

Indra Lasmana Tarigan, M.Sc., MRSC.
Dr. Madyawati Latief, S.P., M.Si.
Drs. Nelson, M.Si.



KIMIA ANALISIS

Komponen Makronutrien Pangan



KIMIA ANALISIS KOMPONEN MAKRONUTRIEN PANGAN

Penulis : Indra Lasmana Tarigan, M.Sc., MRSC.
Dr. Madyawati Latief, S.P., M.Si.
Drs. Nelson, M.Si.
Editor : Siti Shofiyatus Sa'diyah
Desain Cover : Muzammil Akbar
Ilustrasi : Freepik

Ukuran: 18.2 x 25.7 cm; Hal: vii + 85 (92)

Cetakan I, Mei 2025

ISBN 978-634-7244-07-9



Penerbit

Insight Mediatama

Anggota IKAPI No. 338/JTI/2022

Watesnegoro No. 4 (61385) Mojokerto

Whatsapp 087762245559

www.insightmediatama.co.id

© **All Rights Reserved** Ketentuan Pidana Pasal 112-119 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta. Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit dan penulis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku berjudul "Kimia Analisis Makronutrien Pangan" ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun untuk memberikan pemahaman komprehensif tentang konsep, prinsip, serta teknik analisis kimia makronutrien dalam pangan, meliputi air, protein, karbohidrat, dan lipid. Materi dalam buku ini dirancang tidak hanya untuk memperkaya wawasan teoretis, tetapi juga untuk membekali pembaca dengan keterampilan praktis yang aplikatif di bidang analisis pangan.

Di tengah perkembangan ilmu pangan dan kebutuhan akan analisis mutu yang semakin ketat, pemahaman mengenai karakteristik kimia makronutrien menjadi kunci dalam inovasi produk, pengendalian kualitas, hingga regulasi pangan. Oleh karena itu, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi penting bagi mahasiswa, peneliti, praktisi industri pangan, serta semua pihak yang berkepentingan dalam bidang ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan buku ini masih terdapat kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat kami harapkan demi penyempurnaan edisi berikutnya.

Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik di bidang kimia analisis pangan.

