

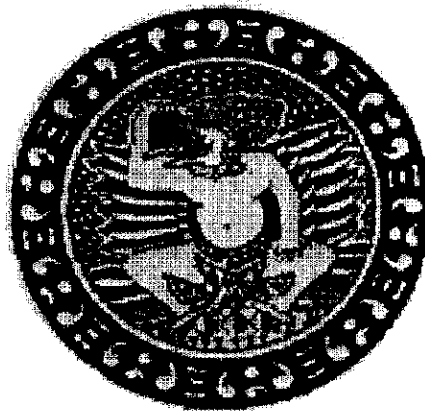
1. FATTY ACIDS, OMEGA -3
2. CHLORELLA

TESIS

**UPAYA MEMPERKAYA JARINGAN LEMAK SUB KUTAN AYAM
DENGAN ASAM LEMAK OMEGA 3 MELALUI PENGGUNAAN
CHLORELLA SEBAGAI PAKAN AYAM BROILER**

PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS

KK
TKD 03/03
Rac
u



MIIR
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

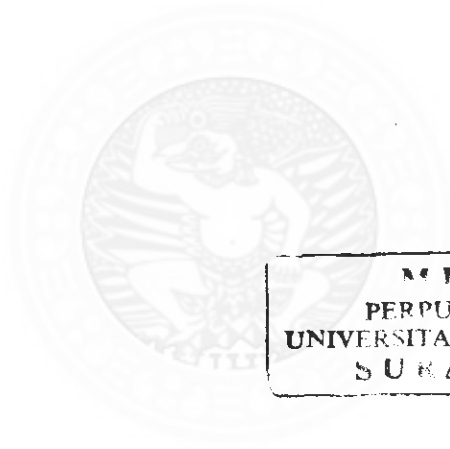
KADEK RACHMAWATI

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2002**

TESIS

**UPAYA MEMPERKAYA JARINGAN LEMAK SUB KUTAN AYAM
DENGAN ASAM LEMAK OMEGA 3 MELALUI PENGGUNAAN
CHLORELLA SEBAGAI PAKAN AYAM BROILER**

PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS



**MEIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA**

KADEK RACHMAWATI

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2002**

**UPAYA MEMPERKAYA JARINGAN LEMAK SUB KUTAN AYAM
DENGAN ASAM LEMAK OMEGA 3 MELALUI PENGGUNAAN
CHLORELLA SEBAGAI PAKAN AYAM BROILER**

PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS

TESIS

Untuk memperoleh Gelar Magister
dalam Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar
pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga

Oleh :

KADEK RACHMAWATI
NIM 099913301/M

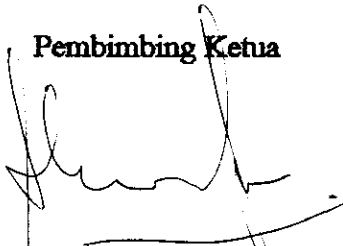
**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA**
Tanggal 1 Agustus 2002

Lembar Pengesahan

**TESIS INI TELAH DISETUJUI
TANGGAL 1 AGUSTUS 2002**

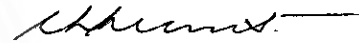
Oleh

Pembimbing Ketua



**Prof. Sri Utari Purnomo S, dr.
NIP 130 099 600**

Pembimbing



**Edhi Rianto dr., MS.
NIP 130 676 010**

Mengetahui

**Ketua Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar
Program Pascasarjana Universitas Airlangga**



**Edhi Rianto, dr, MS, Ph.D.
NIP 130 687 606**

Telah diuji pada
Tanggal 1 Agustus 2002
PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Prof. Purnomo Suryohudoyo, dr.

Anggota : 1. Prof. Sri Utari Purnomo S., dr.
2. Prof. Dr. Hj. Kusrieningrum R.S., MS., Ir.
3. Muhammad Cholil Munif, PFK., dr.
4. Setyawati Sigit, MS., drh.
5. Edhi Rianto, MS., dr.



UCAPAN TERIMAKASIH

Saya panjatkan puji syukur dan terima kasih yang tiada terhingga ke hadirat Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga tesis ini dapat saya selesaikan.

Didalam penyelesaian tesis ini banyak hambatan dan rintangan yang tidak mungkin teratasi tanpa bimbingan, bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan setulus hati perkenankanlah saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang tersebut di bawah ini.

Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Rektor Unair yang dijabat oleh Prof. Dr. H. Puruhito, dr., Sp.B yang telah memberikan ijin untuk mengikuti pendidikan Magister pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.

Kepada Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Unair yang dijabat oleh Dr. Ismudiono, drh., MS yang telah memberikan ijin kepada saya untuk mengikuti pendidikan Program Magister di Unair saya ucapkan terima kasih.

Kepada Direktur Program Pascasarjana Prof. Dr. Muhammad Amin, dr. saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya karena telah memberi ijin dan kesempatan untuk dapat mengikuti pendidikan Magister Program Pascasarjana Universitas Airlangga dan mengusahakan mendapat dana BPPS sehingga dapat meringankan beban saya didalam menyelesaikan tesis ini.

Kepada Soejtipto, dr., MS., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar PPs Unair, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya karena telah membantu didalam proses pelaksanaan ujian proposal dan tesis saya.

Terima kasih sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Prof. Sri Utari P S, dr. selaku Ketua Minat Studi Biokimia yang telah banyak memberikan bimbingan dan dorongan selama saya menuntut ilmu di Minat Studi Biokimia hingga menyelesaikan tesis ini.

Kepada Prof. Sri Utari P S, dr. selaku pembimbing ketua dan Edhi Rianto, dr., MS. sebagai pembimbing saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya karena disamping kesibukannya masih sempat memberikan bimbingan, dorongan dan saran.

Kepada seluruh staf pengajar Program Pascasarjana Unair dan Lab. Biokimia FK Unair, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan dan ilmu yang diberikan serta wawasan yang sangat berguna bagi perjalanan karir saya selanjutnya sebaga seorang pendidik.

Saya ucapkan terima kasih kepada pemerintah Indonesia yang telah memberikan bantuan dana BPPS sehingga saya dapat menyelesaikan program magister.

Terima kasih kepada seluruh teman, laboran, dan seluruh karyawan di lingkungan laboratorium Biokimia FK Unair yang telah memberikan bantuan sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini.

Terima kasih pula saya sampaikan kepada Sutji Prawestirini, drh., SU. selaku kepala laboratorium Ilmu Kesehatan Daging – VPH – FKH Unair yang telah membantu dalam pelaksanaan uji rasa daging ayam dalam penelitian saya.

Kepada suami, anak-anakku Yana dan Yoga, ibu, ayah dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan moral saya ucapkan terima kasih.

RINGKASAN

Asam lemak omega 3 khususnya EPA dan DHA bermanfaat luas bagi kesehatan manusia. Di pihak lain, komposisi asam lemak dari jaringan lemak hewan berlandung tunggal seperti unggas dan babi dapat dimodifikasi melalui pakan. *Chlorella* yang merupakan sejenis alga hijau diketahui sangat kaya asam lemak omega 3 terutama dalam bentuk asam linolenat. Dalam rangka mencari alternatif pakan ternak yang tidak bersaing dengan makanan manusia, dewasa ini telah banyak dicoba penggunaan alga sebagai pakan ternak. Sehingga hal ini menimbulkan pertanyaan apakah penggunaan *Chlorella* sebagai pakan ayam broiler dapat memicu akumulasi asam lemak omega 3 dalam jaringan lemak sub kutan ayam broiler. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Chlorella* sebagai pakan ayam pada dosis-dosis : 0,5%, 1% dan 1,5% terhadap kandungan asam lemak omega 3 dan kadar lemak dari jaringan lemak sub kutan ayam serta citarasa daging ayam.

Penelitian ini menggunakan sampel 20 ekor anak ayam (DOC) berjenis kelamin jantan dari galur MH - 202F. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap. Pada saat DOC tiba di kandang, 3 hari pertama anak ayam diberi pakan kontrol, kemudian pada hari keempat ayam dibagi secara acak menjadi 4 set percobaan sesuai dengan jumlah perlakuan yaitu : 0%(kontrol), 0,5%, 1% dan 1,5% *Chlorella* dan pemberian pakan sesuai dengan jenis perlakuannya. Dosis ini digunakan berdasarkan hasil penelitian terdahulu dimana 1% alga *Nannochloropsis sp.* baru memberi peningkatan yang nyata terhadap kandungan asam lemak omega 3 telur ayam. Parameter yang diukur pada akhir penelitian adalah : kandungan asam lemak omega 3 dalam bentuk asam linolenat, EPA dan DHA dari jaringan lemak sub kutan ayam, kadar lemak dari jaringan lemak sub kutan ayam serta citarasa daging ayam. Kemudian data kadar lemak dan asam lemak omega 3 dianalisis dengan uji Anava yang dilanjutkan dengan uji HSD, sedangkan uji rasa daging ayam dilakukan dengan metode ranking dari Christie dan Kefford.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Chlorella* sebagai komponen pakan ayam broiler dapat meningkatkan kandungan asam linolenat, EPA dan DHA secara sangat bermakna pada jaringan lemak sub kutan ayam ($p < 0,01$), sedangkan kadar lemak dari jaringan lemak sub kutan ayam mengalami penurunan secara sangat bermakna ($p < 0,01$) dibanding kelompok kontrol. Ini menunjukkan bahwa asam linolenat dari *Chlorella* dapat digunakan sebagai sumber asam lemak omega 3 dalam pakan ayam guna memperkaya jaringan lemak ayam dengan asam lemak omega 3, namun disisi lain ternyata penggunaan *Chlorella* sebagai pakan ayam dapat menurunkan deposisi lemak pada jaringan lemak ayam sesuai dengan teori bahwa asam lemak tak jenuh jamak dapat menurunkan deposisi lemak. Pada uji rasa daging ayam diperoleh hasil ternyata daging ayam dari ayam yang pakannya mengandung *Chlorella* tidak berbeda dengan daging ayam dari kelompok kontrol. Selama ini daging ayam yang diperkaya dengan asam lemak omega 3 erat kaitannya dengan *off-flavour* (rasa

yang tidak diinginkan) pada daging ayam. Sehingga ini akan mempengaruhi selera konsumen terhadap daging ayam yang diperkaya dengan asam lemak omega 3, namun ternyata penggunaan *Chlorella* sebagai pakan ayam tidak mempengaruhi citarasa daging ayam.



ABSTRACT

Omega 3 fatty acids especially EPA and DHA were essential for the human health. Lipid tissue fatty acid composition can be changed via the diet, more easily in single-stomached poultry and pigs. Chlorella is green algae with high omega 3 fatty acid content, especially linolenic acid. This study was conducted to identify the effect of Chlorella as a component of chicken diet at the following levels : 0%, 0,5%, 1% and 1,5% on omega 3 fatty acid content and lipid deposition of subcutaneous fat of broiler chickens, and chicken meat flavor.

This study used 20 male day old chickens. The design was fully randomised design. Before treatment, chickens were fed control diet for three days, then on day four the chickens were divided into 4 treatment groups : 0% (control), 0,5%, 1% and 1,5% Chlorella and administered with the treatment dietary. The dose was converted from the study result that the most prominent changes in the level of omega 3 fatty acid in egg yolk were evident when the diets were supplemented with 1% algae *Nannochloropsis* sp. Parameters measured at the end of this study were omega 3 fatty acid content (linolenic acid, EPA and DHA) and lipid concentration of subcutaneous fat, and chicken meat flavor. Data from omega 3 fatty acid content and lipid concentration of subcutaneous fat were analyzed using ANAVA test and HSD test, chicken meat flavor test used rank method from Christie and Kefford.

The result showed that the used Chlorella as chicken diet increased subcutaneous fat omega 3 fatty acid levels, but decreased lipid concentration of subcutaneous fat. This result showed that linolenic acid from Chlorella can used as omega 3 fatty acid source for the chicken lipid tissue enrichment with omega 3 fatty acid. Taste panel tests in this study showed that chicken meat from treatment groups were no significant difference than the control group.

Key words : omega 3 fatty acid, subcutaneous fat, chicken meat flavor, Chlorella

DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMAKASIH.....	i
RINGKASAN.....	ii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Karakteristik Chlorella.....	8
2.1.1. Taksonomi Chlorella.....	8
2.1.2. Komposisi Chlorella.....	8
2.1.3. Morfologi Chlorella.....	10
2.1.4. Sifat-sifat Ekologi Chlorella.....	11
2.1.5. Sifat-sifat Fisiologi Chlorella.....	12
2.1.6. Budidaya Chlorella.....	14
2.2. Lemak.....	15
2.2.1 Pencernaan dan absorpsi lemak.....	15
2.3 Jaringan adiposa.....	17

2.3.1 Sintesis Triasilgliserol.....	17
2.3.2 Lipolisis.....	18
2.3.3 Pengendalian Metabolisme Lemak.....	19
2.4. Asam lemak.....	21
2.4.1. Asam Lemak Jenuh.....	21
2.4.2. Asam Lemak Tidak Jenuh.....	22
2.4.3. Asam Lemak Omega 3.....	25
2.5 Hubungan Antara Komponen Lemak Dalam Pakan Dan Komposisi Jaringan Lemak.....	29
BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS.....	31
3.1. Kerangka Konseptual Penelitian.....	31
3.2. Hipotesis Penelitian.....	33
3.3 Bagan Kerangka Konseptual.....	34
BAB 4 METODE PENELITIAN.....	35
4.1. Rancangan Penelitian.....	35
4.2. Populasi, Sampel, Besar Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel.....	35
4.3. Variabel Penelitian.....	37
4.3.1 Variabel Bebas.....	37
4.3.2 Variabel tergantung.....	37
4.3.3 Variabel Kendali.....	37
4.4. Bahan Penelitian.....	38
4.4.1 Bahan Perlakuan.....	38
4.4.2 Bahan Kimia.....	39
4.4.3 Bahan Pemeriksaan.....	39
4.5. Instrumen Penelitian.....	40
4.5.1 Pemeriksaan Asam Lemak Omega 3.....	40
4.5.2 Pemeriksaan Kadar Lemak.....	40
4.5.3 Uji Rasa Daging Ayam.....	40
4.6. Prosedur Penelitian.....	41
4.6.1 Aklimatisasi.....	41
4.6.2 Pengacakan.....	42

4.6.3	Pemeliharaan dan perawatan hewan coba.....	42
4.6.3	Pengambilan sampel untuk penentuan kadar asam lemak omega 3, lemak dan uji rasa daging ayam.....	43
4.6.4	Prosedur pencampuran pakan.....	43
4.7	Waktu dan Tempat Penelitian.....	44
4.8	Analisis Data.....	44
BAB 5	HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS HASIL.....	47
5.1	Data hasil kandungan asam lemak omega 3 dan kadar lemak dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler.....	47
5.1.1	Kadar Asam Linolenat.....	48
5.1.2	Kadar EPA.....	49
5.1.3	Kadar DHA.....	51
5.1.4	Kadar lemak.....	52
5.2	Data hasil uji rasa daging ayam broiler.....	54
BAB 6	PEMBAHASAN.....	56
6.1	Pengaruh Chlorella dalam pakan ayam terhadap kadar asam lemak omega 3 dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler.....	56
6.2	Pengaruh Chlorella dalam pakan ayam terhadap kadar lemak sub kutan ayam.....	59
6.3	Pengaruh Chlorella dalam pakan ayam terhadap citarasa daging ayam.....	61
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
7.1	Kesimpulan.....	63
7.2	Saran.....	63
	DAFTAR PUSTAKA.....	65
	LAMPIRAN.....	71

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. : Morfologi Sel Chlorella.....	11
Gambar 2.2. : Daur Hidup dan Cara Reproduksi Chlorella.....	14
Gambar 2.3. : Pembentukan Asam Arakidonat,EPA dan DHA dari Prekursornya.....	23
Gambar 2.4. : Jalur Metabolisme Asam Lemak Esensial Di Dalam Tubuh.....	28
Gambar 4.1. : Bagan Kerangka Operasional Penelitian.....	46
Gambar 5.1. Rerata Asam Linolenat Menurut Kelompok Perlakuan.....	48
Gambar 5.2. Rerata EPA Menurut Kelompok Perlakuan.....	50
Gambar 5.3. Rerata DHA Menurut Kelompok Perlakuan.....	51
Gambar 5.4. Rerata Lemak Sub Kutan Ayam Menurut Kelompok Perlakuan.....	53

DAFTAR TABEL

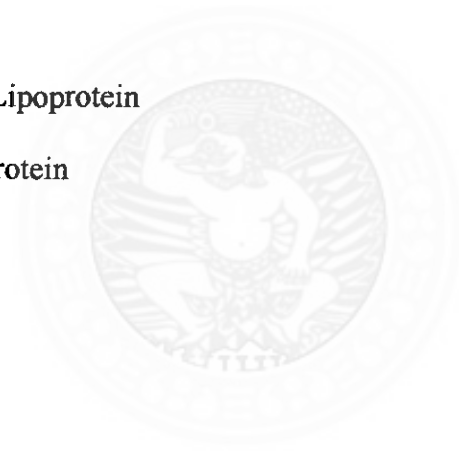
	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi Gizi Yang Terkandung Pada Chlorella.....	9
Tabel 2.2. Komposisi Asam Lemak dari Jaringan Lemak Ayam.....	21
Tabel 5.1. Data kadar asam linolenat,EPA, DHA dan lemak Ayam setelah perlakuan.....	47
Tabel 5.2. Kadar asam linolenat jaringan lemak sub kutan ayam.....	48
Tabel 5.3. Kadar EPA jaringan lemak sub kutan ayam.....	49
Tabel 5.4. Kadar DHA jaringan lemak sub kutan ayam.....	51
Tabel 5.5. Kadar lemak sub kutan ayam.....	52
Tabel 5.6. Hasil uji rasa daging ayam.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Prosedur Analisis Asam Lemak..... 71
Lampiran 2	Prosedur Analisis Kadar Lemak..... 77
Lampiran 3	Komposisi Pakan Perlakuan Periode Awal..... 78
Lampiran 4	Komposisi Pakan Perlakuan Periode Akhir..... 79
Lampiran 5	Hasil Analisis Proksimat Pakan Perlakuan..... 80
Lampiran 6	Prosedur Pemasakan dan Penyajian Untuk Uji Rasa Daging Ayam..... 81
Lampiran 7	Kromatogram pengukuran Asam Lemak..... 83
Lampiran 8	Data kadar asam lemak omega 3 dan lemak..... 84
Lampiran 9	Hasil Analisis Asam Linolenat..... 85
Lampiran 10	Hasil Analisis EPA..... 86
Lampiran 11	Hasil Analisis DHA..... 87
Lampiran 12	Hasil Analisis Kadar Lemak..... 88

DAFTAR SINGKATAN

EPA	= Eicosa Pentaenoic Acid
DHA	= Docosa Hexaenoic Acid
MUFA	= Mono Unsaturated Fatty Acid
PUFA	= Poly Unsaturated Fatty Acid
sp.	= spesies
VLDL	= Very Low Density Lipoprotein
HDL	= High Density Lipoprotein
Apo C II	= Apoprotein C II
DOC	= Day Old Chicken



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Beberapa asam lemak omega 3 dan omega 6 merupakan asam lemak esensial yang harus ada dalam makanan. Umumnya asam lemak omega 3 yang dijumpai pada makanan adalah asam linolenat (18:3n-3), EPA/asam eikosapentaenoat (20:5n-3) dan DHA/asam dokosaheksaenoat (22:6n-3) (Mahan & Stump, 1996). Banyak pendapat yang menyatakan bahwa mengkonsumsi asam lemak omega 3 menguntungkan kesehatan. Penelitian yang menitikberatkan pada pertumbuhan dan perkembangan janin serta neonatus menunjukkan bahwa asupan asam lemak omega 3 terutama EPA dan DHA mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya. Lebih lanjut dikatakan, bahwa kebutuhan EPA dan DHA janin disuplai oleh darah maternal melalui plasenta (Fernstrom, 2000). Hal ini sesuai dengan hasil dari beberapa penelitian yang dilakukan pada kera, manusia dan hewan eksperimental lain bahwa DHA secara khusus terintegrasi ke dalam fosfolipid membran retina dan otak sehingga DHA sangat penting bagi perkembangan otak dan fungsi retina terutama pada saat dalam kandungan dan awal kehidupan (Nettelton, 1995). Dengan demikian kualitas gizi ibu khususnya asupan EPA dan DHA selama kehamilan sangat menentukan pertumbuhan dan perkembangan janin.

