

**POTENSI KLOOROFIL ALGA HIJAU (*Chlorella spp.*)
SEBAGAI OBAT PENYEMBUHAN LUKA**

LITERATURE REVIEW

*Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin Sebagai Salah satu
syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*



DISUSUN OLEH:

A. RIZQI JULIANTY ABNAS

J011171314

DEPARTEMAN BEDAH MULUT

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KEDOKTERAN GIGI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2020

**POTENSI KLOOROFIL ALGA HIJAU (*Chlorella spp.*)
SEBAGAI OBAT PENYEMBUHAN LUKA**

LITERATURE REVIEW

*Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin Sebagai Salah satu
syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*

A. RIZQI JULIANTY ABNAS

J011171314

DEPARTEMEN ILMU BEDAH MULUT

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KEDOKTERAN GIGI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Potensi Klorofil Alga Hijau (*Chlorella spp.*) Sebagai Obat
Penyembuhan Luka

Oleh : A. RIZKI JULIANTY ABNAS / J011171314

Telah Diperiksa dan Disahkan

Pada Tanggal 9 Agustus 2020

Oleh :

Pembimbing

drg. Abul Fauzi, Sp.BM(K)
NIP. 19790606 200604 1 005

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Hasanuddin



drg. Muhammad Ruslin, M.Kes., Ph.D, Sp. BM (K)
19730702 200112 1 001

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa dibawah ini :

Nama : A. Rizqi Julianty Abnas

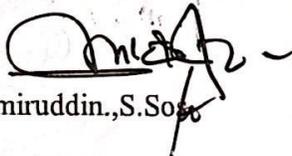
Nim : J011171314

Judul : Potensi Klorofil Alga Hijau (*Chlorella spp.*) Sebagai Obat Penyembuhan Luka

Menyatakan bahwa judul skripsi yang diajukan adalah judul yang baru dan tidak terdapat di Perpustakaan Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin.

Makassar, 10 Agustus 2020

Kordinat Perpustakaan FKG UNHAS



Amiruddin., S. Sos

NIP.19661121 199201 1 003

POTENSI KLOOROFIL ALGA HIJAU (*Chlorella spp.*) SEBAGAI OBAT PENYEMBUHAN LUKA

A. Rizqi Julianty Abnas

Mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin

Abstrak

Latar Belakang: Bedah mulut dalam kedokteran gigi merupakan salah satu ilmu yang pengaplikasiannya sangat berkaitan dengan luka. Luka merupakan terputusnya kontinuitas struktur anatomi jaringan tubuh, dalam proses penyembuhannya melibatkan proses inflamasi, proliferasi dan remodeling. Indonesia memiliki wilayah laut yang luas yang di dalamnya terdapat spesies flora dan fauna salah satunya mikroalga. Terdapat beberapa penelitian yang menganalisis potensi alga hijau sebagai obat penyembuhan luka terkhusus kepada kandungan klorofilnya. **Tujuan:** Untuk mengetahui potensi klorofil alga hijau (*chlorella spp.*) sebagai obat penyembuhan luka. **Bahan dan Metode:** Data sekunder dari studi literatur, yang dianalisis secara deskriptif dengan cara memaparkan dan membandingkan hasil penelitian mengenai potensi klorofil alga hijau (*chlorella spp.*) sebagai obat penyembuhan luka. **Hasil:** Berdasarkan kajian literature bahwa *chlorella sp* dapat berperan sebagai anti inflamasi dan anti bakteri serta memiliki 4 komponen yaitu klorofil, dinding sel, beta karoten, dan CGF yang berguna dalam penyembuhan luka. **Kesimpulan:** Kandungan klorofil *chlorella sp.* berpotensi dalam penyembuhan luka karena dapat melipat gandakan fibroblast yang akan mensintesis kolagen.

Kata Kunci: Penyembuhan luka, Klorofil, *Chlorella sp.*

THE POTENTIAL OF GREEN ALGAE CHLOROPHYLL (*Chlorella spp.*) AS A WOUND HEALING DRUG

A. Rizqi Julianty Abnas

Student of Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

Abstract

Background: Oral surgery in dentistry is one of the sciences whose applications are closely related to wounds. Wounds are the continuity disconnection of the anatomical structure of the body's tissues, and the healing process involves inflammation, proliferation and remodelling. Indonesia has a vast marine area in which there are species of flora and fauna, one of which is microalgae. There are several studies which analyse the potential of green algae as a wound healing drug, especially for its chlorophyll content. **Aim:** to determine the potential of green algae chlorophyll (*Chlorella spp.*) as a wound healing drug. **Material and method:** Secondary data from literature studies, which were analysed descriptively by describing and comparing research results regarding the potential of green algae chlorophyll (*Chlorella spp.*) as a wound healing drug. **Results:** Based on a literature review, *Chlorella spp.* can act as an anti-inflammatory and anti-bacterial and has 4 components namely chlorophyll, cell walls, beta carotene, and CGF which are useful in wound healing. **Conclusion:** Chlorophyll content of *Chlorella spp.* has a potential in wound healing because it can multiply fibroblasts which will synthesize collagen.

Keywords: Wound healing, Chlorophyll, *Chlorella sp.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan *literature review* yang berjudul “**Potensi Klorofil Alga Hijau (*Chlorella spp.*) Sebagai Obat Penyembuhan Luka**” dengan tepat waktu.

Shalawat serta salam penulis haturkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, manusia terbaik yang Allah pilih untuk menyampaikan risalah-Nya dan dengan sifat amanah yang melekat pada diri beliau, risalah tersebut tersampaikan secara menyeluruh sebagai sebuah jalan cahaya kepada seluruh ummat manusia di muka bumi ini.