Jambi, 2025

Penyusun

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	vi
BAB 1. Kimia Makronutrien.....	1
1.1.Pendahuluan	1
1.2.Definisi Makronutrien	1
1.3.Pentingnya Analisis Makronutrien	2
1.4.Metode Umum dalam Analisis Makronutrien	2
1.5.Tantangan dalam Analisis Makronutrien.....	2
BAB 2. Air	4
2.1. Pendahuluan	4
2.2. Struktur dan Ikatan Kimia Molekul Air	5
2.3. Air dalam Bahan Makanan	7
2.4. Analisis Kadar Air Pangan	11
BAB 3. Karbohidrat.....	16
3.1. Pendahuluan	16
3.2. Struktur Kimia Karbohidrat	18
3.3. Karbohidrat dalam Pangan	30
3.4. Analisis Karbohidrat	32
BAB 4. Lemak.....	45
4.1. Pendahuluan	45
4.2. Klasifikasi Lemak	45
4.3. Lemak dalam Pangan	49
4.4. Sifat Fisiko-Kimia Lemak	51
4.5. Analisis Lemak Pangan	54
Bab 5. Protein	62
5.1. Pendahuluan	62
5.2. Asam Amino pada Protein.....	63
5.3. Protein Pangan.....	66
5.4. Analisis Protein Pangan.....	71
Daftar Pustaka.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kandungan air beberapa komoditi makanan	11
Tabel 2.2.	Contoh hasil analisis kadar air dengan metode oven vakum	13
Tabel 3.1.	Klasifikasi karbohidrat dalam pangan	18
Tabel 3.2.	Klasifikasi karbohidrat dalam pangan	18
Tabel 3.3.	Tingkat kemanisan sukrosa dengan gula sederhana lain dan pemanis buatan	22
Tabel 3.4.	Perbedaan beberapa molekul polisakarida	29
Tabel 3.5.	Sumber karbohidrat dalam pangan	32
Tabel 4.1.	Beberapa contoh asam lemak	46
Tabel 4.2.	Fungsi lemak dalam produk pangan	50
Tabel 4.3.	Komposisi lipid pada beberapa makanan	51
Tabel 5.1.	Kandungan asam amino pada beberapa sumber pangan	64
Tabel 5.2.	Kandungan protein dari beberapa pangan segar dan olahan.	67
Tabel 5.3.	Faktor konversi untuk mengkonversi persen nitrogen menjadi protein	68
Tabel 5.4.	Asam amino pembentukan rasa	69
Tabel 5.5.	Reaksi-reaksi yang melibatkan protein dan gugus fungsional pangan	70
Tabel 5.6.	Beberapa metode standar pengujian menggunakan metode Kjeldahl	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Pembentukan molekul air	6
Gambar 2.2.	Kerapatan Air dan Es	6
Gambar 2.3.	Hubungan kecepatan reaksi dengan aktivitas air dalam bahan makanan	10
Gambar 2.4.	Diagram aktivitas dan stabilitas air pada pangan	11
Gambar 2.5.	Alur umum analisis kadar air pangan	14
Gambar 3.1.	Struktur monosakarida.....	19
Gambar 3.3.	Pembentukan asetal dari reaksi aldehida dan metanol	19
Gambar 3.4.	Pembentukan disakarida dari reaksi monosakarida	21
Gambar 3.5.	Struktur Beberapa disakarida.....	21
Gambar 3.6.	Struktur molekul (a) amilosa (b) amilopektin	26
Gambar 3.7.	Molekul glikogen.....	27
Gambar 3.8.	Monomer pembentukan agarosa.....	27
Gambar 3.9.	Monomer pembentukan selulosa	28
Gambar 3.10.	Struktur pektin	28
Gambar 3.11.	Struktur kitin dan kitosan	29
Gambar 3.12.	Reaksi Molish dengan karbohidrat	34
Gambar 3.13.	Reaksi pembentukan pelarut Fehling	36
Gambar 3.14.	Reaksi Fehling dengan Karbohidrat	36
Gambar 3.15.	Reaksi uji Barfoed terhadap karbohidrat.....	37
Gambar 3.16.	Hasil uji barfoed membentuk endapan merah	37
Gambar 3.17.	Hasil uji positif dan negatif iodin	38
Gambar 3.18.	Skema pengujian total karbohidrat dengan metode fenol-sulfurik.....	39
Gambar 3.19.	Mekanisme reaksi pada uji DNS	40
Gambar 3.20.	Mekanisme reaksi pada uji Antrone	41
Gambar. 3.21.	Contoh diagram alir analisis gula dan derivatnya	43
Gambar 4.1	Bentuk Cis- dan Trans- asam lemak oleat	47
Gambar 4.2.	Spot TLC.	55
Gambar 4.3.	Kelarutan lemak pada air.	55
Gambar 4.4.	Uji transparansi lemak	55
Gambar 4.5.	Interpretasi hasil uji Burchard.	56
Gambar 4.6.	Interpretasi hasil uji sudan	57
Gambar 4.7.	Interpretasi hasil uji acrolein	57
Gambar 4.8..	Interpretasi hasil uji Dichromate	58

Gambar. 4.9. Interpretasi hasil uji ketidak jenuhan	58
Gambar. 4.10. Interpretasi hasil uji asam lemak bebas	59
Gambar 5.1. Pembentukan Ikatan Peptida	66
Gambar 5.2. proses reaksi Maillard.....	71
Gambar 5.3. Skema umum identifikasi protein (uji biuret).....	72
Gambar 5.4. Reaksi pembentukan kompleks protein	72
Gambar 5.5. Identifikasi hasil uji Biuret	73
Gambar 5.6. Reaksi pada uji xantoprotein	74
Gambar 5.7. Interpretasi hasil uji Millon	75
Gambar 5.8. Interpretasi hasil uji Ninhidrin	76
Gambar 5.9. Skema Uji Bradford (bioRender)	77
Gambar 5.10. Skema reaksi uji protein menggunakan metode Lowry ..	78
Gambar 5.11. Rangkaian uji protein dengan metode Kjeldahl	80
Gambar 5.12. Prinsip fungsional penganalisa dumas otomatis	83

BAB 1.

KIMIA MAKRONUTRIEN



1.1 Pendahuluan

Pangan merupakan sumber utama makronutrien yang sangat diperlukan untuk kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan kesehatan manusia. Makronutrien, yang meliputi air, protein, karbohidrat, dan lipid, berkontribusi dalam berbagai fungsi biologis vital seperti penyediaan energi, pembentukan struktur tubuh, serta regulasi proses fisiologis. Oleh karena itu, analisis komponen makronutrien pangan menjadi aspek penting dalam ilmu pangan, baik untuk tujuan penelitian, pengembangan produk, pengendalian mutu, maupun pemenuhan standar regulasi.