Disamping itu, menurut data epidemiologi kandungan EPA dan DHA dalam makanan sehari-hari dapat menurunkan risiko penyakit jantung. Sebagai contoh, rendahnya kasus trombosis yang dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh darah pada orang-orang Eskimo yang justru banyak mengkonsumsi lemak dalam dietnya sehari-hari. Hal ini dimungkinkan karena lemak yang dikonsumsi ternyata kaya akan asam lemak omega 3 (Garrow & James, 1994)

Konsumsi daging ayam broiler sebagai salah satu sumber protein hewani dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan (Santoso, 2000). Ada kecenderungan masyarakat untuk memilih daging ayam yang baik seperti daging yang empuk, rasa serta aroma yang sedap. Rasa lezat serta aroma yang lebih sedap sangat dipengaruhi oleh deposisi lemak dalam daging, sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan palatabilitas (Gurr, 1992). Lemak daging ayam cenderung mengandung proporsi asam lemak jenuh atau asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) yang lebih tinggi. Namun tidak tertutup kemungkinan bahwa komposisi asam lemak tersebut dapat dipengaruhi oleh asupan asam lemak dalam pakan, terutama pada hewan-hewan berlandung tunggal seperti babi dan unggas (Garrow & James, 1994).

Sumber pakan utama unggas berasal dari biji-bijian, limbah pertanian serta sedikit dari hasil hewani dan perikanan. Strategi yang dianut kini adalah menggunakan bahan pakan yang tidak bersaing dengan kebutuhan manusia, mudah didapat dan harga relatif murah. Oleh karenanya banyak dicoba bahan

pakan lain seperti protein sel tunggal (SCP), sisa dan hasil olahan ubi kayu, tepung daun lamtoro, tepung cacing dan sebagainya (Rasyaf, 2001). Menurut Ensminger dkk., (1990), tanaman-tanaman air merupakan sumber pakan ternak yang potensial. Contohnya antara lain adalah alga, rumput laut dan sebagainya.

Di pihak lain Nettleton (1995), menyatakan bahwa asam lemak omega 3 pada tanaman terutama adalah dalam bentuk asam linolenat yang disintesis dari asam heksadekatrienoat (16:3) di dalam membran kloroplas sedangkan EPA dan DHA secara eksklusif terdapat pada hewan yang hidup di air seperti ikan, moluska dan udang. Selanjutnya Tisco Winners Way (2000), menyebutkan bahwa *Chlorella* merupakan salah satu jenis alga laut dengan kandungan gizi yang baik. Sementara itu oleh Nettleton (1995), disebutkan bahwa *Chlorella* termasuk fitoplankton yang mengandung asam lemak omega 3 terutama dalam bentuk asam linolenat. Dari hasil analisis kandungan asam lemak beberapa fitoplankton, ternyata *Chlorella* mengandung asam linolenat sekitar 27,73% (Isnansetyo, 1995).

Jenis alga yang paling banyak dipakai untuk pakan ternak adalah *Chlorella vulgaris*. Pada umumnya alga digunakan sebagai pakan ternak setelah dikeringkan dan dicampur dengan bahan lain (Ensminger, 1990). Sedangkan menurut Isnansetyo (1995), *Chlorella* serta jenis-jenis fitoplankton lain sudah biasa dipakai sebagai pakan larva ikan dimana larva ikan sangat membutuhkan asam lemak omega 3 berantai panjang agar dapat

bermetanorfosis secara normal dan menjadi ikan dewasa. Penelitian pada unggas melalui pemberian 1% alga *Nannochloropsis sp.* sebagai suplemen dapat meningkatkan kandungan asam lemak omega 3 pada kuning telur (Nitsan, 1999). Sedangkan pemberian alga laut *Schizochytrium sp* pada pakan sapi perah dapat meningkatkan konsentrasi asam linoleat terkonjugasi, DHA dan asam transvaccenat dalam lemak susu (Franklin, 1999).

Bila dikaji lebih jauh tampak adanya kecenderungan pada masyarakat khususnya perkotaan lebih suka mengkonsumsi ayam siap saji, dimana rasa gurih yang timbul dipengaruhi oleh banyaknya lemak yang terdeposisi pada bagian sub kutan. Tentunya kondisi seperti ini dapat memicu peningkatan kasus penyakit degeneratif.

Mengingat Chlorella dapat memicu terdeposisinya asam lemak omega 3 terutama EPA dan DHA pada jaringan lemak sub kutan, namun di sisi lain oleh Sanz (2000), dikatakan bahwa asam lemak tak jenuh dalam pakan menyebabkan penurunan sintesis asam lemak dan meningkatkan laju oksidasi beta asam lemak sehingga lebih lanjut dapat mendorong penurunan deposisi lemak pada ayam, maka perlu diteliti kadar lemak sub kutan serta kadar asam lemak omega 3 di dalamnya bila memakai Chlorella sebagai pakan ayam. Lebih lanjut Bechtel (1986), mengatakan bahwa asam lemak tak jenuh jamak (PUFA) dapat menyebabkan bau amis pada daging unggas, untuk itu perlu juga dilakukan uji rasa daging ayam jika memakai Chlorella sebagai pakan

ayam untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap daging ayam tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas dapat diperoleh beberapa rumusan masalah, yaitu :

1. Apakah penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam dapat meningkatkan kadar asam linolenat pada jaringan lemak sub kutan ayam broiler.
2. Apakah penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam dapat meningkatkan kadar EPA pada jaringan lemak sub kutan ayam broiler.
3. Apakah penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam dapat meningkatkan kadar DHA pada jaringan lemak sub kutan ayam broiler.
4. Apakah penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam akan menurunkan kadar lemak sub kutan ayam broiler.
5. Apakah penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam akan menurunkan citarasa daging ayam broiler.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini mempunyai tujuan umum yaitu :

untuk mengetahui pengaruh penggunaan Chlorella sebagai pakan ayam terhadap kadar dan komposisi lemak sub kutan ayam broiler serta citarasa daging ayam.

Sedangkan tujuan khusus penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui apakah penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam dapat meningkatkan kandungan asam linolenat dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler.
- b. Untuk mengetahui apakah penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam dapat meningkatkan kandungan EPA dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler.
- c. Untuk mengetahui apakah penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam dapat meningkatkan kandungan DHA dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler.
- d. Untuk mengetahui apakah penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam dapat menurunkan kadar lemak sub kutan ayam broiler.
- e. Untuk mengetahui apakah penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam dapat menurunkan citarasa daging ayam broiler.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi kepada masyarakat luas tentang pengaruh pemberian Chlorella pada pakan ayam terhadap komposisi asam lemak omega 3 jaringan lemak sub kutan ayam

broiler, sehingga nantinya dapat dipakai sebagai salah satu sumber asam lemak omega 3 dari makanan.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik *Chlorella*

2.1.1. Taksonomi *Chlorella*

Chlorella termasuk salah satu jenis alga/ganggang hijau (*green algae*) yang diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae, Phylum : Chlorophyta, Kelas : Chlorophyceae, Ordo : Chlorococcales, Famili : Chlorellaceae, Genus : *Chlorella*.

Berdasarkan habitatnya *Chlorella* digolongkan ke dalam dua jenis yaitu *Chlorella* yang hidup di air tawar dan laut. Beberapa contoh *Chlorella* yang hidup di air laut adalah : *Chlorella minutissima*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Chlorella virginica* (Isnansetyo, 1995).

2.1.2. Komposisi *Chlorella*

Hasil analisis komposisi gizi *Chlorella* sangat bervariasi karena *Chlorella* merupakan produk alam yang sangat bergantung pada kondisi lingkungan, musim dan cuaca habitatnya (Tisco Winners Way, 2000). Menurut Isnansetyo (1995), kondisi lingkungan yang mempengaruhi nilai nutrisi jenis-jenis phytoplankton antara lain adalah : intensitas cahaya, lama pencahayaan dan suhu. Namun demikian, secara umum komposisi gizi *Chlorella* terdiri atas protein 60 persen, karbohidrat dan lemak 20 persen

(Steenblock, 2001). Dari catatan All About Sun Chlorella oleh Tisco Winners Way (2000), komposisi gizi yang terkandung pada Chlorella dapat dilihat seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi Gizi Yang Terkandung Pada Chlorella

Zat	Kandungan(%)	
Air	5,77	%
Protein Kasar	56,24	%
Lemak Kasar	13,38	%
Karbohidrat	16,95	%
Serat Kasar	1,02	%
Abu	6,64	%
Klorofil	1,7	%
Energi	417	kcal

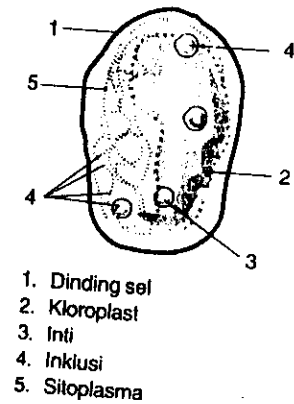
Sumber : [http : // www. sunchlorella. net/chlorella in detail. htm.](http://www.sunchlorella.net/chlorella%20in%20detail.htm)

Hal pertama yang perlu dicatat adalah bahwa Chlorella mempunyai kandungan protein yang tinggi dengan keseimbangan asam amino yang baik (Tisco Winners Way, 2000). Selain itu Steenblock (2001), mengatakan bahwa protein Chlorella mengandung seluruh asam amino yang penting bagi manusia dan hewan, dimana dalam hal komposisi asam amino ternyata kualitas protein Chlorella setara dengan protein hewani. Chlorella juga kaya akan vitamin, mineral dan klorofil. Vitamin A dari Chlorella terutama terdapat dalam bentuk

beta karoten. Dikatakan oleh Sunoto (1991), bahwa kandungan beta karoten *Chlorella* 18 – 20 kali lebih tinggi dari pada wortel. Disisi lain, unsur asam lemak *Chlorella* sekitar 85,3 persen berupa asam lemak tidak jenuh dari keseluruhan kandungan lemak *Chlorella* (Tisco Winners Way, 2000).

2.1.3. Morfologi *Chlorella*

Nama *Chlorella* mempunyai makna yang sesuai dengan morfologinya, yaitu : chlor berarti hijau sedangkan ella berarti kecil, dengan demikian *Chlorella* dapat diartikan sebagai sejenis alga berwarna hijau dengan ukuran sangat kecil, berdiameter sekitar enam mikron sehingga tidak dapat dilihat dengan mata telanjang (Tisco Winners Way, 2000). Selanjutnya Steenblock (2001) mengatakan bahwa sel *Chlorella* berbentuk bulat atau bulat telur (oval), merupakan alga hijau bersel tunggal (unicellular), berkoloni, tidak mempunyai akar, batang, atau daun yang sebenarnya. Menurut pengamatan Isnansetyo (1995), *Chlorella* mempunyai dinding sel sangat keras yang terdiri atas selulosa dan pektin. *Chlorella* dapat bergerak tetapi sangat lambat sehingga pada pengamatan seolah-olah tidak bergerak.



Gambar 2.1. Morfologi Sel Chlorella
Sumber : Isnansetyo, 1995.

2.1.4. Sifat-sifat Ekologi Chlorella

Chlorella telah berada di bumi sejak masa Pra-Kambrian kira-kira 2,5 milyar tahun yang lalu. Diyakini tumbuhan inilah yang pertama kali memiliki bentuk sel dengan inti sel sebenarnya. Kemampuan Chlorella untuk terus bertahan hidup sampai ke zaman moderen merupakan tanda adanya kestabilan sifat genetik, ketangguhan serta kemampuan mempertahankan pembawa sifatnya selama milyaran tahun (Steenblock, 2001).

Chlorella bersifat kosmopolit, kecuali pada tempat yang sangat kritis bagi kehidupan. Jenis alga ini dapat tumbuh pada salinitas antara 0 – 35 ppt. , tetapi salinitas optimum untuk pertumbuhan Chlorella berkisar antara 10 – 20 ppt. Chlorella dapat bertahan hidup pada suhu 40°C, namun kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan Chlorella adalah 25° - 30°C (Isnansetyo, 1995).

Pada umumnya spesies-spesies Chlorella hidup di air tawar, namun beberapa spesies dapat pula dijumpai di permukaan lautan terbuka, di bawah

permukaan tanah dan endapan-endapan laut, di atas batu-batu karang, di atas kulit kayu juga di atas organisme lain bahkan di atas salju (Starr, 1995). Menurut Solomon (1993), tanpa menghiraukan tempat hidupnya, secara ekologi kedudukan alga sangat penting di dalam rantai makanan terutama di habitat umum alga yaitu air tawar. Dilaporkan, *Chlorella* sering dibawa oleh para astronot dalam perjalannya ke luar angkasa. Hal ini dilakukan karena *Chlorella* dapat tumbuh hanya dalam ruangan yang kecil, cukup diberi lampu penerangan, karbondioksida dan mineral. Keberadaan *Chlorella* sangat diperlukan untuk mensuplai kebutuhan oksigen dalam pesawat ruang angkasa seiring dengan kemampuannya untuk menghirup karbondioksida (Starr, 1995). Hal ini didukung pula oleh pendapat Enger (1997), bahwa alga menyumbang 30 – 50 persen oksigen di udara.

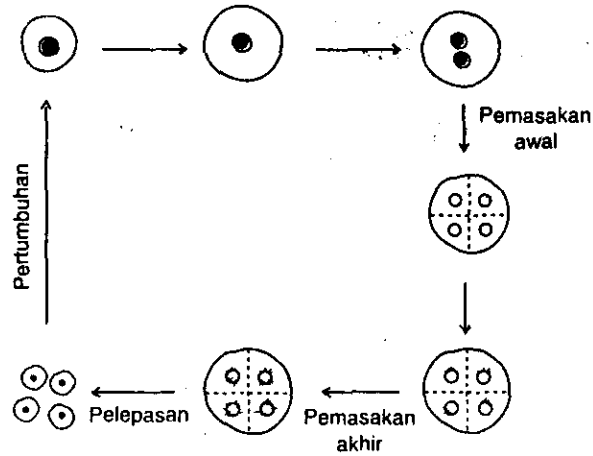
2.1.5. Sifat-sifat Fisiologi *Chlorella*

Chlorella mengandung klorofil dalam jumlah tinggi bahkan tertinggi di antara semua jenis tumbuh-tumbuhan. Disamping itu *Chlorella* juga mengandung vitamin, mineral, serat makanan, asam nukleat, asam amino, berbagai macam enzim dan CGF (*Chlorella Growth Factor*). Dinding sel *Chlorella* sangat kokoh, namun hal ini menjadi ciri keunikan tersendiri karena dapat bersifat sebagai penyerap. Pada tubuh pemberian *Chlorella* dapat membantu proses detoksikasi dengan mengeluarkan hidrokarbon dan logam

berat (Steenblock, 2001). Di sisi lain Sunoto (1991), mengatakan bahwa kandungan CGF dari *Chlorella* dapat memicu pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dan manusia yang masih dalam masa pertumbuhan. Hal ini didukung pula oleh suatu hasil penelitian pada ayam, dimana pemberian *Chlorella* pada pakan ayam mulai umur 3 hari selama 60 hari sebanyak 2% dapat memberikan kenaikan berat badan 9% lebih tinggi pada ayam jantan.

Terkait dengan sifat *Chlorella* yang dapat mendetoksikasi racun, para ahli Israel telah mencoba dengan memakai tenaga matahari dan alga untuk membersihkan air limbah domestik sehingga pada saat yang sama menghasilkan alga yang bernilai untuk pakan hewan serta air bersih untuk irigasi. Lebih lanjut dikatakan pula bahwa beberapa spesies alga hijau yang tumbuh di air atau danau-danau dari air limbah dapat menjadi sumber potensial bagi makanan manusia dan hewan (Ensminger, 1990).

Chlorella bereproduksi secara aseksual melalui pembelahan sel, bisa juga dengan pemisahan autospora dari sel induk. Reproduksi sel diawali dengan pertumbuhan sel yang membesar, kemudian terjadi peningkatan aktivitas sintesis sebagai bagian dari persiapan pembentukan sel anak yang merupakan tingkat pemasakan awal. Tahap selanjutnya akan terbentuk sel induk muda, kemudian disusul dengan pelepasannya (Isnansetyo, 1995).



Gambar 2.2 : Daur Hidup dan Cara Reproduksi Chlorella
 Pertama Chlorella akan tumbuh membesar sampai membentuk sel yang matang, kemudian membelah sehingga terbentuk sel anak untuk dilepaskan.
 Sumber : Isnansetyo,1995.

2.1.6. Budidaya Chlorella

Dalam dunia perikanan, Chlorella banyak dipakai sebagai pakan rotifer bagi larva ikan kakap putih, kakap merah dan kerapu. Selain itu juga dapat diberikan langsung pada larva teripang dan larva tiram mutiara atau bivalva (Isnansetyo, 1995).

