktur yang kompleks dan tertata dengan baik, kemampuan mengatur diri sendiri dan melindungi sesuai dengan lingkungannya (Hukum Termodinamika II), dan kemampuan memperbanyak diri (berkembang biak).

Biokimia menyatukan perspektif yang berbeda tentang kimia dan biologi dan menghubungkan ilmu yang terkait dengan proses kimia dalam semua siklus kehidupan seperti bioteknologi, genetika, biologi sel dan biologi molekuler (Poedijadi, 2009). Biokimia mempelajari sel-sel penyusun organisme hidup dan komposisi kimiawi sel penyusunnya, sifat senyawa penyusun sel (faktor genetik, pertumbuhan sel, aktivitas sel, dll.). katalis dalam metabolisme), reaksi kimia atau proses metabolisme terjadi. Di dalam sel hidup, senyawa kimia yang mendukung semua aktivitas organisme hidup serta energi yang dibutuhkan atau dihasilkan dalam setiap aktivitas seluler yang menyusun organisme hidup.

Dalam pembahasannya, biokimia menyajikan proses kehidupan dan keberadaan makhluk hidup dengan proses kimiawi yang terjadi di dalam tubuh. Dalam perkembangannya, ilmu ini mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir, dengan berbagai penelitian yang telah dilakukan, masyarakat dapat merasakan banyak hasil dalam kehidupan sehari-hari. Saat ini beberapa bidang yang terpengaruh oleh biokimia ini antara lain kedokteran, farmasi, dan pertanian. dan memberikan kemajuan perkembangan dalam ilmu biologi.

Biokimia adalah studi tentang kimia, konstituen seluler yang terjadi pada organisme hidup. Biokimia adalah ilmu kimia makhluk hidup. Ahli biokimia mempelajari molekul dan reaksi kimia yang dikatalisis oleh enzim yang terjadi pada semua makhluk hidup.

Istilah "biokimia" pertama kali diusulkan pada tahun 1903 oleh Karl Neuber, seorang ahli kimia Jerman. Dari situ, biokimia berkembang, hingga abad ke-20 dengan ditemukannya banyak

teknik baru seperti kromatografi, difraksi sinar X. Elektrolisis, resonansi magnetik nuklir, resonansi magnetik nuklir, radiasi pelabelan isotop radioaktif, mikroskop elektron, simulasi kinetika molekuler. Teknik-teknik ini memungkinkan deteksi dan analisis mendalam dari berbagai jalur metabolisme molekuler dan seluler, seperti glikolisis dan siklus asam nitrat (siklus Krebs).

### **1.3 Sejarah Perkembangan Teknologi Biokimia**

Biokimia berasal dari bahasa Yunani bios "kehidupan" dan chemis "kimia" yang dipahami sebagai ilmu yang mempelajari dasar kimiawi kehidupan dan sebagai ilmu tentang reaksi kimia atau interaksi molekuler dalam sel hidup (Hawab, 2003).

Istilah biokimia dikemukakan oleh Karl Neuberg (1903), seorang ahli kimia Jerman, dan pada pertengahan abad ke-18, Karl Wilhelm Scheele, seorang ahli kimia Swedia yang melakukan penelitian tentang komposisi kimia jaringan pada tumbuhan dan hewan (Poedijadi, 2009). Selain itu, ia mampu memisahkan asam oksalat, asam laktat, asam sitrat dan beberapa ester dan kasein dari produk alami. Pada awal abad ke-19, Friedrich Wohler, khususnya pada tahun 1828, menunjukkan bahwa urea, suatu senyawa yang terdapat dalam urin, dapat dibuat di laboratorium dengan memanaskan sianat basa dengan garam amonium (Poedijadi, 2009). Perkembangan biokimia dilanjutkan dengan penemuan saudara Eduard dan Hans Buchner, yang berdasarkan hasil percobaan mereka, menunjukkan bahwa sel ragi yang mati masih dapat menyebabkan fermentasi gula dalam alkohol. Penemuan kedua bersaudara ini merupakan langkah baru dalam pengembangan pengetahuan dan aplikasi biokimia, yaitu kemampuan menganalisis reaksi dan proses biokimia dengan peralatan laboratorium (*in vitro*) tanpa menggunakan organisme hidup (*in vivo*). Penemuan ini diikuti dengan penemuan dan penerapan biokatalis, yaitu katalis alami yang mampu mempercepat reaksi kimia.