Berbagai hambatan penulis alami selama penyusunan *literature review* ini berlangsung, tetapi berkat doa, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak, *literature review* ini dapat terselesaikan dengan baik di waktu yang tepat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta ayahanda Ir. H. Abbas Nuhung M,M dan ibunda Hj. A. Junaeni Baso serta saudara A. Pangerang Priandhika Abnas S.IP atas segala doa, dukungan, nasihat, motivasi, dan perhatian yang sangat besar yang telah diberikan kepada penulis hingga saat ini.

2. Prof. Dr. drg. Barunawaty Yunus, M.kes., Sp. RKG selaku penasehat akademik yang senantiasa memberi dukungan, motivasi serta arahan kepada penulis, sehingga jenjang perkuliahan penulis dapat selesai dengan baik.
3. drg. Abul Fauzi, Sp.BM(K) selaku pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis sehingga *literature review* ini dapat berjalan dan terselesaikan.
4. Teman seperjuangan Obturasi 2017 yang telah banyak membantu dan mendukung dalam penyelesaian *literature review* ini.
5. Muh. Irham Aliyayat sebagai salah satu motivator penulis yang telah banyak membantu dan mendukung dalam menyelesaikan *literature review* ini.

Dan pihak-pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga semua bantuan yang telah diberikan kepada penulis bernilai dan Allah SWT berkenan memberikan balasan lebih dari hanya sekedar ucapan terima kasih dari penulis. Mohon maaf atas segala kesalahan yang disengaja maupun tidak disengaja dalam rangkaian pembuatan *literature review* ini. Semoga *literature review* ini dapat memberikan manfaat dalam perkembangan ilmu kedokteran gigi kedepannya.

Makassar, 23 Juli 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penulisan	4
1.4 Manfaat Penulisan	4
1.5 Jenis Penulisan	5
1.6 Sumber Studi Pustaka	5
1.7 Metode Penelusuran Literatur.....	5
1.8 Kerangka Konsep	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Luka	7
2.1.1 Definisi Luka	7
2.1.2 Klasifikasi Luka.....	7
2.1.3 Penyembuhan Luka.....	11
2.1.4 Klasifikasi Penyembuhan Luka	11
2.1.5 Fase Penyembuhan Luka.....	14

2.2 Alga	21
2.2.1 Definisi Alga	21
2.2.2 Alga Hijau	22
2.2.3 <i>Chlorella sp.</i>	23
2.2.4 Komposisi <i>Chlorella</i>	25
2.2.5 Kandungan klorofil <i>Chlorella</i>	27
2.2.6 Manfaat <i>Chlorella</i> dalam bidang kesehatan.....	28
BAB 3 PEMBAHASAN	33
3.1 Identifikasi Sintesa Jurnal	33
3.2 Analisis Sintesa Jurnal.....	33
3.3 Analisis Persamaan Jurnal	43
3.4 Analisis Perbedaan Jurnal	43
3.5 Tabel Sintesa Jurnal.....	43
BAB 4 PENUTUP	45
4.1 Simpulan	45
4.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Perbaikan dan generasi penyembuhan luka	13
Gambar 2. 2. Fase penyembuhan luka.....	21
Gambar 2. 3. Chlorella Sp.....	24
Gambar 2. 4. Komposisi <i>chlorella</i>	27

DAFTAR TABEL

Tabel 3.5 Rangkuman sintesa jurnal penulisan <i>literature review</i>	45
---	----

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Kontrol Skripsi.....	50
--	----

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu Kedokteran Gigi merupakan ilmu yang terdiri dari beberapa bagian, salah satunya bagian bedah mulut. Bedah mulut sangat erat kaitannya dengan proses bedah yang dapat menghasilkan luka. Luka merupakan terputusnya kontinuitas struktur anatomi jaringan tubuh yang bervariasi mulai dari yang paling sederhana seperti lapisan epitel dari kulit, sampai lapisan yang lebih dalam seperti jaringan subkutis, lemak dan otot bahkan tulang beserta struktur lainnya seperti tendon, pembuluh darah dan syaraf, sebagai akibat dari ruda paksa atau trauma dari luar^[1]. Ketika terjadi luka, tubuh akan secara alami melakukan proses penyembuhan luka melalui kegiatan bioseluler dan biokimia yang terjadi secara berkesinambungan.^[2]

Penyembuhan luka merupakan suatu proses yang melibatkan respon seluler dan biokimia baik secara lokal maupun sistemik melibatkan proses dinamis dan kompleks dari koordinasi serial termasuk pendarahan, koagulasi, inisiasi respon inflamasi akut segera setelah trauma, regenerasi, migrasi dan proliferasi jaringan ikat dan sel parenkim, serta sintesis protein matriks ekstraselular, remodeling parenkim dan jaringan ikat serta deposisi kolagen. Dalam menyembuhkan luka terdiri dari beberapa fase yaitu fase koagulasi dan hemostatis, fase inflamasi atau peradangan, dan fase proliferasi.^[1]

Penangan luka biasanya dapat dilakukan dengan pemberian obat-obat golongan kortikosteroid, namun pada saat ini banyak masyarakat yang memanfaatkan bahan alam sebagai obat alternatif dikarenakan mahalnya harga obat modern yang ada di pasaran dan efek samping yang dapat ditimbulkan relatif sedikit.

Indonesia merupakan Negara yang memiliki wilayah laut yang luas sekitar dua pertiga Negara ini merupakan lautan. Menurut *United Nation Convention on the Law of The Sea* (UNCLOS) melaporkan bahwa luas perairan Indonesia adalah 5,7 juta km² dan didalamnya terdapat 27,2% dari seluruh spesies flora dan fauna di dunia^[3] Menurut penelitian Batten et all (2006) Indonesia merupakan negara ketiga di anggota APEC yang memiliki potensi cukup besar dalam produksi mikroalga.