Budidaya Chlorella diawali dengan mempersiapkan air laut yang sudah disterilkan dengan kadar garam sekitar 25 – 28 permil, kemudian air laut dimasukkan ke dalam botol-botol kultur. Selanjutnya diberi pupuk cair sebanyak 1 ml/liter ke dalam media kultur kemudian diaerasi dan dibiarkan sebentar. Setelah pupuk tercampur rata, bibit Chlorella dimasukkan ke dalam

botol kultur , kemudian botol kultur diletakkan pada tempat yang mendapat cukup cahaya. Pupuk yang digunakan untuk skala kecil bisa pupuk Conway atau larutan Allen Miquel, sedangkan untuk kultur massal volume 1 – 4 ton memakai pupuk teknis yang terdiri atas KNO_3 100 gram/ton, FeCl_3 3 gram/ton dan $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 10 gram/ton. Sedangkan untuk skala yang lebih besar (8 – 16 ton) menggunakan pupuk pertanian seperti ZA 100 gram/ton, TSP 15 gram/ton dan Urea 5 gram/ton. Budidaya *Chlorella* mencapai puncak populasi pada hari keempat, sehingga pemanenan segera dilakukan (Isnansetyo, 1995).

2.2. Lemak

Lemak merupakan sekelompok bahan organik yang bersifat tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut non polar seperti alkohol atau eter (Williams, 1977). Menurut Linder (1991), lemak yang terdapat pada makanan dan di dalam tubuh organisme sebagian besar (sekitar 95 – 98 persen) berbentuk triasilgliserol dan sisanya merupakan fosfolipid dan kolesterol. Selanjutnya Brody (1994), mengatakan bahwa lemak dan minyak dalam makanan berguna sebagai sumber energi karena mensuplai 30 – 40 persen kebutuhan energi tubuh.

2.2.1 Pencernaan dan absorpsi lemak

Pencernaan lemak dari makanan menjadi bagian yang lebih kecil yaitu asam lemak dan monoasilgliserol terjadi di dalam duodenum dan yeyunum (Linder, 1991). Kemudian terjadi emulsifikasi lemak oleh garam-garam

empedu dan dengan bantuan gerakan peristaltik akan terdispersi menjadi butir-butir kecil. Peristiwa ini diikuti dengan masuknya lipase pankreas yang akan menghidrolisis dua dari tiga sambungan ester dalam triasilgliserol (Linder, 1991; Mayes, 1990).

Penyerapan asam lemak dan monoasilgliserol serta komponen-komponen lemak lainnya ke dalam sel-sel mukosa usus terjadi secara difusi pasif terutama pada setengah bagian atas usus kecil. Setelah masuk ke dalam mukosa usus, triasilgliserol akan dibentuk kembali dan bergabung dengan apoprotein membentuk lipoprotein kilomikron agar dapat larut dalam darah. Kemudian kilomikron akan disekresi ke ruang ekstra seluler untuk masuk ke dalam sistem limfatik (Linder, 1991).

Selanjutnya kilomikron secara perlahan masuk ke dalam sirkulasi darah melalui *ductus thoracicus*. Apo C II yang terdapat pada permukaan kilomikron akan mengaktifkan enzim lipoprotein lipase (LPL) menempel pada sel-sel endotel pembuluh darah sehingga merangsang asam lemak yang terdapat dalam kilomikron terlepas dan dengan cepat diabsorpsi untuk digunakan sebagai sumber energi oleh jaringan-jaringan yang membutuhkannya atau disintesis kembali menjadi triasilgliserol dan disimpan di dalam jaringan adiposa (Linder, 1991).

Distribusi asam lemak ke berbagai organ serta penggunaannya tergantung pada strukturnya. Sebagai contoh, asam lemak rantai sedang cenderung untuk dipakai sebagai sumber energi, sedangkan asam lemak jenuh

maupun tak jenuh tunggal (MUFA) dengan rantai lebih panjang cenderung untuk disimpan baik secara langsung maupun tidak langsung lewat hepar (Linder, 1991).

2.3 Jaringan adiposa

2.3.1 Sintesis Triasilgliserol

Triasilgliserol merupakan lemak simpanan, disintesis secara aktif di dalam sel-sel hewan terutama sel hati dan jaringan adiposa (Riis, 1983 dan Garrow dan James, 1994). Struktur umum triasilgliserol merupakan kerangka gliserol dengan tiga asam lemak, dimana molekul gliserolnya sama akan tetapi asam lemaknya bervariasi menurut panjang atom karbon dan tingkat saturasinya (Whitney & Hamilton, 1984), sehingga dapat dikatakan bahwa sifat triasilgliserol sangat ditentukan oleh asam lemak penyusunnya (Girindra, 1986 dan Gurr, 1992).

Di dalam jaringan adiposa, triasilgliserol disintesis dari asil Koa dan gliserol-3-fosfat, dan gliserol yang diperlukan untuk pembentukan gliserol-3-fosfat sangat tergantung pada persediaan glukosa dalam darah. Sedangkan asil Koa merupakan asam lemak yang diaktifkan oleh enzim asil Koa sintetase dengan menggunakan ATP dan Koa. Selanjutnya 2 molekul asil Koa bergabung dengan gliserol-3-fosfat membentuk 1,2-diasilgliserol-fosfat (fosfatidat), kemudian dikonversi oleh fosfatidat fosfohidrolase membentuk 1,2 diasilgliserol. Sedangkan monoasilgliserol hasil penyerapan di usus akan dikonversi oleh monoasilgliserol asiltransferase menjadi 1,2 diasilgliserol.

Akhirnya 1,2 diasilgliserol ini beresterifikasi dengan molekul asil Koa berikutnya dengan bantuan enzim diasilgliserol asiltransferase untuk membentuk triasilgliserol (Mayes, 1999).

Asam lemak dalam jalur ini berasal dari berbagai sumber antara lain : kilomikron, yang dihasilkan dari pencernaan dan penyerapan triasilgliserol makanan; sintesis de novo asam lemak (lipogenesis endogen) di dalam hati dan jaringan adiposa; hasil lipolisis lemak cadangan di dalam jaringan adiposa (Mayes, 1999).

Sintesis de novo asam lemak terjadi di dalam sitosol berbagai jaringan termasuk jaringan hati, ginjal, otak, paru, kelenjar susu dan jaringan adiposa. Sebagai substratnya adalah asetil KoA dengan produk akhir berupa palmitat bebas. Reaksi pertama sintesis de novo dimulai dengan karboksilasi asetil KoA menjadi malonil-KoA dengan adanya ATP dan enzim asetil karboksilase (Mayes, 1999). Kecuali reaksi pertama, semua reaksi yang terlibat dalam sintesis asam lemak dikatalisis oleh kompleks multi enzim yang disebut sintase asam lemak (Zubay, 1993).

2.3.2 Lipolisis

Jika lemak dari makanan tidak mencukupi kebutuhan energi tubuh maka lipid yang tersimpan di dalam sel-sel adiposit sebagai triasilgliserol akan diambil melalui hidrolisis triasilgliserol (Zubay, 1993). Hidrolisis triasilgliserol di dalam jaringan adiposa oleh enzim lipase yang peka terhadap hormon (*hormone sensitive lipase*) akan membentuk asam lemak bebas dan

gliserol (Brody, 1994). Kemudian asam lemak dan gliserol yang dibebaskan dari lipolisis ini masuk ke aliran darah dan terikat pada albumin darah. Asam lemak selanjutnya dikirim ke jaringan lain yang membutuhkan energi melalui oksidasi beta asam lemak (Bondy, 1987). Namun asam lemak bebas yang dibentuk oleh lipolisis dapat pula dikonversi kembali menjadi asil KoA oleh asil KoA sintetase dan selanjutnya direesterifikasi dengan gliserol-3-fosfat untuk membentuk triasilgliserol di dalam jaringan adiposa (Mayes, 1999).

Sehingga terdapat siklus lipolisis dan reesterifikasi yang berkesinambungan di dalam jaringan adiposa. Disisi lain, gliserol hasil hidrolisis triasilgliserol dengan mudah dapat berdifusi ke luar dan masuk ke dalam plasma jaringan adiposa akan digunakan oleh jaringan yang mempunyai gliserokinase seperti hepar dan ginjal (Mayes, 1990).

2.3.3 Pengendalian Metabolisme Lemak

Pengendalian metabolisme lemak terjadi melalui pengaturan lipogenesis dan oksidasi beta asam lemak. Walaupun keduanya nampak mempunyai efek yang berlawanan, namun reaksi yang terjadi bukanlah merupakan kebalikannya karena secara prinsip keduanya berbeda baik tempat terjadinya serta enzim-enzim yang terlibat (Mayes, 1999). Oleh Zubay (1993) dikatakan bahwa baik sintesis asam lemak maupun degradasi asam lemak melalui oksidasi beta asam lemak dibatasi oleh suplai substratnya.

Pengaturan sintesis asam lemak juga terjadi melalui reaksi pertama yang dikatalisis oleh asetil KoA karboksilase. Apabila sitrat terdapat di dalam

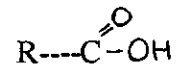
sitosol, maka sitrat akan menstimulasi asetil KoA karboksilase untuk membentuk malonil koA sehingga terjadi sintesis asam lemak. Sebaliknya produk akhir lipogenesis yaitu palmitat bebas akan menghambat translokase yang mentransfer sitrat dari mitokondria ke sitosol sehingga terjadi mekanisme umpan balik yang menghambat sintesis asam lemak dan mendorong oksidasi beta asam lemak (Stryer, 1988). Palmitat eksogen juga cenderung menurunkan deposisi asam lemak endogen dan akan meningkatkan pemakaian asam lemak jaringan sebagai sumber energi (Mayes, 1999).

Asam lemak tak jenuh jamak (PUFA) seperti misalnya asam linoleat dan asam linolenat yang sama-sama merupakan asam lemak rantai panjang tampaknya lebih menghambat sintesis asam lemak dan lebih memacu oksidasi beta asam lemak. Sesuai dengan hasil penelitian pada tikus yang diberi asam linoleat dalam pakannya ternyata terjadi peningkatan oksidasi beta asam lemak sehingga menurunkan deposisi lemak dalam jaringan (Cunnane, 1997).

Apabila malonil koA yang merupakan inhibitor alami enzim karnitin palmitoil asiltransferase I di hati jumlahnya berkurang, selanjutnya akan mengurangi hambatan terhadap enzim pengendali oksidasi beta asam lemak sehingga mengakibatkan peningkatan laju oksidasi beta asam lemak yang pada akhirnya akan menurunkan jumlah asam lemak dalam tubuh (Stryer, 1988). Jadi palmitat eksogen akan menurunkan deposisi asam lemak endogen dan meningkatkan pemakaian asam lemak jaringan sebagai sumber energi.

2.4. Asam Lemak

Stryer (1988) dan Mahan & Stump (1996), mendefinisikan asam lemak sebagai suatu kelompok senyawa hidrokarbon berantai panjang dengan gugus karboksilat pada ujungnya, dan mempunyai rumus umum :



Dimana R merupakan rantai karbon jenuh atau tidak jenuh. Komposisi asam lemak dari jaringan lemak ayam secara umum tampak seperti tabel 2.2. (Linder, 1991).

Tabel 2.2. : Komposisi Asam Lemak dari Jaringan Lemak Ayam

Jenis Asam Lemak	Jumlah (persen)
As. Laurat & As. Miristat	1
Asam Palmitat	19
Asam Stearat	8
Asam Oleat	47
Asam Linoleat	2
Asam Linolenat	1,5
Asam Arakidonat	---
EPA & DHA	---

Sumber : Mostly Souci dkk., (1981/1982 dalam Linder,1991)

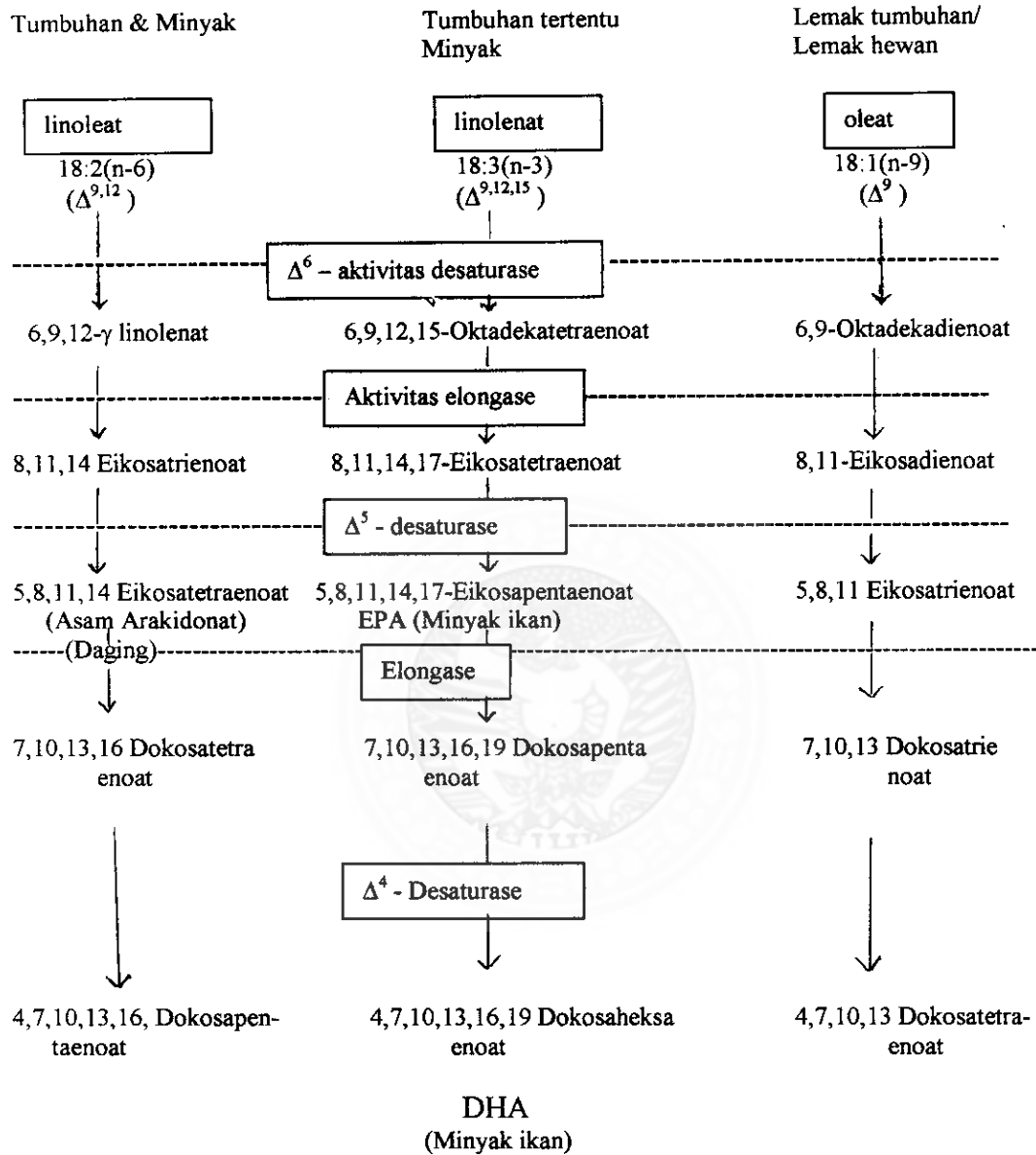
2.4.1. Asam Lemak Jenuh

Asam Lemak jenuh selalu dihubungkan dengan makanan asal hewani seperti daging dan produk susu (Nettleton, 1995). Hal ini sesuai dengan

pendapat Stump & Mahan (1996), bahwa asam lemak jenuh cenderung terakumulasi dalam lemak hewani seperti sapi, babi, ayam dan produk susu. Lebih lanjut Netleton (1995) menjelaskan asam lemak jenuh yang sering dijumpai dalam makanan adalah : asam laurat, asam miristat, asam palmitat dan asam stearat, tetapi pada lemak hewan seperti butter, lemak sapi dan unggas ternyata jumlah yang paling besar adalah asam palmitat. Jika konsumsi asam lemak jenuh berlebihan, setelah digunakan sebagai sumber energi maka sisanya akan disimpan di dalam jaringan adiposa atau diubah menjadi asam lemak tak jenuh. Sebagai contoh asam stearat (18:0) di dalam tubuh akan mengalami desaturasi menjadi asam oleat (18:1) (Stump & Mahan, 1996). Dilain pihak Brody (1994), mengatakan bahwa mengkonsumsi asam lemak jenuh dari makanan berlemak dalam jumlah besar merupakan faktor resiko terhadap penyakit jantung.

2.4.2. Asam Lemak Tidak Jenuh

Sebenarnya semua jaringan mempunyai enzim desaturase yang dapat menyisipkan satu ikatan rangkap ke dalam asam lemak jenuh pada posisi atom karbon nomor 9. Namun demikian jaringan manusia juga mempunyai enzim desaturase yang mampu menyisipkan ikatan rangkap selanjutnya yang berseling dengan elongasi sehingga menghasilkan asam lemak tak jenuh jamak (PUFA) (Garrow & James, 1994).



Gambar 2.3. : Pembentukan Asam Arakidonat, EPA dan DHA dari Prekursornya. Asam linoleat membentuk asam arakidonat(n-6), asam linolenat membentuk EPA dan DHA (n-3), asam oleat membentuk asam dokosatetraenoat (n-9).
 Sumber : Garg dkk., (1988, dalam Linder,1991)

Dengan melibatkan enzim Δ 6-desaturase di dalam hati maka asam linoleat akan diubah menjadi asam arakidonat serta asam linolenat menjadi EPA. Sedangkan proses elongasi dan desaturasi selanjutnya termasuk pembentukan DHA terjadi di dalam jaringan perifer (Linder, 1991).

Asam lemak tidak jenuh jamak (PUFA) dengan dua ikatan rangkap bahkan lebih, diantaranya ada yang masuk kelompok asam lemak esensial (Stump & Mahan, 1996). Disebut asam lemak esensial karena komponen lemak ini dibutuhkan bagi fungsi tubuh tetapi tidak dapat disintesis di dalam tubuh sehingga harus diperoleh dari makanan (Williams, 1977). Stump & Mahan (1996), juga mengatakan ada dua induk asam lemak esensial yaitu asam linoleat (C18:2,n-6) dan asam linolenat (C18:3,n-3).

Fungsi asam lemak esensial menurut Murray dkk., (1997), adalah sebagai bahan pembentuk senyawa eikosanoid dan juga berfungsi sebagai komponen lipid pembangun struktur sel. Terdapat tiga senyawa eikosanoid yang terdiri atas Prostaglandin(PG), Tromboksen (TX) dan Leukotrien(LT). Jenis PG, TX dan LT yang terbentuk tergantung pada bahan awalnya yaitu asam arakidonat, EPA atau DHA, karena produk prostanooid dari ketiga asam lemak tersebut mempunyai efek berbeda bahkan kadang-kadang berlawanan (Linder, 1991). Menurut Stump & Mahan (1996), asam arakidonat dari kelompok asam lemak omega 6 merupakan prekursor Tromboksen A2 yang menyebabkan agregasi platelet, pembentukan gumpalan (clot) dan

vasokonstriksi. Sebaliknya asam lemak omega 3 menghasilkan Prostaglandin yang dapat mencegah pembentukan gumpalan dan menyebabkan vasodilatasi.