Kemudian, pada tahun 1926, J.B. Sumner mendemonstrasikan bahwa urease, enzim yang diperoleh dari biji nangka, dapat mengkristal seperti senyawa organik lainnya. Hal ini semakin memperkuat fakta bahwa enzim dengan struktur kompleksnya dapat dipelajari bahkan pada skala laboratorium. Seiring dengan perkembangan biokimia, ahli biologi sel telah berkontribusi dalam bidang struktur sel. Dimulai dengan Robert Hooke pada abad ke-17, ia mengamati sel, sehingga perbaikan teknik mikroskopi dapat meningkatkan pemahaman tentang struktur yang kompleks (Poedijadi, 2009).

Perkembangan mikroskop elektron pada pertengahan abad ke-20 juga memberikan kontribusi yang sangat berarti bagi perkembangan ilmu biokimia, baik untuk memahami struktur senyawa biokimia, reaksi kimia yang terjadi di dalam sel maupun menentukan reaksi metabolisme dalam sel hidup. . Selanjutnya dalam bidang genetika, seorang ahli genetika bernama Gregor Mendel pada pertengahan abad ke-19 dan kemudian sekitar abad ke-20, berdasarkan hasil penelitiannya, mendemonstrasikan bahwa gen-gen yang menyusun sel adalah sel-sel hidup. Pada tahun 1869, asam nukleat diisolasi oleh Friedrich Miescher, dan pada awal abad ke-20, ahli biokimia berpendapat bahwa hanya protein yang paling kompleks secara struktural yang membawa informasi genetik, sedangkan asam nukleat dianggap sebagai senyawa. Pada pertengahan abad ke-20, ditunjukkan bahwa asam deoksiribonukleat (DNA) adalah senyawa yang membawa informasi genetik. James Watson dan Francis Crick (1953) berdasarkan hasil eksperimennya dalam menjelaskan struktur tiga dimensi DNA dan mekanisme replikasinya yang menjadi dasar untuk memahami fungsi gen pada manusia yang memiliki ciri-ciri organisme (Yuwono, 2006). Pada tahun 1970-an, Paul Berg melakukan percobaan penyambungan DNA dari virus untuk mendapatkan DNA rekombinan dan menjadi titik awal baru untuk

pengembangan teknologi baru yang sangat membantu pengembangan aplikasi biokimia di berbagai bidang kehidupan.

Secara umum, selama abad ke-20, biokimia telah mengalami perkembangan pesat, dibantu oleh kemajuan atau perkembangan analisis kromatografi, penemuan hasil antara dalam proses transformasi kimia karbohidrat, lipid dan protein, penemuan primer, sekunder, struktur tersier dan kuaterner protein, serta struktur DNA dan RNA yang memiliki arti sangat berbeda penting dalam perkembangan biokimia (Poedijadi, 2009).

## **1.4 Ruang Lingkup Biokimia**

Di masa lalu, biokimia dianggap sebagai cabang fisiologi, kesehatan/kedokteran, dan kimia organik. Sejak tahun 1940-an, biokimia berkembang pesat berkat perkembangan ilmu-ilmu lain yang telah menghasilkan alat analitik/analitik yang sangat sensitif dan menghasilkan bahan perunut isotop, memungkinkan para ahli menemukan dan menjelaskan fenomena biologi.

Ada tiga perkembangan yang mengarah pada pengakuan biokimia sebagai ilmu tersendiri dan bukan lagi cabang ilmu. Yang pertama adalah pengenalan sistem multi-enzim yang bertindak sebagai katalis dalam metabolisme. Yang kedua adalah selama metabolisme terjadi transfer energi dalam sel hidup. Ketiga, hereditas adalah proses biologis yang dapat dijelaskan oleh molekul.