Alga merupakan tumbuhan laut yang berpotensi sebagai sumber pangan dan obat obatan. Tumbuhan ini mengandung polisakarida yang banyak digunakan sebagai bahan pangan. Rumput laut juga kaya akan senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan diantaranya yaitu pigmen yang dihasilkan oleh alga merah (*Rhodophyceae*), alga hijau (*Chlorophyceae*), dan alga coklat (*Phaeophyceae*).

Alga hijau jenis *chlorella sp.* merupakan salah satu spesies mikroalga hijau bersel tunggal yang berbentuk bulat dan hidup pada permukaan air tawar maupun air asin, *chlorella sp.* ini mengandung klorofil yang telah banyak

dimanfaatkan, diantaranya pada industri makanan, minuman, obat-obatan serta beberapa industri rumah tangga. Beberapa penelitian menuliskan *chlorella* adalah suplemen makanan kesehatan terlaris kedua di Jepang dengan lebih dari 30% penduduk Jepang menganggapnya sebagai salah satu suplemen utama kesehatan mereka dengan kandungan nutrisi *chlorella sp.* yang diantaranya protein sebesar 51–58%, minyak sebesar 28-32%, karbohidrat 12-17%, lemak 14- 22%, dan asam nukleat 4-5%.^[4]

Klorofil dalam kesehatan diketahui dapat mengatasi berbagai penyakit diantaranya sebagai penyembuha luka.^[4] Klorofil sebagai penyembuhan luka dalam hal ini berfungsi dalam regenerasi sel yang membantu proses penutupan jaringan luka. Dengan kemampuan tersebut klorofil dapat mempercepat pembentukan jaringan yang menjadi dasar pada pertumbuhan jaringan baru dalam luka. Jaringan tersebut adalah fibroblas, yaitu sel pembentuk jaringan ikat yang berperan dalam penyembuhan luka sehingga darah yang keluar pada luka dapat terhenti.

Dengan adanya kandungan klorofil yang dimiliki alga hijau (*chlorella sp.*) sehingga penulis tertarik untuk membuat gagasan karya tulis ilmiah yang bertujuan untuk melihat potensi klorofil pada alga hijau (*chlorella sp.*) dan manfaatnya terhadap penyembuhan luka.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari *literature review* ini yaitu bagaimana potensi kandungan klorofil alga hijau (*chlorella sp.*) sebagai obat penyembuhan luka ?

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari *literature review* ini ialah untuk mengkaji potensi kandungan klorofil alga hijau (*chlorella sp.*) sebagai obat penyembuhan luka.

1.4 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari gagasan ini adalah sebagai berikut:

1. Memberi informasi kepada mahasiswa dan masyarakat mengenai potensi klorofil alga hijau (*chlorella spp.*) yang dapat digunakan sebagai obat penyembuhan luka.
2. Dapat digunakan di bidang pendidikan dan penelitian untuk membantu penelitian lanjutan serta dalam mengembangkan hazanah ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan kandungan klorofil alga hijau (*chlorella spp.*) sebagai obat penyembuhan luka
3. Sebagai pertimbangan dalam menambahkan ekstrak alga hijau (*chlorella sp.*) sebagai salah satu komposisi bahan yang digunakan dalam kedokteran gigi.

1.5 Jenis Penulisan

Penulisan yang akan dilakukan merupakan penelitian kepustakaan berupa *Literature Review*. *Literature Review* merupakan kegiatan peninjauan literatur atau kepustakaan kembali untuk mengetahui, membandingkan serta menghubungkan hasil penelitiain yang telah dilakukan terkait rumusan masalah.

1.6 Sumber Studi Pustaka

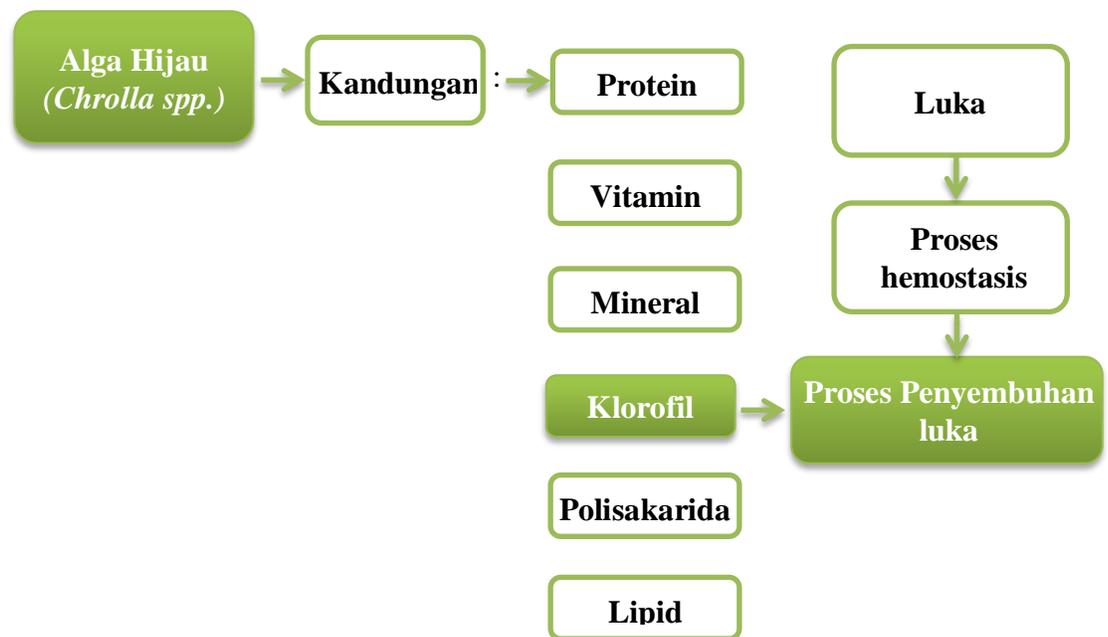
Sumber data dalam penulisan ini diperoleh dari data sekunder. Data sekunder adalah data yang tidak diperoleh dari pengamatan langsung, tetapi merupakan hasil dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang terdapat dalam literatur berupa jurnal artikel. Jurnal artikel yang digunakan adalah data yang berhubungan dan relevan dengan permasalahan yang telah dirumuskan dalam penelitian ini. Sumber literatur dalam rencana penelitian ini terutama berasal dari jurnal penelitian *online* yang menyediakan jurnal artikel gratis dalam format PDF, seperti : Pubmed, *Google scholar*, *Science Direct*, dan sumber relevan lainnya. Tidak ada batasan dalam tanggal publikasi selama literatur ini relevan dengan topik penelitian, namun pada BAB Pembahasan literature, yang digunakan merupakan jurnal yang dipublikasi sepuluh tahun terakhir.