2.4.3. Asam Lemak Omega 3

Asam lemak omega 3 merupakan kelompok asam lemak tidak jenuh jamak (PUFA) yang mana ikatan rangkap pertamanya terletak pada atom karbon nomor 3 dari ujung metil (Nettleton, 1995). Menurut Stump & Mahan (1996), kelompok asam lemak omega 3 yang terdapat dalam makanan adalah asam linolenat beserta turunan-turunannya yaitu EPA dan DHA. Ikan dapat mengubah asam linolenat menjadi EPA yang pada akhirnya membentuk DHA, dan proses yang sama terjadi pula pada manusia dan hewan lain. Sumber asam linolenat banyak dijumpai dari biji-bijian seperti : biji *flax*, *rape*, *chia*, *perilla* dan *black currant*, sedangkan EPA dan DHA secara eksklusif terdapat pada produk laut seperti ikan (Nettleton, 1995). Selanjutnya Winarno (1993), menyatakan pula bahwa asam lemak omega 3 rantai panjang banyak terdapat pada tubuh ikan laut, karena ikan tersebut makanannya berasal dari jasad renik seperti *Chlorella*, *diatomae* dan *diniflagellata* yang mampu mensintesisnya sehingga kandungan asam lemak dalam tubuh ikan menjadi tinggi.

Menurut Nettleton (1995), EPA dan DHA biasanya dikonsumsi dalam bentuk triasilgliserol dimana EPA dan DHA pada umumnya dijumpai pada

posisi 2 dari triasilgliserol dan selanjutnya hasil hidrolisis oleh enzim lipase pankreas di dalam usus menyebabkan asam lemak omega 3 pada triasilgliserol akan lepas, kemudian masuk ke dalam sel enterosit untuk disintesis kembali menjadi triasilgliserol, untuk selanjutnya dikemas menjadi kilomikron dan melalui sistem limfatik akan masuk ke aliran darah. Di dalam sirkulasi, enzim lipase lipoprotein dari sel-sel endotel kapiler bekerja pada kilomikron untuk mengeluarkan asam lemak dari triasilgliserol, sehingga asam lemak termasuk asam lemak omega 3 akan terlepas dan terikat pada albumin untuk dikirim ke membran semua jaringan perifer.

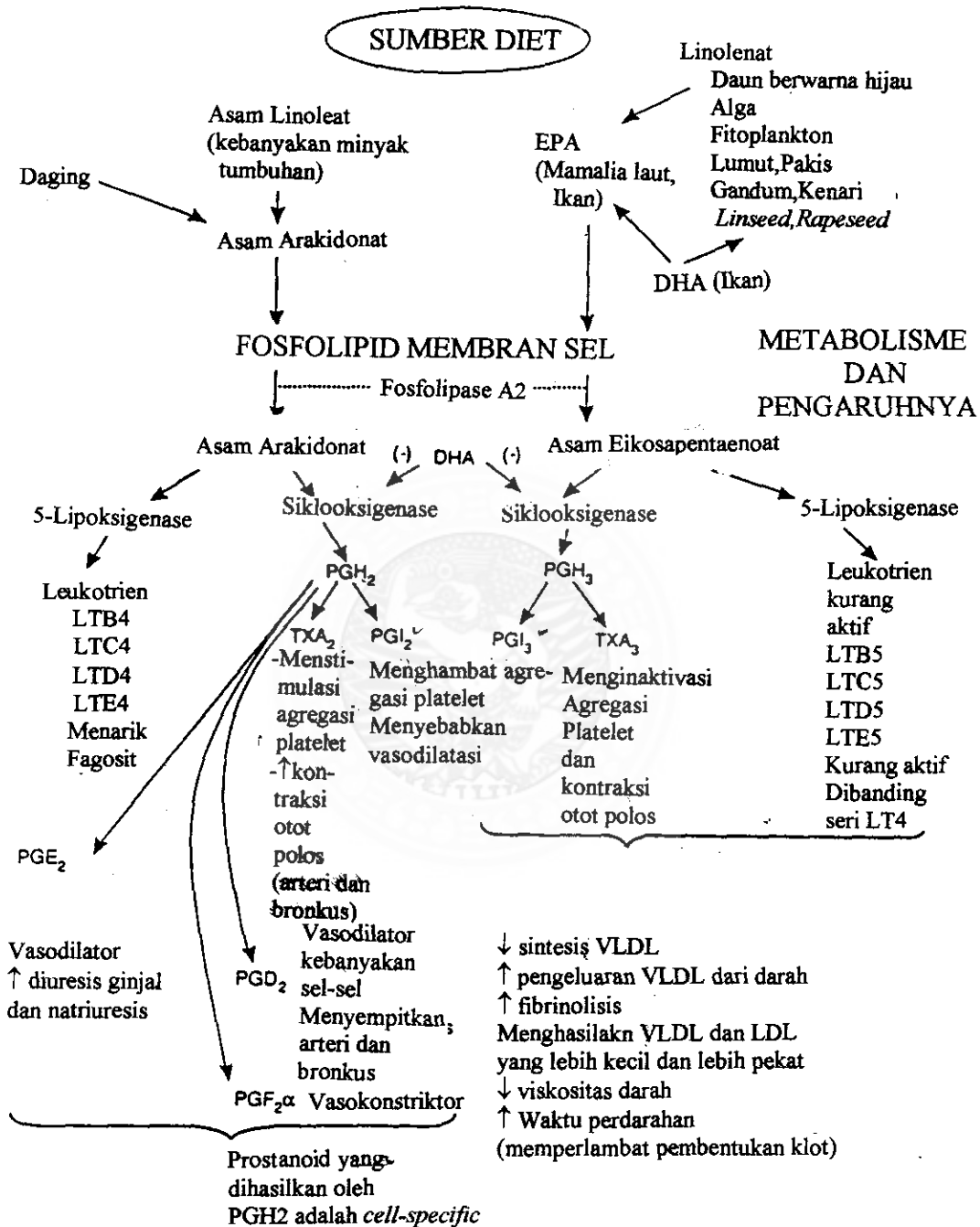
Di dalam jaringan tubuh asam lemak omega 3 akan terintegrasi ke dalam fosfolipid membran, yang mana secara dominan EPA dijumpai di dalam fosfatidiletanolamin dan dilain pihak DHA diambil oleh fosfatidilkolin. Lebih lanjut dijelaskan pula bahwa EPA akan terintegrasi pada jaringan-jaringan : hati, ginjal, platelet dan sel-sel darah, sedangkan DHA banyak didapatkan pada jaringan-jaringan jantung, retina dan otak (Nettleton, 1995).

Karena itulah jika diamati lebih jauh, ternyata EPA lebih banyak berperan dalam pencegahan penyakit kardiovaskuler dan DHA sangat penting pada proses perkembangan otak dan fungsi retina. Hal ini didukung pula oleh pendapat Garrow dan James (1994), bahwa 50 persen bahan kering otak terdiri atas lemak dimana 50 persennya berupa PUFA, sehingga keberadaan PUFA dalam makanan pada saat perkembangan otak sangat esensial. DHA di dalam otak berhubungan dengan sinaptosom dan vesikel

sinaptik, myelin, mikrosom dan mitokondria, sedangkan didalam retina ia dijumpai di dalam sel-sel fotoreseptor khususnya segmen luar rod dan berhubungan erat dengan rhodopsin (Nettleton,1995). DHA akan terakumulasi di dalam susunan saraf pusat pada akhir periode kehamilan dan di awal kehidupan bayi (Fernstrom, 2000).

Terkait dengan peranan asam lemak omega 3 dalam mencegah penyakit kardiovaskuler, terlihat dari hasil-hasil penelitian yang dirangkum oleh Nettleton (1995), yaitu asam lemak omega 3 dapat menurunkan konsentrasi triasilgliserol dalam plasma karena asam lemak omega 3 menurunkan produksi VLDL oleh hati, meningkatkan oksidasi asam lemak dan menurunkan produksi apo-B. Asam lemak omega 3 juga dapat menurunkan aktivitas enzim-enzim yang bertanggung jawab untuk sintesis triasilgliserol dan pembentukan ester kolesterol. Asam lemak omega 3 juga mampu sedikit meningkatkan HDL dalam plasma.

Namun jika sumber asam lemak omega 3 tidak ada dalam makanan, sebagai kompensasi akan dibentuk asam dokosapentaenoat/DPA (22:5,n-6) dan asam dokosatetraenoat (22:4,n-6). Dalam keadaan normal kedua asam lemak ini terdapat dalam jumlah kecil di dalam jaringan, sehingga kehadiran DPA hanya untuk mempertahankan fluiditas dan fungsi membran (Nettleton, 1995).



Gambar 2.4. : Jalur Metabolisme Asam Lemak Esensial Di Dalam Tubuh. Kedua seri asam lemak esensial dari makanan yaitu asam lemak omega 3 dan omega 6 melalui jalur siklooksigenase dan lipoksigenase masing-masing membentuk senyawa eikosanoid yang pengaruhnya di dalam tubuh berlawanan. Sumber : Leaf & Weber (1988, dalam Linder 1991).

2.5 Hubungan Antara Komponen Lemak Dalam Pakan dan Komposisi Jaringan Lemak

Simpanan triasilgliserol pada ayam terdapat hampir di seluruh tubuh sebagai lemak yang tersimpan di bawah kulit, lemak di daerah abdominal maupun lemak marbling . Lemak dalam karkas memberikan tekstur daging tidak berserat sehingga menjadi lebih empuk, mengurangi kehilangan cairan daging dan meningkatkan tingkat kesukaan konsumen karena memberikan rasa lebih gurih (Berr dkk., 1985 dan Gurr, 1992).

Sebagian besar lemak hewani tersusun dari triasilgliserol dengan asam lemak yang ikatan rangkapnya sedikit tetapi panjang atom karbonnya lebih panjang sehingga menghasilkan lemak yang lebih padat (Linder, 1991). Namun demikian, sifat lemak tubuh dipengaruhi secara nyata oleh sifat dari sumber makanannya. Hal ini sangat penting mengingat derajat kekerasan dari lemak tersebut merupakan faktor penentu dalam nilai pemasaran karkas (Anggorodi, 1980). Seperti yang disebutkan oleh Linder (1991), bahwa komposisi lemak dalam pakan sangat mempengaruhi komposisi lemak yang terakumulasi terutama pada hewan-hewan ber lambung tunggal seperti unggas dan babi. Jika pakannya banyak mengandung lemak tidak jenuh maka lemak hewan yang terakumulasi cenderung menghasilkan triasilgliserol yang tidak jenuh. Lebih lanjut Anggorodi (1980), menyatakan bahwa macam lemak dalam ransum akan mempengaruhi sifat lemak yang dibentuk dalam tubuh.

Hal ini disebabkan karena asam-asam lemak dalam lemak bahan makanan disimpan dalam tubuh dengan tidak mengalami perubahan. Jika ransum mengandung banyak lemak bersifat cair pada suhu kamar, maka lemak badan dapat menjadi lebih lunak, sehingga mempengaruhi kualitas daging.



BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1. Kerangka Konseptual Penelitian

Berdasarkan tinjauan pustaka dan beberapa penelitian yang telah dilakukan, perubahan komposisi asam lemak jaringan lemak sub kutan dapat dipengaruhi oleh komposisi pakan dan hal tersebut lebih mudah terjadi pada hewan-hewan berlabung tunggal seperti unggas dan babi dimana perubahan ini sangat dipengaruhi oleh komposisi asam lemak pakan (Linder, 1991).

Penggunaan alga sebagai pakan ternak sudah banyak dicoba dan dari beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa alga laut dapat dipakai sebagai sumber asam lemak omega 3 guna mendapatkan produk peternakan yang kaya akan asam lemak omega 3. Chlorella merupakan alga laut yang kaya asam lemak omega 3 terutama dalam bentuk asam linolenat sekitar 27,73% (Isnansetyo, 1995). Chlorella juga dikenal mempunyai kandungan gizi baik terbukti dengan hasil penelitian pada ayam broiler dimana pakan ayam yang diberi Chlorella dapat memberikan peningkatan berat badan 6% lebih tinggi dari pada pakan kontrol (Sunoto,1991). Sehingga diharapkan dengan menggunakan Chlorella sebagai pakan bisa memberikan hasil menguntungkan berupa peningkatan berat badan lebih besar dan produk peternakan yang aman bagi kesehatan karena mengandung asam lemak omega 3.

Di dalam tubuh manusia dan hewan asam linolenat akan dimetabolisme menjadi EPA dan DHA. Pada dasarnya konsumsi EPA dan DHA inilah yang nantinya bermanfaat bagi pemeliharaan kesehatan manusia. Oleh karena itu lebih dianjurkan bagi manusia untuk mengkonsumsi sumber asam lemak omega 3 dari makanan laut seperti ikan yang memang kaya EPA dan DHA atau produk hewani yang telah diperkaya dengan EPA dan DHA (Nettleton, 1995).

Sesuai dengan hasil penelitian oleh Sanz (2000), bahwa pakan yang banyak mengandung asam lemak tak jenuh cenderung akan menurunkan deposisi lemak abdomen ayam. Sementara itu, pemakaian *Chlorella* sebagai pakan ayam diharapkan dapat mendorong deposisi asam lemak omega 3 pada jaringan lemak sub kutan ayam. Tetapi kehadiran asam lemak omega 3 pada jaringan lemak ayam ditakutkan akan mempengaruhi citarasa daging ayam, karena asam lemak tak jenuh jamak (PUFA) disinyalir akan menimbulkan bau amis pada daging (Bechtel, 1986).

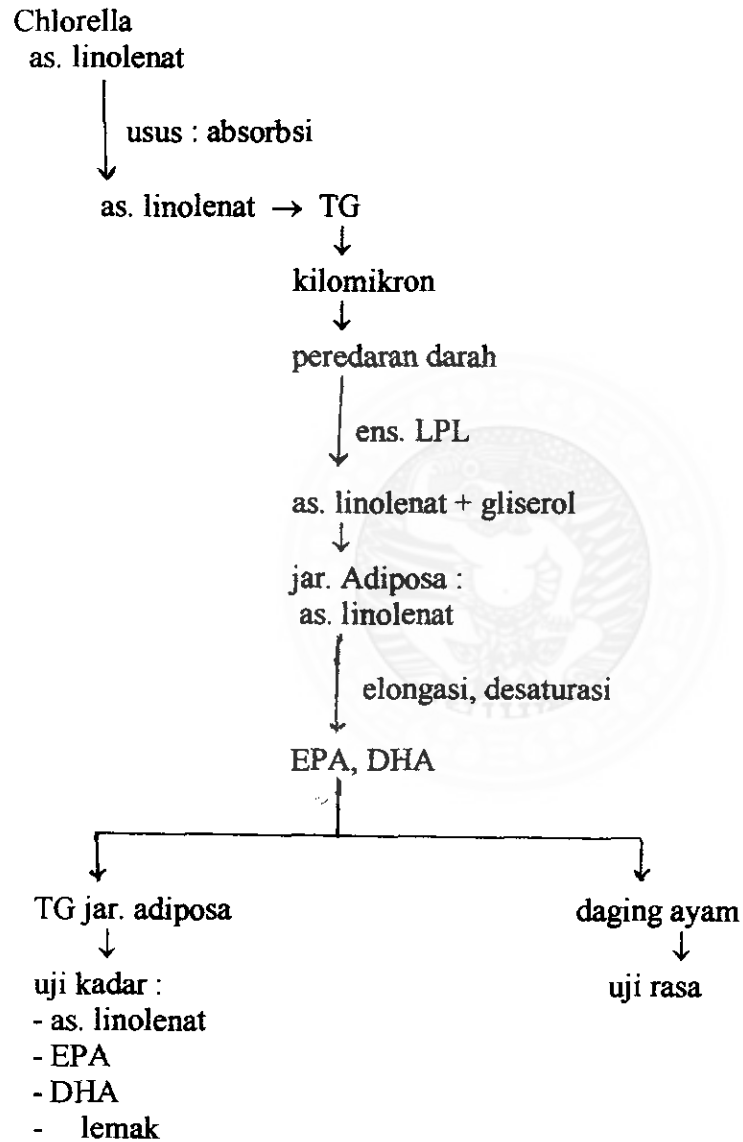
Dengan demikian , perlu dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh pemakaian *Chlorella* sebagai pakan ayam terhadap kadar asam linolenat, EPA dan DHA dalam jaringan lemak sub kutan ayam serta kadar lemak sub kutan ayam serta uji rasa terhadap daging ayam untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen.

3.2. Hipotesis Penelitian

Pada penelitian ini diajukan hipotesis :

1. Penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam broiler meningkatkan kadar asam linolenat dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler.
2. Penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam broiler meningkatkan kadar EPA dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler.
3. Penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam broiler meningkatkan kadar DHA dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler.
4. Penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam broiler menurunkan kadar lemak sub kutan ayam broiler.
5. Penggunaan Chlorella sebagai komponen pakan ayam broiler menurunkan citarasa daging ayam broiler.

3.3 Bagan Kerangka Konseptual



BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian eksperimental laboratoris dengan menggunakan rancangan penelitian Rancangan Acak Lengkap (Kusriningrum, 1989). Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh perlakuan penggunaan *Chlorella* (empat dosis *Chlorella* yaitu 0% sebagai kontrol, 0,5%, 1% dan 1,5%) sebagai komponen pakan ayam broiler.

4.2. Populasi, Sampel, Besar Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel.

Populasi dan subyek dalam penelitian ini adalah kelompok hewan coba ayam broiler yang berasal dari pembibitannya. Sampel terdiri dari empat perlakuan dengan dosis-dosis berbeda yang diambil secara random (*simple random sampling*) dengan cara mengundi setiap ayam yang terlebih dulu diberi nomor (Zainuddin, 1999).

Sampel random diambil dari populasi ayam broiler galur MH – 202F, berumur satu hari dengan jenis kelamin jantan yang berasal dari pembibitan PT. Multibreeder Adirama Indonesia Tbk., Kabupaten Pasuruan. Jenis kelamin ayam yang dipakai adalah jantan, dengan alasan bahwa ayam jantan cenderung tidak dipengaruhi oleh kondisi hormonal.

Besar sampel atau jumlah ulangan (replikasi) minimal dihitung dengan rumus (Kusriningrum, 1989) :

$$(nt - 1) - (t - 1) \Rightarrow nt - 1 - t + 1 \Rightarrow t(n - 1) \geq 15$$

t = jumlah perlakuan

n = jumlah ulangan

Jika jumlah perlakuan 4 maka $\Rightarrow 4n - 4 \geq 15$

$$4n \geq 19$$

$$n \geq \frac{19}{4} = 5.$$

Jadi jumlah ulangan minimal dalam satu perlakuan adalah 5, sehingga dalam penelitian ini terdapat 20 satuan percobaan. Jika digambarkan maka penempatan satuan-satuan percobaan tersebut dalam Rancangan Acak Lengkap adalah sebagai berikut :

B2	D1	A3	C1	A5
C4	B1	D4	C3	A1
B4	C2	D2	A4	D5
C5	D3	B5	A2	B3

Gambar 4.1 : Denah penempatan perlakuan pada Rancangan Acak Lengkap

4.3 Variabel Penelitian

4.3.1 Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perlakuan pemakaian *Chlorella* dengan dosis-dosis : 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% sebagai pakan ayam.