Kimia analisis makronutrien pangan bertujuan untuk memahami kandungan, struktur, sifat, dan interaksi komponen makronutrien dalam bahan pangan. Melalui berbagai teknik analisis kimia, dapat diperoleh informasi yang akurat mengenai kualitas, nilai gizi, keamanan, dan keaslian produk pangan. Analisis ini juga memainkan peran penting dalam inovasi teknologi pangan dan pengembangan produk baru.

1.2 Definisi Makronutrien

Makronutrien adalah zat gizi yang diperlukan tubuh dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan energi dan membangun serta memelihara jaringan tubuh. Empat kelompok utama makronutrien yang dianalisis dalam ilmu pangan meliputi:

- Air: Komponen utama dalam pangan yang mempengaruhi tekstur, stabilitas, umur simpan, dan kualitas sensorik.
- Protein: Molekul biologis penting yang berperan dalam pembentukan jaringan tubuh, enzim, hormon, dan sistem kekebalan.
- Karbohidrat: Sumber energi utama bagi tubuh yang juga berperan dalam karakteristik fungsional pangan.

BAB 2.

AIR PANGAN



2.1. Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang sangat vital bagi seluruh makhluk hidup. Perannya tidak tergantikan oleh senyawa lain karena air menjadi dasar bagi berbagai proses biologis, fisiologis, dan ekologis. Dalam kehidupan sehari-hari, manusia memerlukan air untuk memenuhi kebutuhan domestik, pertanian, industri, hingga sebagai bagian integral dalam sistem pangan. Dalam konteks pangan, air berperan penting dalam menentukan kualitas bahan makanan, baik dari segi penampakan, tekstur, maupun cita rasa. Bahkan pada produk-produk kering seperti buah kering, tepung, dan biji-bijian, air tetap hadir dalam kadar tertentu yang memengaruhi stabilitas dan mutu produk tersebut. Ketersediaan air yang cukup dan berkualitas menjadi syarat utama dalam produksi pangan, mulai dari proses budidaya, pengolahan, hingga distribusi.

Selain itu, air juga merupakan medium kehidupan bagi biota akuatik. Keberhasilan usaha budidaya perairan sangat bergantung pada kualitas air yang memenuhi kebutuhan respirasi, keseimbangan osmotik, fungsi fisiologis, serta ruang gerak organisme air. Kondisi lingkungan perairan yang optimal mutlak diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan biota, yang pada gilirannya berkontribusi terhadap ketahanan pangan berbasis sumber daya akuatik. Secara lebih luas, air merupakan fondasi utama bagi pertumbuhan peradaban manusia. Dari ketersediaan air, kehidupan bermula dan berkembang. Tanpa air, berbagai proses kehidupan, baik pada tingkat individu maupun komunitas, tidak dapat berlangsung. Oleh karena itu, penyediaan air baku untuk kebutuhan domestik, irigasi, dan industri menjadi prioritas utama dalam pembangunan berkelanjutan.

Pemanfaatan air harus dilakukan secara bijaksana dan bertanggung jawab, dengan memperhitungkan kebutuhan generasi kini dan mendatang. Upaya penghematan, pelestarian, serta peningkatan akses terhadap air minum

BAB 3.

KARBOHIDRAT



3.1. Pendahuluan

Karbohidrat, atau disebut juga hidrat arang, merupakan molekul organik yang paling banyak ditemukan di alam dan memiliki fungsi yang sangat luas. Karbohidrat berperan sebagai sumber energi utama bagi sebagian besar makhluk hidup, menjadi cadangan energi dalam tubuh, serta berfungsi sebagai komponen membran sel yang penting untuk komunikasi antar sel.

Berdasarkan jumlah molekul gula sederhana penyusunnya, karbohidrat dapat digolongkan menjadi empat kelompok:

- **Monosakarida:** tersusun dari satu molekul gula sederhana.
- **Disakarida:** terdiri dari dua molekul gula sederhana.
- **Oligosakarida:** terdiri dari 3–10 molekul gula sederhana.
- **Polisakarida:** tersusun dari lebih dari 10 molekul gula sederhana.

Monosakarida adalah bentuk karbohidrat yang paling sederhana, hanya memiliki satu unit molekul gula. Monosakarida yang paling dikenal adalah **glukosa**, yang dalam konteks kesehatan sering disebut juga sebagai "gula darah". Kadar glukosa dalam darah menjadi parameter penting dalam penilaian status metabolik tubuh.