Pada tahun-tahun terakhir abad ini, biokimia mempelajari fenomena biologis mendasar, termasuk diferensiasi, asal usul kehidupan dan evolusi, serta perilaku dan ingatan organisme yang lebih tinggi. Hasil yang diperoleh sains ini sangat menakjubkan sehingga beberapa ahli berpendapat bahwa biologi pada dasarnya adalah kimia. Fenomena biologis hanyalah peristiwa yang dapat dijelaskan secara murni oleh ilmu kimia.



Masih harus dibuktikan apakah biokimia dapat mencapai tujuan dasarnya, yaitu untuk menentukan apakah kumpulan molekul/senyawa yang terkandung dalam organisme hidup setelah berinteraksi satu sama lain dapat membentuk, mempertahankan dan mempertahankan kehidupan atau tidak. Tujuan di atas jelas sulit dicapai. Namun jika tujuannya adalah untuk mengkarakterisasi organisme hidup, mungkin masih banyak lagi yang bisa dilakukan oleh para ahli di bidang biokimia. Salah satu pertanyaan yang perlu dijawab oleh ahli biokimia adalah mengapa sekelompok senyawa tak hidup yang ditemukan dalam organisme hidup, setelah berinteraksi, dapat menunjukkan sifat-sifat kehidupan.

## **1.5 Tujuan Dan Manfaat Teknologi Biokimia**

Tujuan kajian biokimia adalah untuk mendeskripsikan organisasi, fungsi zat hidup dan struktur pada tingkat molekuler dalam hubungannya dengan pembentukan struktur organisme “molekular” mulai dari tingkat seluler, organ, jaringan dan sistem organ. Selain itu, biokimia juga menjelaskan mekanisme reaksi kimia yang terjadi di dalam sel serta reaksi kimia yang terlibat dalam reproduksi, pertumbuhan, dan kematian organisme atau sel, serta bagaimana menyimpan dan mendistribusikan informasi genetik secara tepat dan akurat. Metabolisme sel, termasuk reaksi penggunaan enzim, yaitu katalis biologis yang membantu mempercepat proses reaksi biokimia tersebut.

Tujuan mempelajari biokimia erat kaitannya dengan keunggulan mempelajari biokimia, yaitu hasilnya telah banyak diterapkan baik di laboratorium maupun di luar laboratorium, antara lain dalam bidang farmasi, kedokteran, gizi, pertanian, dan lain-lain. Manfaat ini meliputi:

1. Pemeriksaan darah meliputi kadar kolesterol, SGPT-SGOT, bilirubin, kolesterol, trigliserida, dll.
2. Viagra

3. Isoproterenol → menyerupai hormon epinefrin/adrenalin karena menghambat rangsangannya.
4. Obat-obatan dan antibiotik seperti penisilin, streptomisin, eritromisin, dll.
5. 6-Merkapto Purine → menghambat sintesis DNA dalam kultur sel darah putih
6. AZT (*azido dideoxy thymidine*) → menggantikan tiamin, memblokir sintesis DNA virus (HIV)
7. Herbisida dan insektisida → biasanya merupakan penghambat salah satu enzim tanaman atau serangga.

Manfaat mempelajari biokimia dalam berbagai disiplin ilmu lainnya adalah :

1. Tinjauan Ilmu Mikrobiologi

Meskipun ilmu mikrobiologi dan biokimia berfokus pada aspek biologi yang berbeda, keduanya juga tumpang tindih. Pengetahuan tentang protein yang terlibat dalam metabolisme membantu mempelajari perkembangannya. Demikian juga, memahami makromolekul yang membentuk reseptor yang digunakan virus untuk mengikat dan menginfeksi sel manusia juga akan memungkinkan kita mempelajari proses infeksi virus. Area lain yang tumpang tindih menyangkut teknologi DNA rekombinan. Di bidang ini, sel bakteri atau ragi digunakan untuk menghasilkan protein manusia, membuatnya tersedia dalam vaksin atau obat lain.

2. Penelitian fisiologis

Fisiologi menggunakan berbagai metode untuk mempelajari bagaimana molekul biologis, sel, jaringan, organ, sistem organ, dan seluruh organisme melakukan fungsi fisik dan kimianya untuk menopang kehidupan.