4.3.2 Variabel tergantung

Sebagai variabel tergantung adalah kandungan asam lemak omega 3 dari jaringan lemak sub kutan ayam dalam bentuk asam linolenat, EPA dan DHA, kadar lemak dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler dan cita rasa daging ayam.

4.3.3 Variabel kendali

Variabel kendali dalam penelitian ini adalah :

1. *breed* atau bangsa ayam
2. jenis kelamin ayam
3. berat badan ayam
4. umur ayam
5. pemeliharaan dan perlakuan hewan coba
6. waktu perlakuan

4.4 Bahan Penelitian

4.4.1 Bahan perlakuan

A. Pakan ayam dan air minum

Pada penelitian ini digunakan dua jenis komposisi pakan yaitu pakan periode awal (*Starter*) diberi kode S dan pakan periode akhir (*Finisher*) diberi kode F dengan standar penyusunan menurut NRC (National Research Council, 1984) secara iso-protein dan iso-energi. Iso-protein yaitu dengan kandungan protein 23% untuk pakan perlakuan periode awal dan kandungan protein 20% untuk pakan perlakuan periode akhir. Iso-energi yaitu dengan kandungan energi metabolis 3.200 kkal untuk pakan perlakuan periode awal dan pakan perlakuan periode akhir (Wahju, 1988). Penyusunan pakan dilakukan dengan menggunakan program UFFF agar diperoleh iso-protein dan iso-energi serta sesuai dengan standar kebutuhan. Komposisi pakan perlakuan periode awal dan periode akhir selengkapnya disajikan pada lampiran 2 dan 3. Bahan pakan yang digunakan dalam penyusunan pakan terdiri dari jagung, tepung daging, tepung ikan, minyak, bekatul, bungkil kedelai, bungkil kelapa, tepung tulang, premik (campuran mineral), CaCO₃, lisin, metionin, NaCl dan Chlorella. Untuk air minum digunakan air PDAM yang diberikan secara ad libitum.

B. Chlorella

Chlorella yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak Chlorella dari spesies *Chlorella pyrenoidosa* dalam bentuk tablet berwarna hijau dengan

berat tiap tablet 25 mg yang diproduksi oleh PT. Centranusa Insan Cemerlang kabupaten Pasuruan. Sebelum dicampur dengan bahan pakan lain, maka tablet *Chlorella* ditimbang terlebih dulu sesuai kebutuhan dan digerus dengan mortir sehingga diperoleh bentuk bubuk.

Dosis *Chlorella* yang digunakan mengacu pada hasil penelitian dari Nitsan (1999), bahwa suplementasi 1% alga *Nannochloropsis sp.* dalam pakan ayam dapat meningkatkan kandungan asam lemak omega 3 pada kuning telur secara nyata, sedangkan dosis di bawah 1% hasilnya masih belum nyata. Sehingga diambil dosis-dosis *Chlorella* ; 0,5%, 1% dan 1,5%.

4.4.2 Bahan kimia

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah reagen untuk ekstraksi lemak cara basah, metilasi dan penentuan kadar asam lemak omega 3 seperti yang tercantum pada lampiran 1 halaman 70. Sedangkan bahan kimia untuk ekstraksi lemak dengan Soxhlet tercantum pada lampiran 2 halaman 76.

4.4.3 Bahan pemeriksaan

Bahan untuk pemeriksaan kadar asam lemak omega 3 dan kadar lemak adalah jaringan lemak ayam yang terdapat di bawah kulit pada bagian punggung. Sedangkan bahan pemeriksaan untuk uji rasa daging ayam adalah daging dari bagian dada.

4.5 Instrumen Penelitian

4.5.1 Pemeriksaan asam lemak omega 3

Alat untuk analisis asam lemak omega 3 berupa kromatografi gas merk HITACHI 163 GC, yang dilengkapi dengan FID (*Flame Ionization Detector*) dan Integrator merk Shimadzu 14 A/B. Kondisi kromatografi gas selengkapnya disajikan dalam lampiran 1 halaman 70.

4.5.2 Pemeriksaan kadar lemak

Alat untuk ekstraksi lemak yang digunakan berupa alat ekstraksi Soxhlet dan Thimble. Prosedur pemeriksaan kadar lemak selengkapnya tercantum pada lampiran 2 halaman 76.

4.5.3 Uji rasa daging ayam

Dalam penelitian ini, uji rasa daging ayam dilakukan dengan cara membandingkan antara daging ayam hasil pemberian *Chlorella* dalam pakan dengan daging ayam kontrol yang tidak mendapat *Chlorella* dalam pakannya atau dengan membandingkan antara perlakuan-perlakuan, yang disebut dengan cara ranking (*rank method*) dari metode Christie dan Kefford, dan dilaksanakan dalam dua tahap yaitu *ranking* dan *reranking*.

Uji rasa cara ranking ini digunakan untuk menguji maximum 8 macam bahan pangan, dan membutuhkan panelis minimum 8 orang. Dalam uji rasa sebaiknya para panelis terdiri dari orang-orang terdidik atau ahli dalam melakukan uji rasa. Pada penelitian ini kami menggunakan staf pengajar dari

laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner FKH Unair sebagai panelis dengan pertimbangan bahwa mereka telah terbiasa melakukan uji rasa.

Dalam uji rasa ini panelis diwajibkan mencicipi bahan yang tersedia dengan interval waktu antara bahan yang satu dengan bahan yang lain minimum 2 menit, serta menilai bahan tersebut menurut urutan kegemaran. Adapun uji rasa dalam penelitian ini dilakukan pada jam 10 sampai jam 12 dengan maksud untuk mendapatkan selang waktu antara makan pagi dengan pelaksanaan uji rasa sehingga mengurangi pengaruh makan pagi terhadap uji rasa yang akan dilakukan. Kemudian dilanjutkan dengan menjumlahkan nilai setiap bahan dari para panelis dan dianalisis secara raking dengan menggunakan tabel ranking. Bila jumlah hasil nilai uji rasa ini terletak dalam tabel ranking, maka dilakukan uji rasa yang kedua (reranking). Demikian seterusnya sampai diperoleh urutan rasa dari yang enak sampai ke yang tidak enak (Kramer dan Twigg, 1962 yang dikutip oleh Kusriningrum, 1970). Namun karena keterbatasan waktu maka dalam penelitian ini uji rasa dilakukan hanya dua kali.

4.6 Prosedur Penelitian

4.6.1 Aklimatisasi

Pada awal penelitian, anak ayam (DOC) yang baru tiba di kandang diberi air gula untuk mengatasi stres selama perjalanan. Selama 3 hari pertama

diberi pakan kontrol (tidak mengandung *Chlorella*) dengan tujuan untuk adaptasi alat pencernaan ayam.

4.6.2 Pengacakan

Pada hari keempat dilakukan pengacakan terhadap 20 satuan percobaan sesuai dengan rancangan yang dipakai yaitu :

P0 : Ayam yang mendapat pakan kontrol (0% *Chlorella*).

P1 : Ayam yang mendapat pakan 0,5% *Chlorella*.

P2 : Ayam yang mendapat pakan 1% *Chlorella*.

P3 : Ayam yang mendapat pakan 1,5% *Chlorella*.

4.6.3 Pemeliharaan dan perawatan hewan coba

Pemeliharaan dan perawatan ayam dilakukan dalam kandang *battery* yang terbuat dari bambu, dimana tiap kandang diisi satu ekor ayam. Sedangkan pakan yang diberikan mulai umur 4 hari sampai 28 hari adalah pakan starter (S0/0%, S1/0,5%, S2/1% dan S3/1,5%) dan selanjutnya mulai umur 29 hari sampai 49 hari (7 minggu) diganti dengan pakan finisher (F0/0%, F1/0,5%, F2/1% dan F3/1,5%). Perlakuan dilakukan sampai umur ayam 49 hari dengan harapan pada umur tersebut sudah diperoleh berat badan ayam yang cukup untuk dikonsumsi ($\geq 1,5$ kg).

Untuk menjaga kondisi ayam maka dilakukan vaksinasi ND dengan menggunakan vaksin ND produksi PUSVETMA melalui tetes mata pada umur 4 hari dan melalui air minum pada umur 30 hari. Sedangkan obat-obatan

yang dipakai selama penelitian berlangsung adalah Colibact untuk mengatasi pilek dan coccidiosis pada ayam.

4.6.3 Pengambilan sampel untuk penentuan kadar asam lemak omega 3, lemak dan uji rasa daging ayam

Pada akhir penelitian yaitu saat ayam mencapai umur 7 minggu seluruh ayam dikorbankan dengan cara memotong leher, kemudian ayam dibersihkan dari bulu dan bagian pencernaannya. Selanjutnya sampel berupa jaringan lemak sub kutan diambil dengan cara mengiris kulit punggung seluas 2 x 1 cm² di kanan dan kiri tulang punggung dengan jarak 1,5 – 2 cm dari garis tengah punggung. Irisan dilakukan sampai ke tulang rusuk (Nidom, 1987). Irisan-irisan ini kemudian dibungkus aluminium foil dan disimpan di dalam box yang dilengkapi dengan *dry ice* dibawa ke laboratorium untuk pemeriksaan kadar asam lemak omega 3 dan kadar lemak. Prosedur pemeriksaan kadar asam lemak omega 3 tercantum pada lampiran 1 halaman 70 dan pemeriksaan kadar lemak selengkapnya tercantum pada lampiran 2 halaman 76. Sedangkan sampel untuk uji rasa daging ayam diambil dari daging bagian dada, kemudian dilanjutkan dengan prosedur untuk uji rasa yang tercantum pada lampiran 6 halaman 80.

4.6.4 Prosedur pencampuran pakan

Pencampuran pakan dilakukan sebagai berikut : pencampuran dilakukan dengan menggunakan mesin penggiling, dimana semua bahan pakan ditimbang terlebih dulu sesuai keperluan kemudian dicampur secara

manual dengan tangan di lantai yang diberi alas plastik untuk mencegah agar bahan – bahan yang digunakan tidak menempel pada lantai, selanjutnya campuran tersebut dimasukkan ke dalam mesin penggiling. Sesuai dengan petunjuk Scott dkk. (1982) maka pencampuran pakan diawali dengan mencampur bahan yang paling halus, yaitu : pertama, tablet Chlorella yang sudah digerus dicampur dengan metionin, lisin, premik (campuran mineral) serta CaCO₃. Kedua, bekatul dicampur dengan minyak kelapa kemudian dicampur dengan bungkil-bungkilan, tepung ikan, tepung daging dan tepung tulang. Campuran kedua dicampur dengan campuran pertama dan dimasukkan ke mesin penggiling sehingga diperoleh campuran akhir yang homogen. Kemudian campuran yang diperoleh diletakkan pada waskom plastik yang sudah diberi kode perlakuan. Pencampuran pakan dilakukan tiap lima hari.

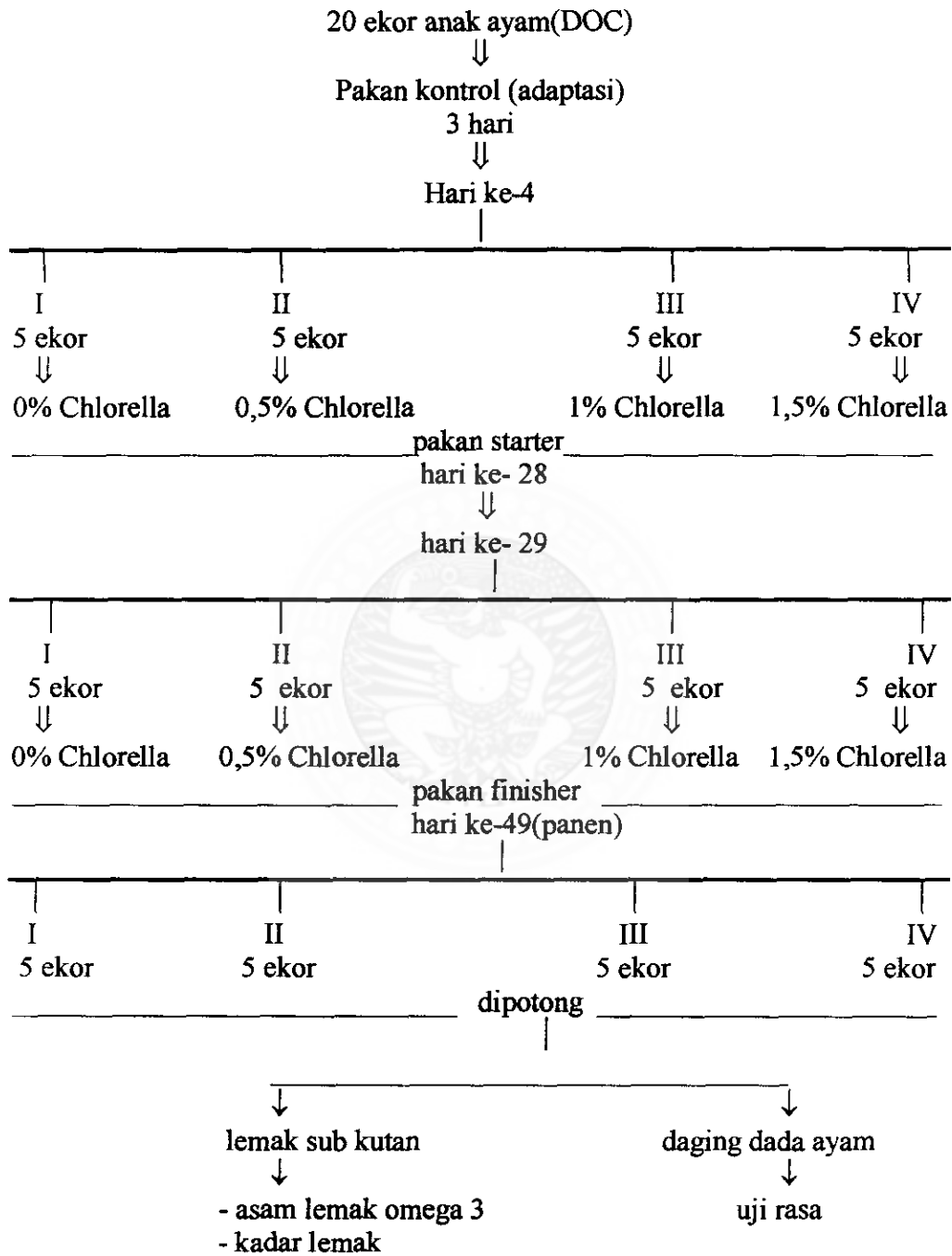
4.7 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 7 minggu di kandang milik Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya. Pemeriksaan kadar asam lemak omega 3 dan kadar lemak dilakukan di Laboratorium Pangan dan Gizi (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, sedangkan uji rasa daging ayam dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.

4.8 Analisis Data

Hasil pengamatan terhadap kadar asam lemak omega 3 dan kadar lemak dari jaringan lemak sub kutan dianalisis menggunakan uji Analisis Varian (Anava) dengan derajat kepercayaan 95% ($\alpha=5\%$). Apabila terdapat pengaruh yang nyata dari perlakuan maka dilanjutkan dengan uji HSD untuk melihat perlakuan mana yang menunjukkan pengaruh tersebut.

Uji rasa daging ayam dianalisis dengan cara ranking dengan menggunakan tabel ranking. Bila ternyata jumlah hasil nilai uji rasa ini terletak dalam tabel ranking, maka dilakukan kembali uji rasa yang kedua kalinya (*reranking*) (Kramer dan Twigg, 1962 yang dikutip oleh Kusrieningrum, 1970).



Gambar 4.1 Skema Operasional Penelitian

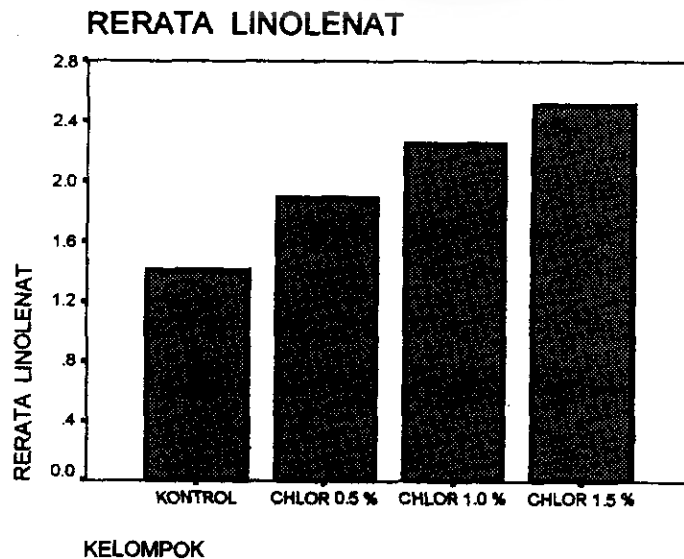
5.1.1 Kadar Asam Linolenat

Kandungan asam linolenat dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler setelah diberi pakan yang mengandung Chlorella dengan dosis : 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% dapat dilihat pada tabel 5.2. dan tampilan gambar 5.1.

Tabel 5.2 : Kadar asam linolenat jaringan lemak sub kutan ayam

Perlakuan	Rata-rata asam linolenat (%) ± SD
0% Chlorella(P0)	1,41±0,1068 ^a
0,5% Chlorella(P1)	1,89±0,4429 ^{ab}
1% Chlorella(P2)	2,25±0,2268 ^{bc}
1,5% Chlorella(P3)	2,702±0,5782 ^c

a,b,c : superscript berbeda pada kolom sama, menunjukkan perbedaan sangat nyata ($p < 0,01$).



GAMBAR 5.1 : RERATA ASAM LINOLENAT MENURUT KELOMPOK PERLAKUAN

Dari hasil analisis varian menunjukkan bahwa kandungan asam linolenat dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler perlakuan dengan kontrol terdapat perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$). Melalui uji lanjutan dengan uji HSD, menunjukkan bahwa peningkatan kadar asam linolenat dari P0 ke P1, P1 ke P2 dan P2 ke P3 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Namun dari ketiga perlakuan tersebut ternyata kadar asam linolenat P3 berbeda sangat bermakna ($p < 0,01$) dibanding dua perlakuan lainnya. Analisis statistik kadar asam linolenat dapat dilihat pada lampiran 9 halaman 85.