Disakarida terbentuk dari dua molekul gula sederhana yang dihubungkan melalui ikatan kovalen. Contoh disakarida yang paling dikenal masyarakat adalah **sukrosa** (gula meja/gula pasir), yang merupakan gabungan antara satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa. Disakarida penting lainnya adalah **laktosa**, yang ditemukan dalam susu mamalia dan terdiri atas satu molekul galaktosa dan satu molekul glukosa.

Oligosakarida merupakan karbohidrat yang terdiri atas tiga hingga sepuluh molekul gula sederhana. Contoh oligosakarida adalah **raffinosa** (terdiri dari tiga molekul) dan **stakhiosa** (terdiri dari empat molekul).

Polisakarida adalah kelompok karbohidrat yang sangat melimpah di alam, baik pada tumbuhan maupun hewan. Contoh polisakarida pada tumbuhan adalah **selulosa**, yang merupakan komponen struktural batang dan

BAB 4.

LEMAK



4.1. Pendahuluan

Lipid merupakan salah satu senyawa organik yang terdapat pada tumbuhan, hewan dan manusia, yang memiliki sifat kimia dan biologis yang berbeda-beda sehingga lipid sukar untuk didefinisikan. Lipid memiliki sifat fisika antara lain: (1) tidak larut dalam air akan tetapi larut pelarut organik seperti eter, aseton, kloroform, dan benzena; (2) memiliki hubungan dengan asam-asam lemak atau esternya; (3) serta mempunyai kemungkinan digunakan oleh makhluk hidup. Lipid merupakan salah satu komponen utama dalam bahan pangan bersama dengan protein, karbohidrat dan air. selain karbohidrat, lipid juga merupakan sumber energi dalam aktivitas tubuh manusia. Oksidasi lemak secara sempurna di dalam tubuh akan menghasilkan energi yang lebih besar dibandingkan dengan protein dan karbohidrat yaitu $\pm 9,3$ kkal/gram sedangkan protein dan karbohidrat masing-masing menghasilkan 4,1 dan 4,2 kkal/gram.

Penambahan lemak dan minyak ke dalam bahan pangan dapat mempengaruhi mutu dan citarasa, sehingga lemak dan minyak yang akan digunakan atau ditambahkan ke dalam bahan pangan harus memenuhi persyaratan dan sifat-sifat tertentu. Faktor yang mempengaruhi mutu lemak antara lain proses pengolahan, penanganan, penyimpanan, dan penggunaan lemak. Adanya perubahan pada lemak ditentukan oleh susunan kimia lemak, sumber-sumber, struktur dan komposisi serta sifat fisik lemak dan minyak.

4.2. Klasifikasi Lemak

Senyawa yang termasuk ke dalam lipid terbagi dalam beberapa golongan besar yaitu: (1) lipid sederhana merupakan ester asam lemak dengan berbagai alkohol contohnya adalah lemak atau gliserida dan lilin (*waxes*); (2) lipid gabungan (komposit) yaitu ester asam lemak yang mempunyai gugus tambahan contohnya fosfolipid dan serebrosida; (3) derivat lipid (lipid turunan) merupakan senyawa yang dihasilkan oleh proses hidrolisis lipid, yang

BAB 5.

PROTEIN



5.1. Pendahuluan

Protein merupakan polimer dari sekitar 21 asam amino yang berlainan disambungkan dengan ikatan peptide. Karena keberagaman rantai samping yang terbentuk jika asam-asam amino tersebut disambung-sambungkan, protein yang berbeda dapat mempunyai sifat kimia yang berbeda dan struktur sekunder dan tersier yang sangat berbeda. Asam amino dapat dikelompokkan berdasarkan rantai sampingnya, yang dapat bersifat polar maupun nonpolar. Kandungan bagian asam amino polar yang tinggi dalam protein meningkatkan kelarutannya dalam air. Rantai samping yang paling polar adalah rantai samping asam amino basa dan asam amino asam. Asam-asam amino ini terdapat dalam albumin dan globulin yang larut air dengan aras yang tinggi. Sebaliknya protein gandum, gladin, dan glutenin, aras kandungan rantai samping polarnya rendah dan sangat tidak larut dalam air. Asam amino asam dapat pula terdapat dalam satu protein dalam bentuk amidanya, glutamine dan asparagina. Hal ini meningkatkan kandungan nitrogen dari protein. Gugus hidroksil dalam rantai samping dapat terlibat dalam pembentukan ikatan ester dengan asam fosfat dan fosfat.