3. Kajian Pernafasan

Oksigen merupakan kebutuhan dasar organisme yang harus dipenuhi terutama pada saat respirasi. Dari sudut pandang

biokimia, bagaimana oksigen masuk ke dalam tubuh dan bergerak melalui darah agar darah dapat menjalankan fungsi metabolismenya. Untuk mempertahankan hidup, manusia harus dapat mengambil oksigen dari atmosfer dan mentransfernya ke dalam sel untuk digunakan untuk kebutuhan metabolisme.

4. Dalam studi tentang enzim

Sel hidup yang sangat kecil dapat dianggap sebagai reaktor kimia kompleks termasuk untuk sel bakteri yang lebih kecil dari sel eukariotik, dan bahkan sel bakteri yang hidup di dalam sel eukariotik, seperti sel bakteri dari kelompok mikoplasma.

5. Dalam bidang kesehatan

Dengan menggunakan biokimia dalam bidang medis, kita dapat memahami kesehatan kita dan menjaga kesehatan kita agar terhindar dari penyakit yang ada. Jika kita pernah terkena suatu penyakit, kita juga dapat memahami dan mengobati penyakit tersebut secara efektif. Selain itu, biokimia juga dapat menjelaskan hal-hal dalam bidang farmakologi dan toksikologi karena kedua bidang ini berkaitan dengan pengaruh bahan kimia lular terhadap metabolisme. Kedua, obat sering mempengaruhi beberapa jalur metabolisme. Misalnya, antibiotik penisilin dapat membunuh bakteri dengan cara menghambat pembentukan polisakarida pada dinding sel bakteri. Dengan demikian, bakteri akan mati karena tidak dapat membentuk sel.

6. Bidang pertanian

Beberapa contoh aplikasi biokimia di bidang pertanian antara lain adalah aplikasi pestisida. Secara umum, pestisida bekerja dengan cara menghambat enzim yang bekerja pada hama atau organisme tertentu. Dalam hal ini, biokimia berperan dalam mempelajari mekanisme kerja pestisida sehingga dapat meningkatkan selektivitas dan dengan demikian mencegah dampak negatif lingkungan yang dapat ditimbulkannya. Selain

meningkatkan mutu produk pertanian dan peternakan melalui biokimia, kita dapat mewujudkan dan mengaplikasikan hasil-hasil penelitian di bidang genetika. Rekayasa genetika saat itu banyak dilakukan dan hasilnya cukup memuaskan.

#### 7. Bidang gizi

Biokimia berperan dalam memecahkan masalah gizi suatu bahan pangan. Jika makanan yang kita makan tidak cukup bergizi untuk kebutuhan gizi kita sehari-hari, gizi buruk akan menyerang terutama anak-anak yang rentan terhadap penyakit ini. Karena salah satu penyebab kekurangan gizi adalah makan dan infeksi, maka dengan mengetahui reaksi-reaksi yang terjadi di dalam tubuh, kita akan mengatasi kekurangan gizi dan mengatur pola makan kita sehingga kita bisa mendapatkan makanan yang optimal.

Selain menerapkan biokimia dalam makanan, kita akan dapat menghindari dan mengatasi gizi buruk dan kita akan dapat menyesuaikan pola makanan yang akan kita makan sehingga kita dapat menikmati makanan tersebut secara optimal. Selain penerapan biokimia pada makanan, kita juga terhindar dari dampak pencemaran lingkungan oleh limbah yang berbahaya bagi kesehatan.

#### 8. Di bidang peternakan

Biokimia sangat penting dalam peternakan karena pemeliharaan fungsi tubuh dan performa hewan akan maksimal jika proses pencernaannya optimal. Pencernaan berlangsung secara optimal jika enzim yang diperlukan tersedia dalam jenis yang tepat dan dalam jumlah yang tepat. Dengan memahami reaksi enzimatik yang terjadi di saluran pencernaan, kita dapat meningkatkan efektivitas reaksi tersebut, misalnya dengan menambahkan aditif mungguan berupa enzim pemecah selulosa pada pakan broiler yang mengandung kandungan serat yang relatif tinggi.