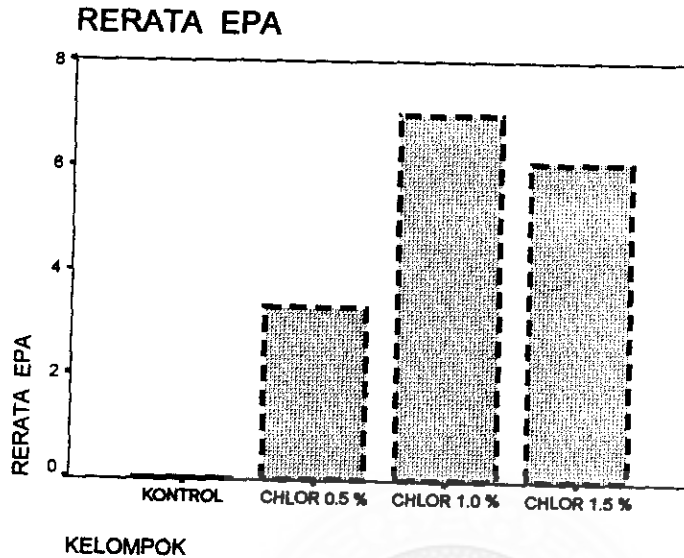
5.1.2 Kadar EPA

Kandungan EPA dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler setelah diberi pakan yang mengandung *Chlorella* dosis : 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% dikemukakan pada tabel 5.3 dan tampilan gambar 5.2 :

Tabel 5.3 : Kadar EPA jaringan lemak sub kutan ayam

Perlakuan	Rata-rata EPA (%) \pm SD
0% <i>Chlorella</i>	0 ± 0^a
0,5% <i>Chlorella</i>	$3,166 \pm 0,4636^b$
1% <i>Chlorella</i>	$6,982 \pm 0,7505^c$
1,5% <i>Chlorella</i>	$6,088 \pm 0,8372^c$

a,b,c : superscript berbeda pada kolom sama, menunjukkan perbedaan sangat nyata ($p < 0,01$).



GAMBAR 5.2 : RERATA EPA MENURUT KELOMPOK PERLAKUAN

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa kandungan EPA dari jaringan lemak subkutan ayam broiler perlakuan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan kandungan EPA jaringan lemak sub kutan ayam broiler kontrol ($p < 0,01$). Dari uji lanjutan dengan uji HSD didapatkan hasil bahwa peningkatan kadar EPA dari ketiga perlakuan terjadi secara sangat bermakna ($p < 0,01$), tetapi peningkatan kadar EPA dari P2 ke P3 ternyata tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Analisis statistik data kadar EPA jaringan lemak sub kutan ayam tercantum pada lampiran 10 halaman 86.

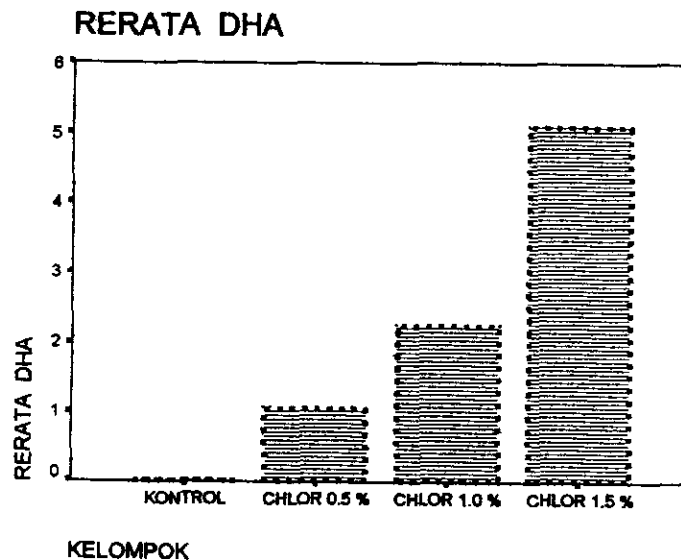
5.1.3 Kadar DHA

Kandungan DHA jaringan lemak sub kutan ayam broiler yang pakannya mengandung Chlorella dengan dosis-dosis : 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% tercantum pada tabel 5.4 dan tampilan gambar 5.3 :

Tabel 5.4 : Kadar DHA jaringan lemak sub kutan ayam

Perlakuan	Rata- rata DHA (%) ± SD
0% Chlorella	0 ± 0 ^a
0,5% Chlorella	1,052±0,2244 ^b
1% Chlorella	2,242±0,2456 ^c
1,5% Chlorella	5,09±1,214 ^c

a,b,c,d : superscript berbeda pada kolom sama, menunjukkan perbedaan sangat nyata ($p < 0,01$).



GAMBAR 5.3 : RERATA DHA MENURUT KELOMPOK PERLAKUAN

Dari hasil analisis varian menunjukkan bahwa kandungan DHA dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler perlakuan mengalami peningkatan yang sangat bermakna dibandingkan dengan kontrol ($p < 0,01$). Jika dilanjutkan dengan uji HSD nampak bahwa ketiga perlakuan memberikan peningkatan kadar DHA yang sangat nyata ($p < 0,01$). Analisis statistik data kadar DHA selengkapnya tercantum pada lampiran 11 halaman 87.

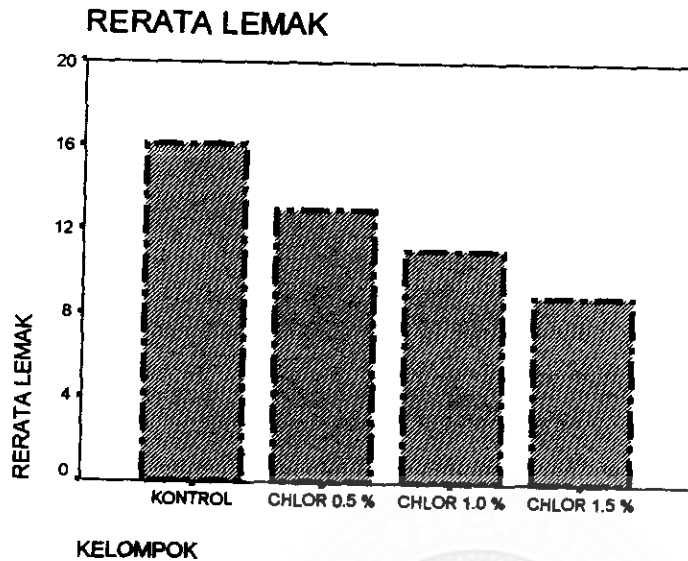
5.1.4. Kadar lemak

Kadar lemak dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler yang diberi pakan ayam dengan kandungan *Chlorella* sebesar 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% terlihat pada tabel 5.5 dan gambar 5.4 :

Tabel 5.5 : Kadar lemak jaringan lemak sub kutan ayam

Perlakuan	Rata-rata lemak (%) ± SD
0% <i>Chlorella</i>	16,096±2,4237 ^c
0,5% <i>Chlorella</i>	12,958±1,0448 ^{bc}
1% <i>Chlorella</i>	11,08±1,1551 ^{ab}
1,5% <i>Chlorella</i>	8,888±1,5196 ^a

a,b,c : superscript berbeda pada kolom sama, menunjukkan perbedaan sangat nyata.



GAMBAR 5.4 : RERATA LEMAK SUB KUTAN AYAM MENURUT KELOMPOK PERLAKUAN

Dari hasil analisis varian ternyata penurunan kadar lemak dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler antara kelompok kontrol dengan ketiga perlakuan terdapat perbedaan yang sangat bermakna ($p < 0,01$). Hasil uji HSD menunjukkan bahwa penurunan kadar lemak dari P0 ke P1, P1 ke P2, dan P2 ke P3 terjadi secara tidak nyata ($p > 0,05$), tetapi penurunan kadar lemak terjadi secara sangat nyata pada kelompok P2 dan P3 ($p < 0,01$). Analisis statistik kadar lemak jaringan lemak sub kutan ayam tercantum pada lampiran 12 halaman 88.

5.2 Data hasil uji rasa daging ayam broiler

Uji rasa daging ayam dalam penelitian ini dilakukan pengujian dua kali yaitu yang pertama (ranking) dan yang kedua merupakan pengujian ulang kembali (reranking). Hasil uji rasa daging ayam broiler dapat dilihat pada tabel 5.6 :

Tabel 5.6 : Hasil uji rasa daging ayam

Perlakuan	Uji Rasa	
	Pertama (Ranking) P0,05 = 13 – 27 P0,01 = 11 – 29	Kedua (Reranking) P0,05 = 13 - 27 P0,01 = 11 – 29
0% Chlorella	21	21
0,5% Chlorella	18	17
1% Chlorella	16	14
1,5% Chlorella	15	14

Pada tabel 5.6, terlihat bahwa uji rasa pertama (cara ranking) untuk semua perlakuan tidak dapat keluar dari nilai ranking P 0,05, sehingga diadakan pengujian ulang kembali (reranking). Hasil uji kedua tetap tidak dapat keluar dari nilai ranking P 0,05. Hal ini berarti bahwa keempat perlakuan yaitu rasa daging ayam broiler yang diberi pakan mengandung Chlorella dosis 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% tidak dapat dibedakan atau rasa daging ayam keempat perlakuan tersebut sama.

Dari hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pemakaian *Chlorella* sebagai pakan ayam untuk tujuan memperkaya jaringan lemak sub kutan ayam broiler dengan asam lemak omega 3 ternyata tidak mempengaruhi cita rasa daging ayam.



BAB 6

PEMBAHASAN

6.1. Pengaruh pemberian Chlorella dalam pakan ayam broiler terhadap kadar asam lemak omega 3 dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler.

Pada hewan-hewan berlandung tunggal seperti unggas dan babi, komposisi asam lemak jaringan dapat diubah melalui pakan dimana kandungan asam linoleat, asam linolenat serta asam lemak tak jenuh jamak (PUFA) rantai panjang lain akan memberi respon dengan cepat jika kadarnya dalam pakan ditingkatkan (Wood, 1997).

Dari penelitian ini diperoleh hasil dengan menggunakan Chlorella sebagai komponen pakan ayam broiler ternyata dapat meningkatkan kandungan asam linolenat dari jaringan lemak sub kutan ayam serta mendorongnya membentuk EPA dan DHA. Seperti yang dikatakan Ajuyah (1991), bahwa konsentrasi asam linolenat dalam jaringan ayam secara bermakna dipengaruhi oleh kadar dan sumber asam lemak dalam pakan, sementara Chlorella kaya akan asam linolenat (Linder,1991), sehingga jika kita amati hasil penelitian ini (seperti pada tabel 5.1) terlihat bahwa pakan ayam yang diberi Chlorella (pakan perlakuan) menghasilkan jaringan lemak yang kandungan asam linolenatnya lebih besar dari pada pakan kontrol.

Asam linolenat merupakan prazat asam lemak golongan omega 3 lainnya yang mempunyai rangkaian atom karbon lebih panjang yaitu EPA dan DHA. Jika kita amati dari hasil penelitian ini ternyata jaringan lemak sub kutan ayam dari kelompok kontrol tidak mengandung EPA dan DHA, tetapi pada jaringan lemak sub kutan ayam dari kelompok perlakuan terdapat EPA dan DHA. Hal ini disebabkan karena kadar asam linolenat dari jaringan lemak sub kutan ayam dari kelompok kontrol tidak cukup jumlahnya untuk menjalani proses metabolisme lebih lanjut yaitu elongasi yang berseling dengan desaturasi sehingga menghasilkan EPA dan DHA. Seperti yang dikatakan oleh Linder (1991), akan terjadi kompetisi pemakaian enzim $\Delta 6$ desaturase dalam proses desaturasi dua kelompok asam lemak esensial yaitu asam lemak omega 3 dan 6, dimana kompetisi tersebut akan dimenangkan oleh kelompok yang jumlahnya lebih besar. Sesuai dengan hasil penelitian Nitsan (1999), asam linolenat yang berasal dari minyak *mantur* sebagian akan diubah menjadi EPA dan DHA, selanjutnya asam linolenat, EPA dan DHA akan terakumulasi dalam daging ayam.

Diantara ketiga asam lemak omega 3 yang dapat dideteksi dalam penelitian ini, asam linolenat mempunyai rangkaian atom karbon yang terpendek dibanding kedua asam lemak lainnya, sebaliknya DHA mempunyai rangkaian atom karbon yang terpanjang, sehingga dengan menghubungkan ketiga asam lemak omega 3 tersebut didapatkan pola seperti : makin tinggi dosis *Chlorella* dalam pakan ayam maka makin tinggi pula kadar asam

linolenat dan DHA dalam jaringan lemak sub kutan ayam. Sedangkan EPA tidak mengikuti pola tersebut, seperti nampak pada tabel 5.1 dimana kadar EPA dari kelompok dosis 1% *Chlorella* dengan kelompok dosis 1,5% *Chlorella* tidak berbeda secara bermakna ($p>0,05$). Hal ini disebabkan mungkin karena enzim desaturase yang diperlukan untuk mengubah EPA menjadi DHA sudah tidak mampu bekerja lagi. Seperti kita tahu bahwa enzim di dalam tubuh jumlahnya terbatas, sehingga walaupun jumlah substrat (dalam hal ini asam linolenat) ditingkatkan tetap tidak akan meningkatkan jumlah DHA. Bisa dikatakan pada saat itu enzim sudah mencapai keadaan optimum. Jika disesuaikan dengan hasil penelitian ini, ternyata dosis 1% *Chlorella* merupakan dosis optimum bagi enzim desaturase.

Namun secara umum diperoleh hasil dari penelitian ini bahwa dengan memakai *Chlorella* sebagai pakan ayam dapat meningkatkan total kandungan asam lemak omega 3 secara sangat bermakna dibanding dengan pakan kontrol ($p<0,01$). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian oleh Ayerza (2000) yang memakai biji *chia* sebagai sumber asam linolenat dalam pakan ayam ternyata dapat menghasilkan total kandungan asam lemak omega 3 pada telur secara bermakna lebih besar ($p<0,05$) dibanding pakan kontrol yang tidak menggunakan biji *chia*. Dengan demikian jika bagian lemak dari ayam dapat diperkaya dengan asam lemak omega 3 maka dapat dipakai sebagai sumber asam lemak omega 3 dalam makanan manusia (Ajuyah, 1991).

6.2. Pengaruh pemberian *Chlorella* dalam pakan ayam broiler terhadap kadar lemak sub kutan ayam

Penggunaan *Chlorella* sebagai komponen pakan ayam broiler secara sangat bermakna dapat menurunkan kadar lemak dari jaringan lemak sub kutan ayam ($p < 0,01$). Menurut Mayes (1999), bahwa kuantitas asam lemak yang ada di berbagai jaringan selain ditentukan oleh arus masuk asam lemak dari peredaran darah ke dalam jaringan, dipengaruhi pula oleh laju sintesis asam lemak endogen dan laju pemakaian asam lemak sebagai sumber energi melalui oksidasi beta. Sintesis akan meningkatkan jumlah asam lemak di jaringan yang bersangkutan, sedangkan oksidasi beta akan menurunkannya.

Sintesis *de novo* asam lemak dikendalikan oleh enzim asetil-KoA karboksilase yang membentuk malonil KoA dari asetil KoA, dan kompleks enzim sintetase asam lemak yang mengkatalisis rangkaian proses pembentukan asam palmitat. Di lain pihak jika jumlah malonil KoA di hati berkurang, yang mana malonil KoA merupakan inhibitor alami dari enzim karnitin palmitoil asiltransferase-I yang mentransfer asam lemak dari sitosol ke mitokondria, sehingga hal ini akan mengurangi hambatan pada enzim pengendali oksidasi beta asam lemak dan selanjutnya akan meningkatkan laju oksidasi beta asam lemak. Dengan demikian, deposisi asam lemak endogen di jaringan akan berkurang (Zubay, 1993).

Pufa, seperti misalnya asam linoleat dan asam linolenat, yang sama-sama merupakan asam lemak rantai panjang, tampaknya lebih menghambat

sintesis asam lemak dan lebih memacu oksidasi beta daripada asam lemak rantai panjang yang lain seperti tampak pada hasil penelitian Sanz (2000) dan Crespo (2000), yang menyebutkan bahwa pemberian minyak biji bunga matahari yang kaya asam lemak tak jenuh jamak ke dalam pakan ayam broiler secara nyata dapat menurunkan deposisi lemak abdomen ayam. Lebih lanjut disebutkan bahwa pada ayam yang pakannya menggunakan minyak biji bunga matahari sebagai sumber lemak terdapat aktivitas tinggi dari karnitin palmitoil transferase I dan L-3-hidroksiasil-KoA dehidrogenase jantung pada $P < 0,03$, hal ini menunjukkan terjadi peningkatan kecepatan oksidasi beta asam lemak. Disamping itu juga terdapat penurunan aktivitas sintesis asam lemak (*fatty acid synthetase*) dari hati pada $P = 0,01$ yang menunjukkan terjadi penurunan lipogenesis hepar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan deposisi lemak pada ayam yang diberi diet minyak biji bunga matahari merupakan hasil bersih dari peningkatan kecepatan katabolisme lemak dan penurunan kecepatan sintesis asam lemak (Sanz, 2000). Jadi, substitusi menggunakan pufa menggantikan asam lemak lain dalam pakan diharapkan dapat mengurangi deposisi dan kuantitas lemak dalam jaringan.

6.3. Pengaruh pemberian *Chlorella* dalam pakan ayam broiler terhadap citarasa daging ayam broiler.

Citarasa (*flavour*) adalah paduan dari sensasi bau dan rasa yang ditimbulkan oleh zat-zat dalam mulut (Paul,1972). Citarasa daging dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti umur ternak, spesies, tipe pakan, jenis kelamin, lama waktu dan kondisi penyimpanan daging (Bechtel, 1986).

Hasil uji citarasa daging ayam dalam penelitian ini menunjukkan hasil bahwa citarasa daging ayam perlakuan yang mendapat pakan *Chlorella* tidak berbeda dengan kontrol. Namun jika merujuk pada hasil penelitian Hulan (1989), bahwa uji rasa daging ayam dari ayam yang pakannya mengandung 4,2% minyak ikan untuk memperkaya jaringan ayam dengan asam lemak omega 3 dijumpai rasa yang tidak diinginkan (*off-flavour*) oleh panelis. Wood (1997) juga menyebutkan bahwa konsentrasi asam lemak omega 3 yang tinggi dalam daging babi dan unggas berhubungan dengan *off-flavor* (rasa yang tidak diinginkan), yang perkembangannya dapat dicegah melalui pemberian antioksidan vitamin E berkadar tinggi dalam pakannya. Sehingga jika disesuaikan dengan hasil penelitian ini, dimana terjadi akumulasi asam lemak omega 3 pada bagian lemak dari jaringan lemak sub kutan ayam namun hasil uji rasa menunjukkan rasa daging ayam perlakuan yang lemak sub kutannya mengandung asam lemak omega 3 tidak berbeda dengan kontrol. Hal ini mungkin disebabkan karena sebagai sumber asam lemak omega 3 yang dipakai adalah *Chlorella*, dimana menurut Steenblock (2001), *Chlorella* juga

mengandung antioksidan. Disamping itu pula karena sumber asam lemak omega 3 yang dipakai adalah asam linolenat. Sesuai dengan yang dikatakan oleh Chanmugan (1992), bahwa asam linolenat kurang peka terhadap otoolsidasi yang menyebabkan rasa yang tidak diinginkan (*off-flavour*) pada otot ayam. Sehingga jika ingin meningkatkan kandungan asam lemak omega 3 pada produk unggas sebaiknya menggunakan tepung biji-bijian atau minyak biji-bijian yang kaya asam linolenat. Hal ini didukung pula oleh Lopez (1999), bahwa rasa daging ayam yang pakannya diberi minyak ikan (kaya EPA dan DHA) tidak disukai oleh panelis akan tetapi jika diganti dengan minyak sayur (kaya asam linolenat) ternyata dapat memperbaiki citarasa daging ayam.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada ayam broiler dengan menggunakan *Chlorella* sebagai komponen pakan diperoleh bahwa :

1. Penggunaan *Chlorella* sebagai komponen pakan ayam broiler dengan dosis 0,5%, 1% dan 1,5% meningkatkan kandungan asam lemak omega 3 yaitu asam linolenat, EPA dan DHA dalam jaringan lemak sub kutan ayam broiler.
2. Penggunaan *Chlorella* sebagai komponen pakan ayam menurunkan kadar lemak dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler.
3. Penggunaan *Chlorella* sebagai komponen pakan ayam tidak mempengaruhi citarasa daging ayam broiler.