1.7 Metode Penelusuran Literatur

Metode penelusuran literatur didapatkan dari beberapa sumber studi pustaka yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas. Selanjutnya menggunakan

tabel dalam melakukan sintesis informasi dari literatur/ jurnal yang akan dijadikan sebagai acuan kemudian melakukan tinjauan literatur dan menganalisis persamaan dan perbedaan dari literatur tersebut kemudian membuat suatu simpulan.

1.8 Kerangka Konsep



Keterangan :

 Yang diteliti

 Yang tidak diteliti

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Luka

2.1.1 Definisi Luka

Luka merupakan terputusnya kontinuitas struktur anatomi jaringan tubuh yang bervariasi mulai dari yang paling sederhana seperti lapisan epitel dari kulit, sampai lapisan yang lebih dalam seperti jaringan subkutis, lemak dan otot bahkan tulang beserta struktur lainnya seperti tendon, pembuluh darah dan syaraf, sebagai akibat dari trauma atau ruda paksa atau trauma dari luar^[1]. Ketika terjadi luka, tubuh secara alami melakukan proses penyembuhan luka melalui kegiatan bioseluler dan biokimia yang terjadi secara berkesinambungan.^[2]

2.1.2 Klasifikasi Luka

A. Berdasarkan waktu melakukan penyembuhan

1. Luka Akut

Luka Akut merupakan luka yang dapat mengalami penyembuhan dengan sendirinya dan mengikuti proses secara normal dengan waktu penyembuhan berkisar 5 hingga 10 hari. Luka akut dapat diperoleh sebagai akibat dari hilangnya jaringan karena terjadinya trauma

2. Luka Kronik

Luka kronik merupakan luka yang gagal melalui tahapan normal penyembuhan dan tidak dapat diperbaiki dalam waktu yang tepat. Proses penyembuhan tidak lengkap dan terganggu oleh berbagai faktor, yang memperpanjang satu atau lebih tahapan dalam fase hemostasis peradangan, proliferasi atau renovasi. Faktor-faktor ini termasuk infeksi, jaringan hipoksia, nekrosis, eksudat, dan kadar berlebih inflamasi sitokin.

3. Luka Komplikasi

Luka komplikasi merupakan luka yang terjadi karena infeksi atau kerusakan jaringan, penyebabnya seperti cacat yang terjadi karena traumatik atau pasca infeksi.

B. Berdasarkan mode luka^[5]

1. Luka Tumpul

1) Abrasi

Pada jenis luka ini terjadi pengikisan pada lapisan luar kulit seperti goresan.

2) Memar

Pada jenis luka ini terjadi ketika pembuluh darah di kulit atau organ dalam pecah.

3) Laserasi

Pada jenis luka ini terjadi robekan atau pecahnya kulit, selaput lendir, otot, organ dalam diproduksi oleh aplikasi gaya tumpul secara luas ke area tubuh.

2. Luka Tajam

1) Luka Insisi

Jenis luka ini merupakan luka superfisial yang ukuran lukanya pada permukaan lebih besar dari kedalaman luka yang umumnya disebabkan oleh silet, kapak atau pedang.

2) Luka Tusuk

Jenis ini luka yang dihasilkan dari penetrasi runcing/ instrumen tajam/senjata pada kedalaman tubuh yang lebih dalam dari panjangnya, disebabkan umumnya karena pisau, botol kaca pecah dan alat.

C. Berdasarkan paparan lingkungan eksternal dan internal

1. Luka tertutup

Jenis luka yang berada di bawah jaringan dan telah mengalami trauma tetapi kulit dalam keadaan belum terputus.

2. Luka terbuka

Jenis luka yang lapisan kulitnya telah rusak dengan jaringan di bawahnya terbuka

D. Berdasarkan kedalaman luka

1. Luka ketebalan parsial

Luka yang hanya melibatkan lapisan epidermis kulit atau meluas melalui epidermis ke dalam dermis dengan dermis setidaknya sebagian utuh untuk menghasilkan epidermis baru yang diperlukan untuk menutup luka.

2. Luka ketebalan penuh

Luka yang menembus sepenuhnya kulit ke jaringan di bawahnya dan dapat mengekspos adiposa jaringan, otot, tendon, atau tulang. Luka ini sembuh dengan granulasi dan kontraksi, membutuhkan lebih banyak sumber daya tubuh dan waktu.

E. Berdasarkan potensi risiko infeksi

1. Kelas 1 (Luka bersih)

Luka bedah yang tidak terinfeksi dan tidak ditemukan inflamasi serta saluran pernapasan, pencernaan, genital, atau urin yang tidak terinfeksi.

2. Kelas 2 (Luka kontaminasi bersih)

luka yang pernapasan, pencernaan, genital, atau saluran kemih dimasukkan dalam kondisi yang terkendali dan tanpa kontaminasi.