9. Industri peternakan dan perikanan budidaya

Biokimia memainkan peran penting dalam ilmu hewan dan akuakultur karena proses yang terjadi dalam menjaga fungsi tubuh dan produktivitas ternak dan ikan dimaksimalkan. Jika pencernaan berjalan optimal. Pencernaan baru berlangsung optimal jika enzim yang diperlukan tersedia dalam jumlah dan variasi yang tepat. Dengan memahami reaksi enzimatik yang terjadi di saluran cerna, kita dapat meningkatkan efisiensi reaksi tersebut, misalnya dengan menambahkan feed additive berupa enzim pemecah selulosa pada pakan broiler yang mengandung nutrisi ini dalam jumlah yang tinggi. .

10. Farmakologi farmakologi dan toksikologi

Biokimia juga dapat menjelaskan pertanyaan di bidang farmakologi dan toksikologi karena kedua bidang ini berkaitan dengan pengaruh bahan kimia eksternal pada metabolisme. Obat umumnya mempengaruhi beberapa jalur metabolisme, misalnya antibiotik penisilin dapat membunuh bakteri dengan cara menghambat pembentukan polisakarida pada dinding sel bakteri. Dengan demikian, bakteri akan mati karena tidak dapat membentuk sel.

11. Asuhan keperawatan pada pasien

Hasil penelitian juga menentukan diagnosis, prognosis dan pengobatan penyakit. Pendekatan biokimia seringkali merupakan elemen mendasar dalam menjelaskan etiologi penyakit dan merancang terapi yang tepat. Penggunaan yang tepat dari berbagai tes laboratorium biokimia sangat diperlukan untuk diagnosis dan pemantauan hasil pengobatan.

12. Bidang Kedokteran Gizi

Dengan mempelajari biokimia, kita belajar tentang reaksi kimia penting yang terjadi di dalam sel. Ini berarti kita dapat memahami proses yang terjadi di dalam tubuh. Dengan demikian diharapkan kita dapat terhindar dari hal-

hal luar yang akan mempengaruhi proses dalam sel-sel tubuh, sehingga kita dapat mengatur makanan yang akan kita konsumsi sehingga kita dapat menikmati makanan tersebut dengan sebaik-baiknya. Contoh lainnya adalah kita dapat terhindar dari dampak lingkungan yang tercemar limbah yang berbahaya bagi kesehatan.

Biokimia berperan dalam memecahkan masalah gizi, penyakit yang disebabkan oleh gizi buruk, terutama pada anak-anak. Salah satu penyebab kurang gizi adalah karena makan, infeksi dan penyakit. Seperti yang telah dijelaskan di atas, dengan mengetahui reaksi-reaksi yang terjadi dalam tubuh, kita dapat mengatasi malnutrisi dan dapat mengatur makanan yang kita konsumsi sehingga kita dapat memperoleh manfaat yang optimal dari makanan tersebut. Dan kita dapat terhindar dari dampak lingkungan yang tercemar limbah yang berbahaya bagi kesehatan.