7.2 Saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disarankan beberapa hal berikut :

1. Oleh karena pemakaian *Chlorella* sebagai komponen pakan ayam broiler ternyata dapat meningkatkan kandungan asam lemak omega 3 dari jaringan lemak sub kutan ayam broiler maka *Chlorella* dapat dipakai

sebagai komponen pakan ayam guna memperkaya daging ayam dengan asam lemak omega 3.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut guna melihat apakah penggunaan Chlorella dalam bentuk segar sebagai komponen pakan ayam broiler dapat memberikan hasil yang sama sehingga secara ekonomis dapat dipertimbangkan untuk menggunakan Chlorella sebagai komponen pakan ayam.



DAFTAR PUSTAKA

- Ajuyah,A.O., H.H. Lee, R.T. Hardin and J.S. Sim. 1991. *Changes in the Yield and in the Fatty Acid Composition of Whole Carcass and Selected Meat Portions of Broiler Chickens Fed Full-Fat Oil Seeds*. Poul. Sci. 70 : Pp. 2304 – 2314.
- Anggorodi,R. 1985. Ilmu Makanan Ternak umum. PT. Gramedia, Jakarta.
- Ayerza, R., Coates W. 2000. *Dietary levels of chia : influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition for two strains of hens*. Poul. Sci. May;79(5) : Pp. 724 – 739.
- Bechtel PJ. 1986. *Muscle as Food*. Academic Press Inc. London.
- Berr,B.W., J.J. Smith and J.L. Secrist. 1985. *Effect of Fat Level on Sensory, Cooking and Instant Properties of Restructured Beef Steaks*. J. Anim. Sci. Vol. 60. No. 2; 434 – 439.
- Bondy, AA. 1987. *Animal Nutrition*. A Willey Interscience Publication. John Willey and Sons. New York-Brisbane-Toronto-Singapore.
- Brody, Tom. 1994. *Digestion and Absorption of Lipids*. In *Nutritional Biochemistry*. London : Academic Press Limited. Pp 73 – 84, 171 – 184 & 256 – 289.
- Chanmugan, P., Boudreau M, Boutle T, Park R.S., Hebert J, Berrio L and Hwany D.H. 1992. *Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry*. Poul. Sci., Mar. ; 71(3); Pp. 516 – 521.
- Christie, W., 1982. *Lipids Analysis*. 2nd ed. Peroamon Press Oxford.

- Crespo, N and E Esteve – Garcial. 2001. *Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens*. Poul. Sci. 80 : Pp. 71 – 78.
- De Vitre H.A., F.E. Cunningham., 1985. *Tenderization of Spent Hen Muscle Using Papain, Bromelin or Ficin Alone and in Combination with Salts*. J. Poul. Sci. 64 : 1476 – 1483.
- Enger, E.D & F.C.Ross., 1997. *Concepts in Biology*. 8th ed. Wm. C. Brown Pbls. London. Pp. 375 – 376 & 388 – 395.
- Ensminger, M.E., J.E. Oldfield & W.W. Heinemann, 1990. *Feed and Nutrition*. 2nd ed. California. Pp. 486 – 490.
- Franklin, S.T., K.R. Martin, R.J. Baer, D.J. Schingoethe and A.R. Hippen. 1999. *Dietary Marine Algae (Schizochytrium sp.) Increases Concentrations of Conjugated Linoleic, Docosahexaenoic Acids in Milk of Dairy Cows*. J. Nutr. 129: Pp. 2048 – 2052.
- Fernstrom, John D. 2000. *Can Nutrient Supplements Modify Brain Function?*. Am. J. Clin. Nutr. Vol. 71. Pp. 1669s – 1673s.
- Girindra, Aisjah., 1986. *Biokimia I*. Penerbit P.T. Gramedia. Jakarta.
- Gurr, M.I., 1992. *Role of Fats in Food and Nutrition*. 2nd ed. Elsevier Applied Science. London. Pp. 7 – 38, 97 – 113 & 121 – 137.
- Gurr, M., 1994. *Fats*. (J.S. Garrow and W.P.T.James) In : *Human Nutrition And Dietetics*. New York : Churchill Livingstone. Pp. 77 – 100.
- Hulan, H.W., R.G. Ackman, W.M.N. Ratnayake and F.G. Proudfoot. 1989. *Omega 3 fatty acid levels and general performance of commercial broilers fed practical levels of redfish meal*. Poul. Sci. 68 : Pp. 153 – 162.

- Isnansetyo, Alim dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Pakan Alami Untuk Pembenihan Organisme laut. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Kusriningrum. 1970. Pertjobaan Pengeringan Buah Pete (*Parkia Sp.*) Djenis Pari dengan Mempergunakan Natrium Metabisulfit. Skripsi Mahasiswa Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Kusriningrum R., 1989. Dasar Perancangan Percobaan dan Rancangan Acak lengkap. Unair. Surabaya.
- Kusriningrum R., 1989. Perancangan Percobaan : Rancangan Acak kelompok, Rancangan Bujur Sangkar latin dan percobaan Faktorial. Unair. Surabaya.
- Kusriningrum R.H., Setyono dan T. Nurhayati., 1989. Uji Rasa Daging Ayam Ras dan Ayam Buras. FKH Unair. Surabaya.
- Lees, R. 1971. *Laboratory Handbook of Methods of Food Analysis*. 2nd. Ed. Leonard Hill London. Pp. 117,139,141-142, 159-161.
- Linder, Maria C., 1991. *Nutrition and Metabolism of Fats*. (Maria C Linders Eds). In *Nutritional Biochemistry and Metabolism*. Connecticut : Apleton & Lange. Pp. 51 – 83.
- Lopes-Fehrer S., Baucells M.D., Barroeta A.L., Grashorn M.A., 1999. *N-3 Enrichment of Chicken Meat Using Fish-Oil : Alternative Substitution With Rapeseed and Linseed Oils*. *Poult. Sco. Mar.* ; 78 (3) Pp. 356 – 365.
- Mahan, L. Kathleen and Escott-Stump,S., 1996. *Food, Nutrition, & Diet Therapy*. 9th ed. London. W.B. Saunders Company. Pp. 49 – 61.
- Mayes,PA., VW Rodwell and DK Granner. 1990. *Harper,s Review of Biochemistry*. 22th. Ed. Lange Medical Publication moruzen.

- Mayes, Peter A., 1999(a). Lipid dengan Makna Fisiologis (Peter A Mayes, Daryl K.Granner, Victor W.Rodwel and David W.Martin. Eds). In: Biokimia Harper. Edisi 24. Penerjemah Andry Hartono. Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Hal. 152 – 162.
- Mayes, Peter A., 1999(b). Metabolisme Asam Lemak Tak Jenuh dan Eikosano Id. (Peter A Mayes, Daryl K Granner, Victor W.Rodwel and David W. Martin. Eds). In : Biokimia Harper. Edisi 24. Penerjemah Andry Hartono. Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Hal 242 – 250.
- Nettleton, Joyce A., 1995. *Omega-3 Fatty Acids and Health*. Chapman and Hall. USA.
- Nidom CA. 1987. Pengaruh Pemberian Urea Dalam pakan Terhadap kandungan Lemak Subkutan Ayam pedaging Jantan. Tesis Program Magister Pasca Sarjana universitas Airlangga Surabaya.
- Nitsan,Z, Mokady S & Sukenik A., 1999. *Enrichment of Poultry products with Omega-3 Fatty Acids by Dietary Supplementation with the Alga Nannochloropsis and Mantur Oil*. J. Agriculture Food Chem. Dec. 1999 ; 47 (12) : Pp. 5127 – 5132.
- Paul P.C and H.M Palmer. 1972. *Food Theory and Applications*. John Willey and Sons Inc. New York.
- Rasyaf, Muhammad., 2001. *Beternak Ayam Pedaging*. Edisi Revisi. Penerbit Penebar Swadaya.
- Riis, R.M. 1983. *Dinam Biochemistry of Animal Production*. Elcevier Amsterdam – Oxford – New York – Tokyo.
- Santoso,U., 2000. Konsumsi Protein Asal Ayam Ras. *Poultry Indonesia*. No. 237. Januari-2000. Hal. 46-47.
- Sanz M, Lopez-Bote CJ, Menoyo D dan Bautista JM. 2000. *Abdominal Fat De*

position and Fatty Acid Synthesis are Lower and Beta-oxidation is Higher in Chickens Fed Diets Containing Unsaturated Rather Than Saturated Fat. J Nutr.; 130 (12) : 3034 – 3037.

Scott, M.L., M.C. Nesheim and R.J. Yaoung. 1976. *Nutrition of the Chicken*. M L. Scott and Associates, Ithaca, New York.

Solomon, Eldra Pearl, L.R. Berg, D.W. Martin & C. Villee., 1993. *Biology*. 3rd ed. Saunders College Publishing.

Starr, Cecie and R. Taggart., 1995. *Biology, The Unity and Diversity of Life*. 7th ed. Wadsworth Publ. Comp. Washington.

Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1980. *Principles And Procedures Of Statistics. A Biometrical Approach*. 2nd. Ed. McGraw-Hill Book Company. Pp 86 – 121.

Steenblock, David., 2000. *Chlorella : Makanan Sehat Alami*. Penerbit P.T. Gra Media Pustaka Utama. Jakarta.

Stryer, L., 1988. *Biochemistry*. 3rd ed. W.H. Freeman and Company. New York.

Sunoto. 1991. *Peranan Chlorella Pada Tumbuh kembang Anak*. (Simposium : Peranan Gizi Keluarga Dalam Meningkatkan Kesehatan Ibu dan Anak Menuju Manusia Indonesia Berkualitas). Kampus Usakti – Jakarta.

Tisco Winners Way. 2000. *All About Sun Chlorella*. [http : //www.sunchlorella.net/chlorellaindetail. htm](http://www.sunchlorella.net/chlorellaindetail.htm).

Wahju, J., 1988. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Cetakan kedua. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Whitney, E.N. & E.M.N. Hamilton., 1984. *Understanding Nutrition*. West Pubs. Company. Minnesota. Pp. 85 – 108.

- Williams, Sue Rodwell. 1977. *Fats In : Nutrition and Diet Therapy*. 3rd ed. The C.V. Mosby Company. Saint louis.
- Winarno, F.G., 1991. *Kimia Pangan dan Gizi*. Cet ke-4. Penerbit P.T. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wood, J.D. and Enser M. 1997. *Factors Influencing fatty Acids in Meat and the Role of Antioxidants in Improving meat Quality*. Br. J. Nutr. Jul. ; 78 Suppl. 1 Pp. S49 – 60.
- Yuanita L., 1994. Pengaruh Injeksi Antemortem Campuran Papain dan NaCl terhadap Kualitas dan Beberapa Aspek Biokimiawi Daging Ayam Afkir. Tesis Program Magister Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya
- Zainuddin, M., 1999. Metodologi Penelitian. Program Pascasarjana. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Zubay, G. 1993. *Biochemistry*. 3rd ed. Wm. C. Brown Communications, Inc. All Rights. USA.

Lampiran 1.

Prosedur Analisis Asam Lemak

Proses analisis asam lemak dilakukan dengan menggunakan kromatografi gas (GC). Kromatografi adalah suatu teknik pemisahan senyawa yang didasarkan atas distribusi antara dua fase yaitu fase diam dan fase bergerak. Analisis kromatografi gas dapat dipakai untuk analisis asam lemak secara kualitatif dan kuantitatif.

Penentuan asam lemak secara kualitatif berdasarkan asam lemak baku eksternal standard), yaitu dengan membandingkan waktu retensi relatif dari puncak yang ada dibandingkan dengan waktu retensi relatif asam lemak baku. Secara kuantitatif asam lemak dihitung berdasarkan perbandingan luas area asam lemak yang dimaksud dengan asam lemak baku yang telah diketahui konsentrasinya.

Sebelum diinjeksikan ke dalam GC maka sampel harus diesterifikasi menjadi asam-asam lemak agar mudah menguap sehingga dapat dipisahkan oleh alat GC. Esterifikasi dilakukan bertujuan untuk mengubah asam-asam lemak dari gliserida menjadi metil ester. Karena dalam bentuk metil ester ini titik didihnya menjadi lebih rendah sehingga dapat dianalisis dengan kromatografi gas. Dengan demikian maka proses analisis asam lemak dengan kromatografi gas terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Ekstraksi asam lemak, dengan menggunakan metode ekstraksi basah dari Bligh dan Dyer dengan tujuan untuk memisahkan asam lemak dari sampel dengan menggunakan pelarut kloroform dan metanol.
2. Esterifikasi/metilasi asam lemak dengan metode Metcalfe yang bertujuan untuk mengubah asam lemak dari bentuk gliserida menjadi metil ester (yang titik didihnya lebih rendah) sehingga dapat dipisahkan oleh alat GC.

* Ekstraksi asam lemak dengan metode ekstraksi basah dari Bligh dan Dyer (1959) :

Bahan-bahan : Kloroform, metanol dan kertas saring bebas lemak.

Alat-alat : Blender, timbangan analitik, erlenmeyer, gelas ukur, pipet, oven dan evaporator.

Cara kerja :

- Pertama, 100 gram sampel (lemak ayam) diblender bersama-sama dengan 100 ml kloroform dan 200 ml metanol.
- Selanjutnya kita tambahkan 100 ml kloroform dan diblender lagi selama 30 detik. Ditambah 100 ml aquadest, blender lagi selama 30 detik.
- Dengan kertas saring bebas lemak kemudian kita saring untuk mendapatkan filtrat. Kemudian filtrat dimasukkan ke dalam gelas ukur, lalu didiamkan selama 10 – 15 menit sampai terjadi pemisahan menjadi dua lapisan (fase

bawah dan fase atas). Catat volume fase bawah dan fase atas, dan minyak terdapat pada fase bawah yang terlarut dengan khloroform.

* Esterifikasi/metilasi metode Metcalfe et al.,(1966)

Bahan –bahan : NaOH metanol 0,5 N, BF₃ metanol 15%, Heptan absolut, larutan NaCl dan Natrium sulfat anhidrat.

Alat-alat : Labu takar bertutup, pendingin balik, pemanas listrik yang dilengkapi dengan magnet pengaduk (stirer), pipet mikro (satu mililiter), tabung reaksi bertutup anulir dan tabung gas berisi gas nitrogen.

Cara kerja :

- Minyak sampel ditimbang sebanyak 150 mg dalam labu takar, kemudian ditambah 2 ml larutan NaOH metanol 0,5 N.
- Pendingin dipasang pada labu, kemudian labu dipanaskan selama 2 – 5 menit sambil sekali-sekali dikocok sampai butir-butir minyak tidak terlihat.
- Selanjutnya larutan BF₃ metanol 15% kita masukkan sebanyak 2 ml melalui lubang kondensor bagian atas, dan labu tetap berada di atas pemanas listrik.
- Panaskan lagi selama 2 menit, lalu tambahkan 2 ml heptan melalui lubang bagian atas kondensor dan pemanasan diteruskan selama 1 menit.
- Labu dipindahkan dari pemans dengan melepas pendingin balik, ditutup dan dibiarkan sampai dingin. Setelah dingin tambahkan 3 – 4 ml larutan NaCl jenuh, lalu kocok.
- Tambahkan lagi larutan NaCl jenuh sehingga volume sampai tanda tera.

- Heptan yang mengandung metil ester asam lemak akan tampak seperti larutan jernih di bagian atas, lalu dipindahkan ke dalam tabung reaksi bertutup menggunakan pipet.

- Terakhir tambahkan sedikit Na_2SO_4 anhidrat ke dalam tabung reaksi untuk menghilangkan sisa air yang masih ada. Sebelum ditutup alirkan gas Nitrogen untuk menghindari terjadinya oksidasi, lalu tutup rapat-rapat untuk analisis selanjutnya.

*** Analisis dengan kromatografi gas**

Bahan-bahan : Larutan asam lemak baku dalam bentuk metil ester merk SIGMA dengan kemurnian 99%.

Alat-alat : Seperangkat alat kromatografi gas merk HITACHI 163 GC, yang dilengkapi FID dengan integrator merk SHIMADZU 14 A/B.

Cara kerja :

Ester asam lemak yang telah disiapkan diinjeksikan melalui injektor alat GC untuk pemisahan dan identifikasi serta penentuan kuantitatif asam-asam lemaknya dapat dilakukan dari kromatogram yang diperoleh. Sebagai pembanding digunakan larutan asam lemak baku dalam bentuk metil ester merk SIGMA dengan kemurnian 99%. Asam lemak beratom C sedikit akan muncul lebih dulu, diikuti asam-asam lemak dengan jumlah atom C lebih banyak secara berurutan. Apabila mengandung ikatan rangkap, maka satu

ikatan rangkap akan keluar terlebih dulu kemudian diikuti oleh jumlah ikatan rangkap yang lebih banyak (jika jumlah atom Cnya sama).

Perhitungan konsentrasi asam lemak dalam sampel didasarkan atas perbandingan luas puncak baku C18:0 dengan luas puncak asam-asam lemak yang dimaksud (Christie, 1982). Contoh perhitungan waktu retensi relatif :

Misalnya memakai standard C18:0 dan baku C18:3n-3 \Rightarrow

- Retensi total C18:0 = 6,165 dan retensi pelarut = 0,282 \rightarrow retensi absolut = $6,165 - 0,282 = 5,883$. \Rightarrow Retensi relatif terhadap asam stearat = $5,883/5,883 = 1$.

- Retensi total C18:3n-3 = 9,815 dan retensi pelarut = 0,25 \rightarrow retensi absolut = $9,815 - 0,25 = 9,565$ \rightarrow Retensi relatif terhadap asam stearat = $9,565/5,883 = 1,626$.