Asam amino belerang dapat membentuk ikatan sambung-silang disulfide antara rantai peptida yang bertetangga atau antara bagian yang berlainan dalam rantai yang sama. Prolina dan hidroksiprolina memaksakan pembatasan struktur yang bermakna terhadap geometri rantai peptide. Pada dasarnya manusia bisa mendapatkan protein dari hewan ataupun dari tumbuhan. Di negara yang maju, orang memperoleh sebagian besar proteinnya dari produk hewan, sedangkan dibagian-bagian lain dunia, bagian utama protein makanan diperoleh dari produk tumbuhan. Sebagai zat pembangun, protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi dalam tubuh. Pada masa pertumbuhan proses pembentukan jaringan terjadi secara besar-besaran, pada masa kehamilan proteinlah yang membentuk jaringan janin dan pertumbuhan embrio. Protein juga mengganti jaringan tubuh yang rusak dan

REFERENSI

1. Achmad Djaeni Sediaoetama. 2008. Ilmu Gizi. Dian Rakyat. Jakarta
2. Alabaster, JS dan R Lloyd. 1982. *Water Quality Criteria for Freshwater Fish*. Second Edition. Food and Agriculture Organization of United Nations. Butterworths. London.
3. Anomin. (2024). Uji Protein : Metode Kjeldahl atau Metode Dumas? <https://www.saka.co.id/news-detail/uji-protein---metode-kjeldahl-atau-metode-dumas--> (diakses 28 April 2025)
4. Anonim. Metode Dumas. (2024). The Dumas method for nitrogen and protein determination <https://www.gerhardt.de/en/know-how/analytical-methods/dumas-method/> (diakses 28 April 2025)
5. Asieh Soozanipour, Asghar Taheri-Kafrani, Chapter Fourteen - Enzyme Immobilization on Functionalized Graphene Oxide Nanosheets: Efficient and Robust Biocatalysts, *Methods in Enzymology*, Academic Press, V609 (2018): 371-403. <https://doi.org/10.1016/bs.mie.2018.06.010>
6. Badan POM. 2019. *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 11 tentang Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta
7. Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry* (4th ed.). Springer.
8. Deshavath, N.M., Mukherjee, Goud, V.V., Ceeranki, V.D., Sastri, C.V. Pitfalls in the 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS) assay for the reducing sugars: Interference of furfural and 5-hydroxymethylfurfural. *International Journal of Biological Macromolecules*. 156. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.04.045>
9. F.G. Winarno. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
10. Fennema, O.R. (ed.), 1976. *Principles of Food Science*, Marcel Dekker Inc., New York
11. Fujimaki, M., Kato, H., & Satake, M. (1970). *Amino Acids and Peptides in Food*. Springer.
12. Gunstone, F.D. (2011). *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
13. Gurr, M.I., Harwood, J.L., & Frayn, K.N. (2008). *Lipid Biochemistry* (5th ed.). Wiley-Blackwell.
14. John M deMan, 1997, Kimia Makanan, Penerbit ITB. Bandung

15. Kurihara, K. (1991). Umami the fifth basic taste: history and discovery. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 55(5), 901–904.
16. Kurzyna-Szjlarek, M., Cybulska, J., Zdunek, A. (2022). Analysis of the chemical composition of natural carbohydrates – An Overview of methods. *Food Chemistry*, 394. 1-13.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133466>
17. Mensink, R.P., Zock, P.L., Kester, A.D.M., & Katan, M.B. (2003). "Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials." *American Journal of Clinical Nutrition*, 77(5), 1146–1155.
18. Nishimura, T., & Kato, H. (1988). Taste of free amino acids and peptides. *Food Reviews International*, 4(2), 175–194.
19. Poedjiadi, Anna dan Supriyanti, Titin. 2012. Dasar-dasar Biokimia. Jakarta: Universitas Indonesia Press
20. Sinclair, A.J., Slattery, W., & Green, T.J. (2009). "Nutritional Aspects of Lipids." In D. Kritchevsky & C. Bonfield (Eds.), *Nutrition and Disease Prevention* (pp. 45–67). Springer.
21. Siswati, T., Sa'diyah, A., Permatasari K, A., Rismayana, R., Sulistiana, D., Mardiyah, U., Kristanto, B., Puspita, D., Indis, N.A., Patimah., Aisyah, S., Sandra, L., Satriawan, D., Rahmawati. (2022). Kimia Analisis Bahan Pangan. PT. Global Eksekutif Teknologi. Padang Sumatera Barat.
22. Tarigan, I.L.. (2019). Dasar-Dasar Kimia Air, Makanan, dan Minuman. Media Nusa Creative. Malang.
23. USDA (United States Department of Agriculture). (2021). *FoodData Central*. Retrieved from <https://fdc.nal.usda.gov/>