## **1.6 Komponen Kimiawi Sel**

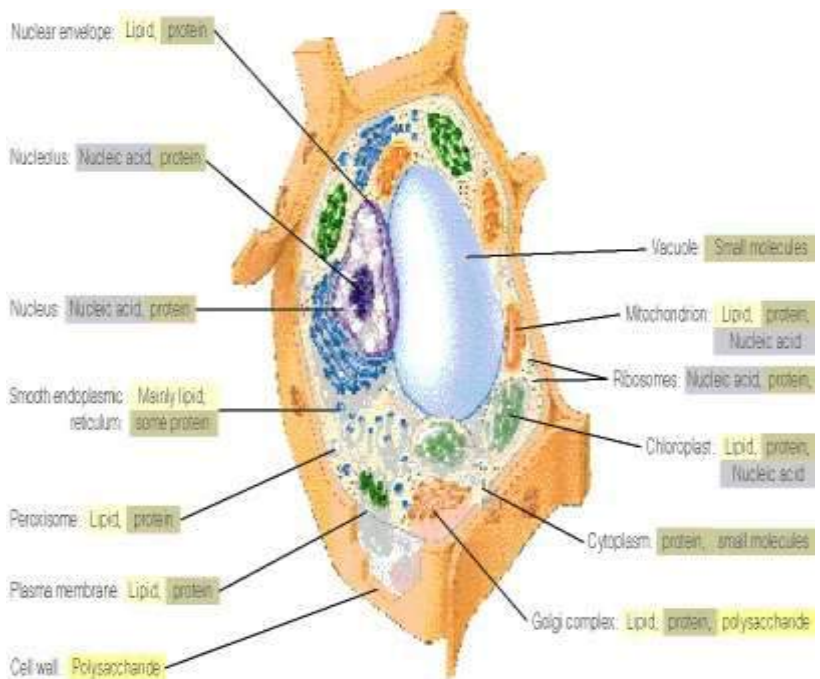
Sel yang menyusun makhluk hidup tersusun dari senyawa organik dan tersusun dari empat molekul penyusun makhluk hidup yang disebut makromolekul. Keempat makromolekul juga dikenal sebagai biomolekul karena molekul-molekul ini membentuk organisme hidup, baik yang paling sederhana maupun yang paling kompleks. Keempat makromolekul tersebut adalah protein, asam nukleat, karbohidrat dan lipid, yang merupakan bahan penyusun dasar sel atau organisme hidup (Hawab, 2003).

Masing-masing biomolekul ini unik dan memiliki karakteristik tersendiri, bervariasi dalam ukuran dan fungsi, serta terdiri dari senyawa penyusun sederhana yang dikenal sebagai mikromolekul. Makromolekul protein terdiri dari 20 asam amino, makromolekul karbohidrat terdiri dari tiga monosakarida utama, makromolekul lipid terdiri dari tujuh komponen utama, dan asam nukleat terdiri dari delapan komponen utama (Hawab, 2003).

Fungsi 4 komponen makromolekul utama penyusun biomolekul bagi tubuh adalah:

1. Karbohidrat adalah sumber energi yang baik, berkontribusi pada fungsi normal otak, saraf dan jantung, pencernaan, dan sistem kekebalan tubuh kita. Sebagai cadangan energi dan membentuk struktur tubuh. Jika kekurangan maka akan menyebabkan kelelahan. Contoh Glukosa, Glikogen, dan tepung selulosa
2. Protein sebagai pendukung struktural tubuh agar dapat bergerak dan melindungi dari kuman dan infeksi. Protein dapat berperan sebagai antibodi, hormon yang mengatur metabolisme pada organisme hidup, enzim dan juga protein kontraktil. Juga sebagai penyusun membran sel, penahan panas & benturan cadangan energi contoh fosfolipid.
3. Lipid berfungsi untuk menyimpan energi dalam membran untuk mencegah aliran dan kontrol zat masuk dan keluar sel. Lipid sebagai pembentuk struktur, lemak tubuh, biokatalis/ enzim contoh daging, bulu, kulit dan semua jenis enzim
4. Asam nukleat adalah DNA dan RNA yang menyimpan dan membawa informasi genetik ke dalam sel dan membantu sintesis protein selama konversi dan transkripsi contohnya DNA, mRNA, tRNA, dan penyusun ribosom rRNA.

Berikut komposisi empat biomolekul termasuk 35 senyawa kimia sederhana dan ukuran relatif biomolekul, serta gambaran distribusi biomolekul dalam sel.



**Gambar 1.1.** Distribusi Biomolekul di Dalam Sel  
(Sumber : Wahyudiati, 2007)

## 1.7 Penutup

Biokimia adalah studi tentang reaksi atau interaksi molekuler yang terjadi pada sel hidup. Biokimia memegang peranan penting dalam segala bidang, dengan banyak penemuan dan penelitian di bidang pertanian, peternakan/perikanan, farmasi, keperawatan, kedokteran dan kesehatan.