Demikian seterusnya penentuan retensi relatif baku dan selanjutnya dilakukan identifikasi dari kromatogram sampel :

Misalnya puncak nomor X adalah :

Retensi pelarut = 0,258 dan retensi puncak = 10,012 \rightarrow retensi absolut = $10,012 - 0,258 = 9,754$. \Rightarrow Retensi relatif terhadap C18:0 = $9,753/5,883 = 1,658$.

Sehingga dapat diduga bahwa puncak nomor X dari kromatogram sampel tersebut adalah C18:3n-3, karena retensi relatifnya hanya berbeda 0,032.

Selanjutnya dilakukan kuantifikasi, yaitu perhitungan konsentrasi asam lemak dalam sampel berdasarkan standart eksternal. Untuk perhitungan ini dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Prosentase} = \frac{\text{Area sampel}}{\text{Area total} - \text{area pelarut}} \times 100\%$$



Lampiran 2.

Prosedur Analisis Kadar Lemak

Prinsip penentuan kadar lemak secara ekstraksi dengan *Soxhlet* adalah ekstraksi yang berkesinambungan dengan memakai pelarut petroleum eter yang selanjutnya dilakukan penghitungan secara gravimetrik. Adapun cara kerjanya menurut Lees (1971), adalah sebagai berikut :

Ditimbang dengan teliti sekitar 2 gram bahan yang sudah dihaluskan terlebih dulu, dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai diperoleh berat yang konstan. Kemudian dilanjutkan dengan ekstraksi memakai Soxhlet dan pelarut petroleum eter selama 5 jam.

Filtrat yang diperoleh dipindahkan secara kuantitatif ke dalam wadah yang sudah diketahui beratnya. Filtrat ini diuapkan di lemari asam sampai mengental, kemudian penguapan dilanjutkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam. Terakhir didinginkan dalam desikator lalu ditimbang. Dengan cara yang sama diulang lagi penguapan selama 30 menit sampai diperoleh berat konstan. Berat residu dalam wadah dinyatakan sebagai berat lemak.

Perhitungan kadar lemak :

$$\text{Kadar lemak} = \frac{(\text{berat wadah} + \text{lemak}) - \text{berat wadah}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Lampiran 3.

Komposisi Pakan Perlakuan Periode Awal (Starter)

No	Bahan Baku	S0	S1	S2	S3
		%	%	%	%
1	Tepung daging	13	13	13	13
2	Jagung	50,5	50,5	50,5	50,5
3	Tepung ikan	11	10,4	9,9	9,38
4	Minyak sawit	3,77	3,74	3,67	3,6
5	Chlorella	0	0,5	1	1,5
6	Bekatul	1	1	1	1
7	Bungkil kedelai	13	13	13	13
8	Tepung tulang	1	1	1	1
9	Bungkil kelapa	3	3	3	3
10	Premik	1,5	1,5	1,5	1,5
11	CaCO ₃	1,08	1,21	1,28	1,37
12	Lisin	0,15	0,15	0,15	0,15
13	NaCl	1	1	1	1

*) Disusun dengan program komputer UFFF (User Friendly Feed Formulation Program)

Lampiran 4.

Komposisi Pakan Perlakuan Periode Akhir (Finisher)

No	Bahan Baku	F0	F1	F2	F3
		%	%	%	%
1	Tepung daging	10	10	10	10
2	Jagung	56	56	56	56
3	Tepung ikan	8,83	8,32	7,82	7,31
4	Minyak sawit	3,53	3,47	3,4	3,33
5	Chlorella	0	0,5	1	1,5
6	Bekatul	3	3	3	3
7	Bungkil kedelai	10	10	10	10
8	Tepung tulang	1	1	1	1
9	Bungkil kelapa	4	4	4	4
10	Premik	1,5	1,5	1,5	1,5
11	CaCO ₃	0,99	1,06	1,13	1,21
12	Lisin	0,15	0,15	0,15	0,15
13	NaCl	1	1	1	1

*) Disusun dengan program komputer UFFF (User Friendly Feed Formulation Program)

Lampiran 5

Hasil Analisa Proksimat Pakan Ayam Perlakuan

Kode Sampel	Kandungan Zat Bahan pakan					Kcal/Kg		
	Bahan Kering	Abu	Protein Kasar	Serat Kasar	Lemak Kasar	Mineral	BETN	Energi
P0	89,79	12,32	22,75	5,72	7,50	3,79	41,48	2810
P1	92,57	12,12	23,62	6,75	8,27	3,47	41,79	2895
P2	91,85	11,59	23,18	6,01	10,87	3,39	40,18	3000
P3	91,93	12,84	23,62	5,15	12,04	4,89	38,31	3050

Lampiran 6.

Prosedur Pemasakan dan Penyajian Untuk Uji Rasa Daging Ayam (De Vitre, 1985 dan Yuanita, 1994) :

1. Daging dada ayam dipotong, masing-masing ukuran $2,5 \times 2,5 \times 1,5 \text{ cm}^3$.
2. Daging direndam dengan larutan garam dapur 5%, selama 10 detik.
3. Digoreng dengan minyak goreng curah $\pm 350 \text{ ml}$, dengan api kecil kemudian api dibesarkan bertahap dan lama penggorengan ± 5 menit.
4. Ditiriskan, didinginkan.
5. Penyajian.
6. Pencatatan skoring oleh panelis.

Cara penyajian :

Pada setiap meja panelis disediakan piring yang berisi daging ayam goreng yang akan diuji. Di bagian bawah piring yang diisi bahan tersebut diberi tanda perlakuan yang sebenarnya. Letak piring di atas meja diacak terlebih dulu, kemudian disebelahnya diberi nomor urut sesuai dengan urutan letaknya di atas meja untuk memudahkan para panelis dalam melakukan penilaian sesuai dengan nomor urut dalam formulir yang telah disediakan. Disamping itu, disediakan pula satu gelas air minum untuk berkumur bagi panelis setelah mencicipi satu sampel untuk kemudian beralih ke sampel yang lain serta angket yang akan diisi (Kusriningrum, 1989).

Contoh angket uji rasa daging ayam

UJI RASA

Petunjuk :

Rasakan empat contoh ayam goreng di meja ini sebaik-baiknya, kemudian susunlah menurut urutan kegemaran anda dengan cara memberikan angka 1 sampai dengan 4 dalam daftar ini. Berilah angka 1 untuk contoh ayam goreng yang paling anda gemari dan angka 4 untuk contoh ayam goreng yang paling tidak anda gemari.

Penguji Nomor : -----

Nomor contoh	Nomor urut kegemaran
P0	
P1	
P2	
P3	

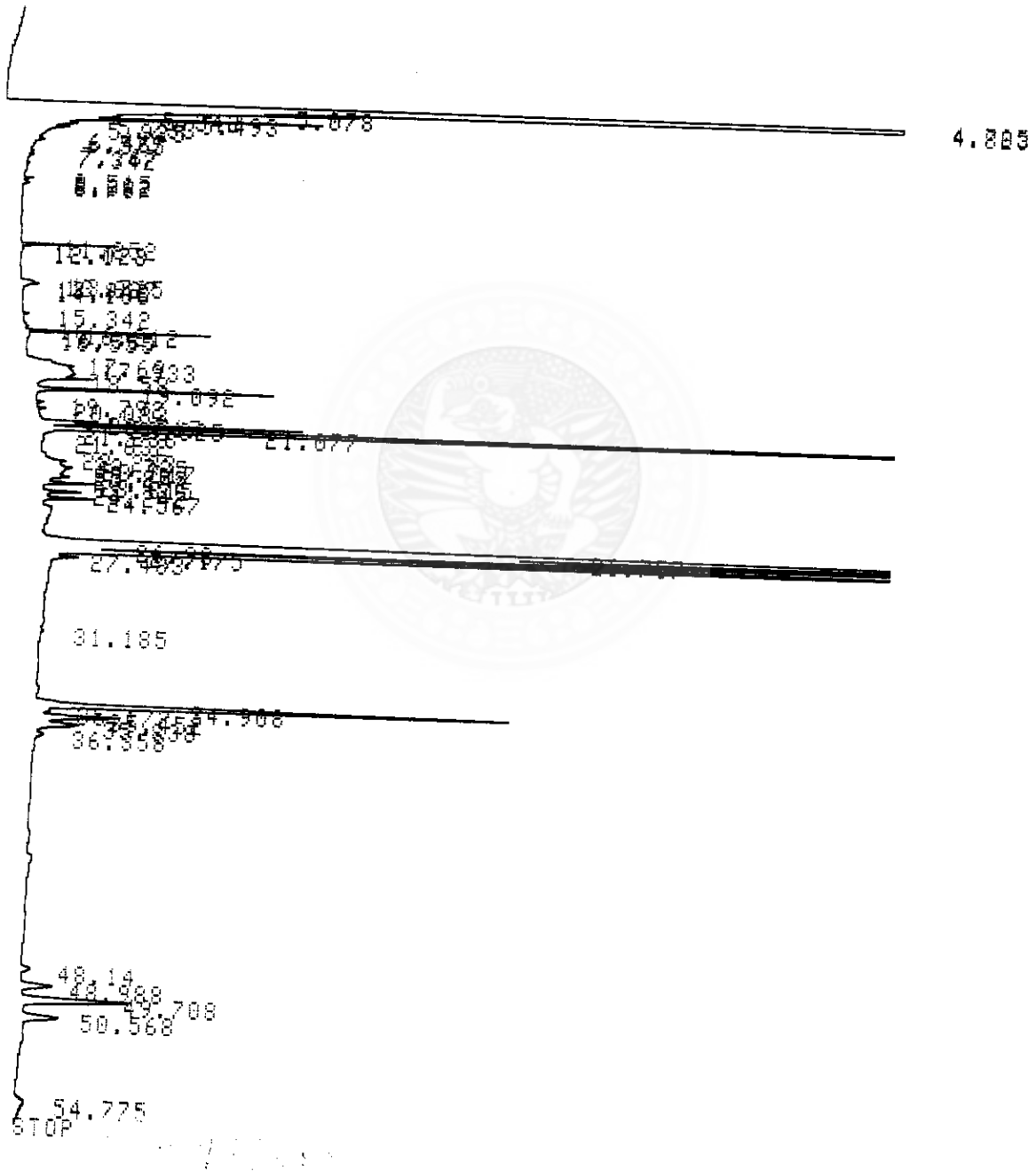
Tanggal : -----

Penguji :

(-----).

Lampiran 7

Kromatogram Pengukuran Asam Lemak



Lampiran 8

Case Summaries^a

		Asam Linolenat	As. Linolenat Vy%	EPA	EPA V(y%+1/2)	DHA	DHA V(y%+1/2)	Lemak	Lemak Vy%
Chorella 0 %	1	1.40	1.183	.00	.707	.00	.707	18.12	4.257
	2	1.43	1.196	.00	.707	.00	.707	19.26	4.389
	3	1.40	1.183	.00	.707	.00	.707	14.49	3.807
	4	1.56	1.249	.00	.707	.00	.707	14.75	3.841
	5	1.26	1.122	.00	.707	.00	.707	13.86	3.723
	Total	N	5	5	5	5	5	5	5
	Sum	7.05	5.933	.00	3.535	.00	3.535	80.48	20.017
	Mean	1.4100	1.18660	.0000	.70700	.0000	.70700	16.0960	4.00340
	Std. Deviation	.1068	4.52E-02	.0000	.00000	.0000	.00000	2.4237	.29857
Chorella 0.5 %	1	1.41	1.187	2.53	1.741	.71	1.100	13.55	3.681
	2	2.43	1.559	3.80	2.074	1.29	1.338	11.15	3.339
	3	1.83	1.353	3.28	1.944	1.16	1.288	13.26	3.641
	4	1.53	1.237	3.24	1.934	.96	1.208	13.76	3.709
	5	2.25	1.500	2.98	1.865	1.14	1.281	13.07	3.615
	Total	N	5	5	5	5	5	5	5
	Sum	9.45	6.836	15.83	9.558	5.26	6.215	64.79	17.985
	Mean	1.8900	1.36720	3.166	1.91160	1.052	1.24300	12.9580	3.59700
	Std. Deviation	.4429	.16128	.4636	.12166	.2244	9.2423E-02	1.0448	.14868
Chorella 1.0 %	1	1.94	1.393	7.58	2.843	2.23	1.652	9.48	3.079
	2	2.57	1.603	6.57	2.659	2.02	1.587	10.97	3.312
	3	2.24	1.497	6.80	2.702	2.48	1.726	10.84	3.292
	4	2.31	1.520	7.90	2.898	1.98	1.575	11.42	3.379
	5	2.19	1.480	6.06	2.561	2.50	1.732	12.69	3.562
	Total	N	5	5	5	5	5	5	5
	Sum	11.25	7.493	34.91	13.663	11.21	8.272	55.40	16.624
	Mean	2.2500	1.49860	6.982	2.73260	2.242	1.65440	11.0800	3.32480
	Std. Deviation	.2268	7.56E-02	.7505	.13725	.2456	7.4164E-02	1.1551	.17382
Chorella 1.5 %	1	2.65	1.628	5.93	2.536	3.85	2.086	7.19	2.681
	2	3.38	1.838	5.53	2.456	7.05	2.748	7.64	2.764
	3	2.48	1.575	6.80	2.702	4.37	2.207	9.11	3.018
	4	3.11	1.764	5.10	2.366	5.10	2.366	10.97	3.312
	5	1.89	1.375	7.08	2.753	5.08	2.362	9.53	3.087
	Total	N	5	5	5	5	5	5	5
	Sum	13.51	8.180	30.44	12.813	25.45	11.769	44.44	14.862
	Mean	2.7020	1.63600	6.088	2.56260	5.090	2.35380	8.8880	2.97240
	Std. Deviation	.5782	.17965	.8372	.16310	1.214	.24944	1.5196	.25440
Total	N	20	20	20	20	20	20	20	20
	Sum	41.26	26.442	81.18	39.569	41.92	29.791	245.11	69.488
	Mean	2.0630	1.42210	4.059	1.97845	2.096	1.48955	12.2555	3.47440
	Std. Deviation	.6014	.20706	2.862	.82386	***	.63001	3.10	.43956

a. Limited to first 100 cases.

Lampiran 9

Hasil analisis asam linolenat
ANOVA

As. Linolenat Vy%

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.550	3	.183	11.112	.000
Within Groups	.264	16	1.651E-02		
Total	.815	19			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: As. Linolenat Vy%

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Chorella 0 %	Chorella 0.5 %	-.18060	8.13E-02	.159	-.41311	5.1913E-02
	Chorella 1.0 %	-.31200*	8.13E-02	.007	-.54451	-7.94867E-02
	Chorella 1.5 %	-.44940*	8.13E-02	.000	-.68191	-.21689
Chorella 0.5 %	Chorella 0 %	.18060	8.13E-02	.159	-5.19133E-02	.41311
	Chorella 1.0 %	-.13140	8.13E-02	.397	-.36391	.10111
	Chorella 1.5 %	-.26880*	8.13E-02	.021	-.50131	-3.62867E-02
Chorella 1.0 %	Chorella 0 %	.31200*	8.13E-02	.007	7.9487E-02	.54451
	Chorella 0.5 %	.13140	8.13E-02	.397	-.10111	.36391
	Chorella 1.5 %	-.13740	8.13E-02	.360	-.36991	9.5113E-02
Chorella 1.5 %	Chorella 0 %	.44940*	8.13E-02	.000	.21689	.68191
	Chorella 0.5 %	.26880*	8.13E-02	.021	3.6287E-02	.50131
	Chorella 1.0 %	.13740	8.13E-02	.360	-9.51133E-02	.36991

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

As. Linolenat Vy%

Tukey HSD^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Chorella 0 %	5	1.18660		
Chorella 0.5 %	5	1.36720	1.36720	
Chorella 1.0 %	5		1.49860	1.49860
Chorella 1.5 %	5			1.63600
Sig.		.159	.397	.360

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Lampiran 11

Hasil analisis DHA**ANOVA**

DHA V(y%+1/2)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.236	3	2.412	126.519	.000
Within Groups	.305	16	1.907E-02		
Total	7.541	19			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DHA V(y%+1/2)

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Chorella 0 %	Chorella 0.5 %	-.53600*	8.73E-02	.000	-.78585	-.28615
	Chorella 1.0 %	-.94740*	8.73E-02	.000	-1.19725	-.69755
	Chorella 1.5 %	-1.64680*	8.73E-02	.000	-1.89665	-1.39695
Chorella 0.5 %	Chorella 0 %	.53600*	8.73E-02	.000	.28615	.78585
	Chorella 1.0 %	-.41140*	8.73E-02	.001	-.66125	-.16155
	Chorella 1.5 %	-1.11080*	8.73E-02	.000	-1.36065	-.86095
Chorella 1.0 %	Chorella 0 %	.94740*	8.73E-02	.000	.69755	1.19725
	Chorella 0.5 %	.41140*	8.73E-02	.001	.16155	.66125
	Chorella 1.5 %	-.69940*	8.73E-02	.000	-.94925	-.44955
Chorella 1.5 %	Chorella 0 %	1.64680*	8.73E-02	.000	1.39695	1.89665
	Chorella 0.5 %	1.11080*	8.73E-02	.000	.86095	1.36065
	Chorella 1.0 %	.69940*	8.73E-02	.000	.44955	.94925

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

DHA V(y%+1/2)

Tukey HSD^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
Chorella 0 %	5	.70700			
Chorella 0.5 %	5		1.24300		
Chorella 1.0 %	5			1.65440	
Chorella 1.5 %	5				2.35380
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Chorella 0 %	Chorella 0.5 %	.40640	.14359	.053	-4.42332E-03	.81722
	Chorella 1.0 %	.67860*	.14359	.001	.26778	1.08942
	Chorella 1.5 %	1.03100*	.14359	.000	.62018	1.44182
Chorella 0.5 %	Chorella 0 %	-.40640	.14359	.053	-.81722	4.4233E-03
	Chorella 1.0 %	.27220	.14359	.269	-.13862	.68302
	Chorella 1.5 %	.62460*	.14359	.003	.21378	1.03542
Chorella 1.0 %	Chorella 0 %	-.67860*	.14359	.001	-1.08942	-.26778
	Chorella 0.5 %	-.27220	.14359	.269	-.68302	.13862
	Chorella 1.5 %	.35240	.14359	.106	-5.84233E-02	.76322
Chorella 1.5 %	Chorella 0 %	-1.03100*	.14359	.000	-1.44182	-.62018
	Chorella 0.5 %	-.62460*	.14359	.003	-1.03542	-.21378
	Chorella 1.0 %	-.35240	.14359	.106	-.76322	5.8423E-02

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Lemak 1/2%

Tukey HSD^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Chorella 1.5 %	5	2.97240		
Chorella 1.0 %	5	3.32480	3.32480	
Chorella 0.5 %	5		3.59700	3.59700
Chorella 0 %	5			4.00340
Sig.		.106	.269	.053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.