3. Kelas 3 (Luka terkontaminasi)

Luka terbuka, segar, tidak disengaja. Selain itu, prosedur bedah dimana terobosan besar dalam teknik steril terjadi, terdapat

tumpahan kotor dari saluran pencernaan dan sayatan, terdapat inflamasi akut, non-purulen

4. Kelas 4 (Luka terinfeksi)

Luka trauma yang sudah lama dengan jaringan yang tertahan atau rusak yang melibatkan infeksi klinis. Hal ini menunjukkan bahwa organisme menyebabkan infeksi sebelum operasi maupun pasca operasi.

2.1.3 Penyembuhan Luka

Penyembuhan luka merupakan suatu proses yang melibatkan respon seluler dan biokimia baik secara lokal maupun sistemik melibatkan proses dinamis dan kompleks dari koordinasi serial termasuk pendarahan, koagulasi, inisiasi respon inflamasi akut segera setelah trauma, regenerasi, migrasi dan proliferasi jaringan ikat dan sel parenkim, serta sintesis protein matriks ekstraselular, remodeling parenkim dan jaringan ikat serta deposisi kolagen^[1]

2.1.4 Klasifikasi Penyembuhan Luka

Terdapat beberapa klasifikasi penyembuhan luka yaitu secara primer, sekunder dan tersier.^[5]

1. Penyembuhan primer

Dilakukan dengan jahitan bedah dengan hilangnya jaringan minimal, dikatakan penyembuhan primer. Luka seperti itu mengalami penyembuhan dengan bersih, dan bekas luka yang

tipis. Penutupan luka primer selain kepala dan leher dapat dilakukan dengan aman hingga maksimal 19 jam setelah terjadi luka. Luka pada wajah dan kulit kepala bisa ditutup kapanpun mereka terlihat, selama tidak terjadi infeksi. Dalam 24 jam, neutrofil akan muncul di margin insisi kemudian bergerak ke arah bekuan fibrin. Kontinuitas epidermis didirikan kembali dalam 24-48 jam. Pada hari ke 3, neutrofil sebagian besar menghilang dan digantikan oleh makrofag. Pada hari ke 5, ruang insisi dipenuhi dengan jaringan granulasi, neovaskularisasi maksimal. Selama 2 minggu, ada akumulasi dan proliferasi terus menerus pada fibroblas. Pada akhir 1 bulan, bekas luka terdiri dari jaringan ikat seluler tanpa infiltrat inflamasi, dan ditutupi oleh epidermis utuh.

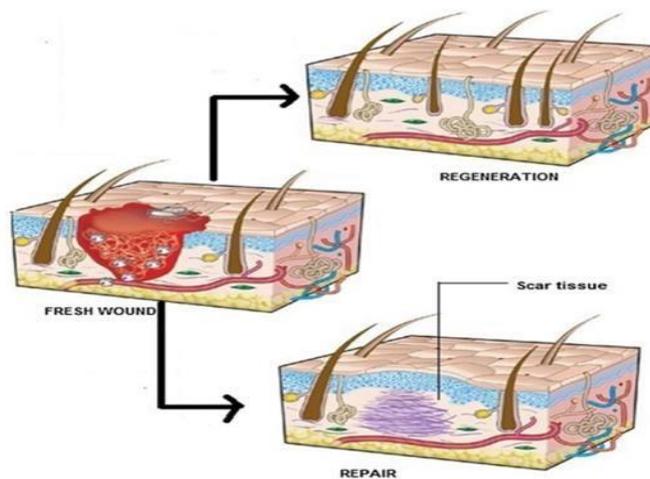
2. Penyembuhan sekunder

Ketika terdapat lebih banyak sel yang hilang, atau permukaan luka yang membuat cacat besar, proses reparatif akan lebih rumit. Jaringan granulasi tumbuh dari dalam margin untuk mengalami perbaikan. Luka dengan penyembuhan primer ini sembuh dengan memiliki bekas luka. Ini berbeda dari penyembuhan primer dalam beberapa hal yaitu dalam penyembuhan sekunder:

- 1) Reaksi peradangan lebih hebat.

- 2) Jumlah jaringan granulasi yang jauh lebih besar terbentuk.
 - 3) Kontraksi luka jauh lebih banyak.
3. Penyembuhan luka tersier

Penyembuhan tersier adalah luka primer yang tertunda penyembuhan setelah 4-6 hari. Ini terjadi ketika proses penyembuhan sekunder secara sengaja terganggu dan luka ditutup secara mekanis. Ini biasanya terjadi setelah jaringan granulasi telah terbentuk.



Gambar 2. 1. Perbaikan dan generasi penyembuhan luka^[5]

2.1.5 Fase Penyembuhan Luka

Penyembuhan luka terjadi di semua jaringan dan organ tubuh yang terjadi secara normal dan terdiri dari beberapa fase yaitu fase koagulasi dan hemostatis, fase inflamasi atau peradangan, dan fase proliferasi