Dari sudut pandang ilmu kimia, pangan merupakan item yang sangat menarik untuk dipelajari, dipahami dan didalami, karena mengandung berbagai senyawa kimia dengan jumlah berbeda dan juga berperan dalam mengkarakterisasi bahan makanan yang terlibat. Misalnya alasan



makanan berwarna merah, kuning, hijau, dan warna lainnya adalah karena mengandung senyawa pigmen, baik yang ada secara alami maupun yang ditambahkan. Alasan makanan memiliki aroma manis, asam, pahit, asin, atau menarik juga karena senyawa kimia. Bahkan rasa strawberry atau yang lebih menonjol rasa durian, dibentuk oleh peran puluhan senyawa kimia yang berpadu menjadi ciri khas rasa yang menonjol pada asparagus berserat Panjang.

Saat ini teknologi biokimia telah berkembang sangat pesat dalam penerapan ilmu kimia khususnya kimia pangan dengan ilmu-ilmu pendukung lainnya guna menjaga sifat-sifat pangan agar dapat awet dalam waktu yang lama. Demikian pula, perkembangan teknologi pangan menciptakan banyak makanan baru yang berbeda dari makanan alami. Pada kasus terakhir, telah terjadi pengembangan senyawa kimia yang dapat diaplikasikan pada bahan pangan. Misalnya, bahan tambahan makanan adalah senyawa kimia yang terus-menerus ditemukan, diteliti, dan dikembangkan sesuai dengan karakteristik namanya. Pengembangannya dilakukan dengan metode kimia murni seperti sintesis kimia atau dengan metode bioteknologi. Metode terbaru ini telah mengubah metode lama sintesis kimia menjadi teknologi yang sangat efisien dan efektif untuk produksi senyawa kimia yang dibutuhkan. Banyak bahan tambahan makanan telah diproduksi melalui metode bioteknologi, seperti pewarna, perasa, pengental, bahan pembentuk gel, dll.

Meskipun terdapat banyak senyawa kimia dalam makanan, terutama nutrisi yang penting bagi kehidupan manusia, tidak menutup kemungkinan makanan juga mengandung senyawa kimia yang berbahaya bagi kita. Berbahaya karena dapat menyebabkan gangguan kesehatan atau berbahaya karena keberadaannya dalam makanan dapat menurunkan kualitas makanan yang bersangkutan. Misalnya, senyawa kimia berupa racun seperti aflatoxin yang dihasilkan oleh kapang *Aspergillus flavus* atau botulin yang dihasilkan oleh bakteri *Clostridium botulinum* dapat tumbuh pada

makanan kaleng, serta sisa residu pestisida. ikan merupakan senyawa kimia berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan konsumen. Oleh karena itu teknologi kimia dan teknologi biokimia sangat perlu dipelajari dan dipahami dalam setiap siklus kehidupan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1991. Kimia Dasar. Surabaya. Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Baum, S. J., and Scaife, C. W. J., 1980, Chemistry, A Life Science Approach Second Edition, New York, Macmillan Publishing
- Chang, Raymond. 2004. Kimia Dasar (Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 1). Jakarta: Erlangga.
- David S. Page. Prinsip-prinsip Biokimia. Jl. kramat IV No. 1, 1982.
- Devlin, T.M. (editor) 1992. Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations, New York: Wiley Liss, hal. 673-674.
- Estien Yazid dan Lisda Nursanti. 2006. Penuntun Praktikum Biokimia Untuk Mahasiswa Analisis. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Hawab, H.M. 2003. Pengantar Biokimia. Bogor: Bayu Media.
- Huheey, J. E., 1978, Inorganic Chemistry Principles of Structure and Reactivity, Second Edition, New York, Harper International Edition
- Krisno, Agus. 2002. Dasar-dasar Ilmu Gizi. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang
- Lewin B. 2000. Gene VII, New York: Oxford University Press, hal 533-539.
- Lehninger, A.L., Nelson, D.L and Cox, M.M. (1993). Principles of Biochemistry, New York: Worth Publishers, hal. 993-998.
- Maria Bintang. 2010. Biokimia Teknik Penelitian. Jakarta: Erlangga.
- Miessler, G. L., and Tarr, D. A., 1999, Inorganic Chemistry, Second Edition, New Jersey, Prentice Hall International
- Musbach, Musaddiq. 1996. Fisika Modern II. Jakarta: Depdikbud.
- Poedjadi, Anna dan F.M. Titin Supriyanti. 2009. Dasar-Dasar Biokimia Edisi Revisi. Jakarta: UI Press.