1. Fase Inflamasi

Fase Inflamasi terbagi dua, yaitu fase inflamasi awal atau fase haemostasis dan fase inflamasi akhir. Pada saat jaringan terluka, pembuluh darah yang terputus pada luka akan menyebabkan pendarahan, reaksi tubuh pertama sekali adalah berusaha menghentikan pendarahan dengan mengaktifkan faktor koagulasi intrinsik dan ekstrinsik, yang mengarah ke agregasi platelet dan formasi clot vasokonstriksi, pengerutan ujung pembuluh darah yang putus (retraksi) dan reaksi haemostasis. Reaksi haemostasis akan terjadi karena darah yang keluar dari kulit yang terluka akan mengalami kontak dengan kolagen dan matriks ekstraseluler, hal ini akan memicu pengeluaran platelet atau dikenal juga dengan trombosit mengekspresi glikoprotein pada membran sel sehingga trombosit tersebut dapat beragregasi menempel satu sama lain dan membentuk massa (clotting). Massa ini akan mengisi cekungan luka membentuk matriks provisional sebagai scaffold untuk migrasi sel-sel

radang pada fase inflamasi. Fase inflamasi dimulai segera setelah terjadinya trauma sampai hari ke-5 pasca trauma. Tujuan utama fase ini adalah menyingkirkan jaringan yang mati, dan pencegahan kolonisasi maupun infeksi oleh agen mikrobial pathogen. Setelah hemostasis tercapai, sel radang akut serta neutrofil akan menginvasi daerah radang dan menghancurkan semua debris dan bakteri. Dengan adanya neutrofil maka dimulai respon peradangan yang ditandai dengan cardinal symptoms, yaitu tumor, calor, rubor, dolor dan functio laesa.^[6]

2. Fase Proliferasi

Pada fase proliferasi berlangsung mulai hari ke-3 hingga 14 pasca trauma, ditandai dengan pergantian matriks provisional yang didominasi oleh platelet dan makrofag secara bertahap digantikan oleh migrasi sel fibroblast dan deposisi sintesis matriks ekstraselular. Pada level makroskopis ditandai dengan adanya jaringan granulasi yang kaya akan jaringan pembuluh darah baru, fibroblas, dan makrofag, granulosit, sel endotel dan kolagen yang membentuk matriks ekstraseluler dan neovaskular yang mengisi celah luka dan memberikan scaffold adhesi, migrasi, pertumbuhan dan diferensiasi sel. Tujuan fase proliferasi ini adalah untuk membentuk keseimbangan antara pembentukan jaringan parut dan regenerasi jaringan.

Terdapat 3 proses utama dalam fase proliferasi

1) Angiogenesis

Angiogenesis merupakan pertumbuhan pembuluh darah baru yang terjadi secara alami di dalam tubuh, baik dalam kondisi sehat maupun patologi (sakit). Kata angiogenesis sendiri berasal dari kata angio yang berarti pembuluh darah dan genesis yang berarti pembentukan. Pada keadaan terjadi kerusakan jaringan, proses angiogenesis berperan dalam mempertahankan kelangsungan fungsi berbagai jaringan dan organ yang terkena. Terjadinya hal ini melalui terbentuknya pembuluh darah baru yang menggantikan pembuluh darah yang rusak. Pada angiogenesis pembentukan pembuluh darah baru berasal dari kapiler- kapiler yang muncul dari pembuluh darah kecil di sekitarnya.

Pembuluh darah kapiler terdiri atas sel-sel endotel dan perisit. Kedua jenis sel ini memuat seluruh informasi genetik untuk membentuk pembuluh darah dan cabang-cabangnya serta seluruh jaring-jaring kapiler. Molekul-molekul angiogenik khas akan mendorong terjadinya proses ini, tetapi ada pula molekul-molekul penghambat bersifat khusus untuk menghentikan proses angiogenesis. Molekul-molekul dengan fungsi yang berlawanan tersebut nampaknya seimbang dan serasi dalam bekerja terus menerus mempertahankan suatu sistem pembuluh darah kecil yang konstan. Pada proliferasi terjadi angiogenesis disebut juga sebagai neovaskularisasi, yaitu proses pembentukan pembuluh darah baru, merupakan hal yang penting

sekali dalam langkah-langkah penyembuhan luka. Jaringan di mana pembentukan pembuluh darah baru terjadi, biasanya terlihat berwarna merah (eritem) karena terbentuknya kapiler-kapiler di daerah itu. Selama angiogenesis, sel endotel memproduksi dan mengeluarkan sitokin. Beberapa faktor pertumbuhan terlibat dalam angiogenesis antara lain Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF), angiopoetin, Fibroblast Growth Factor (FGF) dan TGF- β . Setelah pembentukan jaringan cukup adekuat, migrasi dan proliferasi sel-sel endotelial menurun, dan sel yang berlebih akan mati dalam dengan proses apoptosis

Angiogenesis meliputi urutan peristiwa sebagai berikut :

- a) Terdapat degradasi lokal lamina basal pada kapiler yang telah ada.
 - b) Migrasi sel-sel endotel ke tempat pertumbuhan baru.
 - c) Proliferasi dan diferensiasi untuk membentuk kuncup kapiler.
 - d) Penyusunan kembali sel-sel endotel untuk membentuk lumen.
 - e) Anastomosis kuncup-kuncup yang berdekatan untuk membentuk jalinan pembuluh darah.
 - f) Pengaliran darah melalui pembuluh darah baru
- 2) Fibroblast

Fibroblast memiliki peran yang sangat penting dalam fase ini. Fibroblas memproduksi matriks ekstraselular yang akan mengisi

kavitas luka dan menyediakan landasan untuk migrasi keratinosit. Matriks ekstraselular inilah yang menjadi komponen yang paling nampak pada skar di kulit. Makrofag memproduksi growth factor seperti PDGF, FGF dan TGF- β yang menginduksi fibroblas untuk berproliferasi, migrasi, dan membentuk matriks ekstraselular

3) Re-epitelisasi

Secara simultan, sel-sel basal pada epitelium bergerak dari daerah tepi luka menuju daerah luka dan menutupi daerah luka. Pada tepi luka, lapisan single layer sel keratinosit akan berproliferasi kemudian bermigrasi dari membran basal ke permukaan luka. Ketika bermigrasi, keratinosit akan menjadi pipih dan panjang dan juga membentuk tonjolan sitoplasma yang panjang. Mereka akan berikatan dengan kolagen tipe I dan bermigrasi menggunakan reseptor spesifik integrin. Kolagenase yang dikeluarkan keratinosit akan mendisosiasi sel dari matriks dermis dan membantu pergerakan dari matriks awal. Sel keratinosit yang telah bermigrasi dan berdiferensiasi menjadi sel epitel ini akan bermigrasi di atas matriks provisional menuju ke tengah luka, bila sel-sel epitel ini telah bertemu di tengah luka, migrasi sel akan berhenti dan pembentukan membran basalis dimulai

3. Fase Remodelling

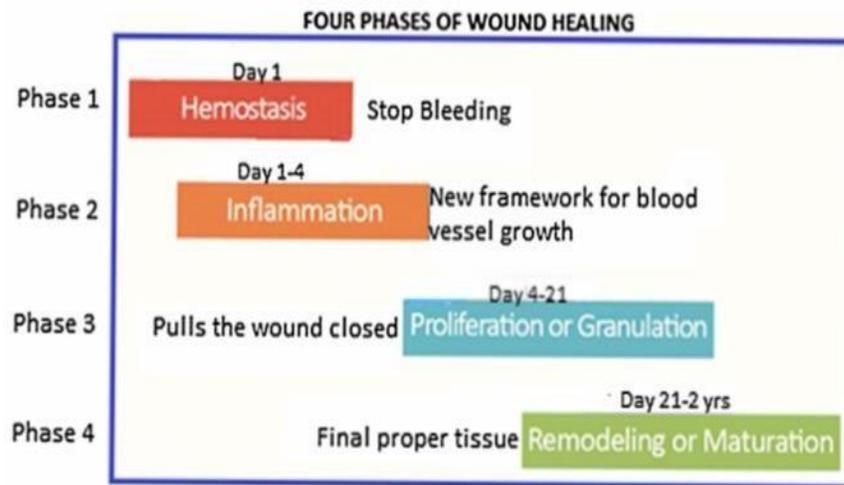
Fase maturasi/remodelling ini berlangsung mulai hari ke-21 hingga sekitar 1 tahun yang bertujuan untuk memaksimalkan kekuatan dan

integritas struktural jaringan baru pengisi luka, pertumbuhan epitel dan pembentukan jaringan parut segera setelah kavitas luka terisi oleh jaringan granulasi dan proses reepitelialisasi usai, fase ini pun segera dimulai. Pada fase ini terjadi kontraksi dari luka dan remodeling kolagen. Kontraksi luka terjadi akibat aktivitas fibroblast yang berdiferensiasi akibat pengaruh sitokin TGF- β menjadi myofibroblas, yakni fibroblas yang mengandung komponen mikrofilamen aktin intraselular. Myofibroblast akan mengekspresikan α -SMA (α -Smooth Muscle Action) yang akan membuat luka berkontraksi. Matriks intraselular akan mengalami maturasi dan asam hyaluronat dan fibronectin akan di degradasi. Pada fase ini terjadi keseimbangan antara proses sintesis dan degradasi kolagen serta matriks ekstraseluler. Kolagen yang berlebihan didegradasi oleh enzim kolagenasedan kemudian diserap. Sisanya akan mengerut sesuai tegangan yang ada. Hasil akhir dari fase ini berupa jaringan parut yang pucat, tipis, lemas, dan mudah digerakkan dari dasarnya. Terdapat tiga prasyarat kondisi lokal agar proses penyembuhan luka dapat berlangsung dengan normal, yaitu:

- 1) semua jaringan di area luka dan sekitarnya harus vital
- 2) tidak terdapat benda asing
- 3) tidak disertai kontaminasi eksesif atau infeksi

Saat kadar produksi dan degradasi kolagen mencapai keseimbangan, maka mulailah fase maturasi dari penyembuhan jaringan luka. Fase ini

dapat berlangsung hingga 1 tahun lamanya atau lebih, tergantung dari ukuran luka dan metode penutupan luka yang dipakai. Selama proses maturasi, kolagen tipe III yang banyak berperan saat fase proliferasi akan menurun kadarnya secara bertahap, digantikan dengan kolagen tipe I yang lebih kuat. Serabut-serabut kolagen ini akan disusun, dirangkai, dan dirapikan sepanjang garis luka. Fase remodelling jaringan parut adalah fase terlama dari proses penyembuhan. Pada umumnya tensile strength pada kulit dan fascia tidak akan pernah mencapai 100%, namun hanya sekitar 80% dari normal, karena serat-serat kolagen hanya bisa pulih sebanyak 80% dari kekuatan serat kolagen normal sebelum terjadinya luka. Kekuatan akhir yang dicapai tergantung pada lokasi terjadinya luka dan durasi lama perbaikan jaringan yang terjadi. Sintesis dan degradasi kolagen dan matriks ekstraseluler terjadi secara simultan dan biasanya terjadi keseimbangan antara kedua proses hingga 3 minggu setelah terjadinya luka sebelum akhirnya terjadi kestabilan.



Gambar 2. 2. Fase penyembuhan luka[5]

2.2 Alga

2.2.1 Definisi Alga

Alga berasal dari bahasa Yunani yaitu “algor” yang berarti dingin. Menurut Landau (1992), alga laut (seaweed) merupakan bagian terbesar dari tumbuhan laut dan termasuk tumbuhan tingkat rendah yang tidak memiliki perbedaan susunan kerangka seperti akar, batang dan daun meskipun tampak seperti ada perbedaan tapi sebenarnya hanya merupakan bentuk thallus belaka. Bentuk thallus ini bermacam-macam ada yang seperti tabung, pipih, gepeng, bulat seperti kantung, seperti rambut dan sebagainya. Struktur tubuh alga laut terdiri dari 3 bagian utama, pertama dikenal dengan sebutan bade, yaitu struktur yang menyerupai daun pipih yang biasanya lebar, kedua stipe, yaitu struktur yang menyerupai batang yang lentur dan berfungsi sebagai penahan guncangan ombak, dan ketiga holdfast, yaitu bagian yang menyerupai akar dan berfungsi

untuk melekatkan tubuhnya pada substrat. Alga terdiri dari beberapa jenis seperti alga merah (Rhodophyceae), alga hijau (Chlorophyceae), dan alga coklat (Phaeophyceae).^[6,7,8]