- Rini Nafsiati Astuti. 2009. Konsep Dasar Kimia. Malang: UIN Malang Press.
- Sadikin H. Mohamad Sadikin, DSc. 2002. Biokimia Enzim. Widya Medika. Jakarta.
- Saito, Taro. 1996. Kimia Anorganik (Diterjemahkan oleh Ismunandar). Reproduced by permission of Iwanami Shoten, Publishers, Tokyo
- Saryono. 2009. Biokimia Respirasi. Jl. Ringroad Selatan, Balong Lor, Potorono, Bantul, Yogyakarta.
- Satyajit D Sarker dan Lutfun Nahar. 2009. Kimia Untuk Mahasiswa Farmasi Bahan Kimia Organik, Alam dan Umum. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Siregar, Morgong, 1988, Dasar-dasar Kimia Organik, Jakarta, P2LPK
- Soedioetama, Djaenni.1976. Ilmu Gizi. Dian Rakyat. Jakarta
- Sukardjo, 1997, Kimia Fisika, Yogyakarta, Rineka Cipta
- Sukardjo, 1990, Ikatan Kimia, Yogyakarta, Rineka Cipta
- Sunjaya Akhmad. 1982. Ilmu Kimia Umum Untuk Universitas dan Pendidikan Tinggi Lainnya. Surabaya: Sinar Wijaya. UGM Press.
- Triwibowo Yuwono.2008. Bioteknologi Pertanian.Yogyakarta: Wahyudiati, Dwi. 2017. Biokimia. LEPPIM Mataram. Mataram
- Watson, J. D. et.al. 1992. Recombinant DNA, New York: Scientific American Books.
- Widi Prasetiawan. 2009. Kimia Dasar I. Jakarta: Cerdas Pustaka.
- Wilbraham, C. Antony dan Matta, S. Michael. 1992. Pengantar Kimia Organik dan Hayati. Bandung. ITB.

## **BIODATA PENULIS**



**Khartini Kaluku, S.Gz., M.Kes.**

Dosen Program Studi Gizi  
Politeknik Kesehatan Kemenkes Maluku

Penulis lahir dari pasangan Bapak Djamad Kaluku dan Ibu Wa Ning Emy sebagai anak kedua dari 4 bersaudara di Ambon pada tanggal 21 April 1983. Ketertarikan penulis terhadap ilmu gizi dimulai pada tahun 2001 silam. Sejak menempuh Pendidikan Diploma III Gizi Poltekkes Kemenkes Maluku di Ambon dan berhasil lulus pada tahun 2004. Penulis kemudian melanjutkan studi ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan S1 Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tahun 2012. Setelah itu, penulis menyelesaikan studi S2 peminatan Gizi Masyarakat di Universitas Hasanuddin tahun 2018. Riwayat pekerjaan menjadi salah satu pengajar di Poltekkes Kemenkes Maluku sejak tahun 2006 dan aktif sebagai pengurus DPD Persagi Maluku hingga sekarang.

Penulis memiliki kepakaran dibidang Kesehatan dan Gizi. Untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis aktif sebagai peneliti. Penelitian yang telah dilakukan didanai oleh Kemenkes RI. Selain peneliti, penulis juga aktif menulis buku dan mengembangkan media edukasi guna memberikan kontribusi

positif bagi bangsa tercinta. Buku dan media edukasi yang pernah diterbitkan penulis adalah Komik Gizi Seimbang, Booklet Urban Gardening Dengan Sistem Hidroponik, Booklet Higiene Untuk Penjamah Makanan Di Institusi Penyelenggaraan Makanan Pada Masa Pandemi Covid-19 dan Kartu Gizi Seimbang. Email Penulis: [khartinikaluku@poltekkes-maluku.ac.id](mailto:khartinikaluku@poltekkes-maluku.ac.id)