2.2.2 Alga Hijau

Alga hijau (chlorophyta) merupakan kelompok terbesar dari vegetasi alga, Chlorophyta sebagian besar hidup di air tawar. Susunan tubuh Chlorophyta bervariasi baik dalam ukuran, bentuk maupun susunannya, bisa berupa uniselular dan motil (Chlamydomonas), uniselular dan non motil (Chlorella), sel senobium (Volvox), koloni tak beraturan (Tetraspora), dan filamen (bercabang: Oedogonium, tidak bercabang: Pithoptora). Chlorophyta mengandung pigmen klorofil a dan klorofil b lebih dominan dibandingkan karotin dan xantofil, bersifat kosmopolit, terutama hidup di perairan yang cahayanya cukup seperti di kolam, danau, genangan air hujan, pada air mengalir (sungai dan selokan). Bentuk alga hijau berbagai macam mulai dari lembaran tipis, silinder, bentuk benang yang tebal, atau menyerupai rambut.^[9] Chlorophyta ditemukan pula pada lingkungan semi akuatik yaitu pada batuan, tanah lembab, dan kulit batang pohon yang lembab) jenis alga ini merupakan alga yang mampu mensintesa makanan sendiri dengan bantuan sinar matahari, karena mempunyai klorofil.

Tumbuhan alga chlorophyta melakukan fotosintesis dengan proses biokimia untuk menghasilkan makanan dengan memanfaatkan energi cahaya karena mempunyai klorofil. Chlorophyta menangkap cahaya menggunakan pigmen

yang disebut klorofil. Pigmen berwarna hijau pada tumbuhan. Klorofil mengandung organel yang disebut kloroplas yang berfungsi menyerap cahaya yang digunakan dalam fotosintesis. Meskipun seluruh bagian tubuh tumbuhan yang berwarna hijau mengandung kloroplas, namun sebagian besar energi dihasilkan di daun. Di dalam daun terdapat lapisan sel yang disebut mesofil yang mengandung setengah juta kloroplas setiap millimeter persegi. Cahaya akan melewati lapisan epidermis warna dan yang transparan, menuju mesofil, tempat terjadinya sebagian besar proses fotosintesis.^[7,8,9]

2.2.3 *Chlorella* sp.

Chlorella sp. berasal dari kata *Chlorella* adalah ganggang hijau air tawar, uniseluler, yang berasal dari famili *Chlorellaceae*, nama ini berasal dari dua kata, 'Chloros' yang berarti hijau dan makna akhiran Latin 'ella' yang berarti kecil. Setiap sel *chlorella* memiliki ketebalan 2-8 mikron dan tidak memiliki flagela. *Chlorella* memiliki senyawa penting yang terdiri dari flavonoid, tanin, senyawa fenolik, terpenoid, keratonoid, dan klorofil yang terdiri dari pigmen fotosintesis hijau klorofil-a dan klorofil b.^[10,11] *Chlorella* sp. merupakan mikroalgae yang memiliki kloroplas berbentuk seperti cawan dan dindingnya keras warnanya hijau cerah, tumbuh dan berkembang dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi dan karbondioksida sebagai sumber karbon. *Chlorella* sp dapat bergerak tetapi sangat lambat sehingga pada pengamatan seakan – akan tidak bergerak.

Klasifikasi *Chlorella sp* adalah sebagai berikut:

Filum : *Chlorophyta*

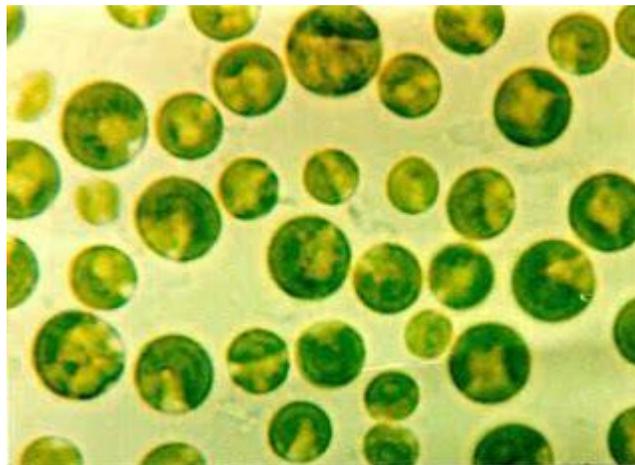
Kelas : *Chlorophyceae*

Ordo : *Chlorococcales*

Famili : *Oocystaceae*

Genus : *Chlorella*

Spesies : *Chlorella sp.*



Gambar 2. 3. *Chlorella Sp.*[12]

Berdasarkan habitat hidupnya *chlorella* dapat dibedakan menjadi *chlorella* air tawar dan *chlorella* air laut. *Chlorella* yang dapat hidup di air tawar dengan kadar salinitas hingga 5 ppt dengan jumlah 90% pada air tawar dan *chlorella* air laut dengan jumlah 10 %^[12]. Beberapa *chlorella* sp yang hidup di air laut ialah *chlorella vulgaris*, *chlorella pyrenoidosa*, *chlorella virginica*.^[12,13,14]

2.2.4 Komposisi *Chlorella*^[12]

1. Protein

Chlorella memiliki protein yang cukup tinggi sekitar 60% yang meliputi sebagian besar asam amino esensial. Jumlah ini tiga kali lebih

banyak dari yang tersedia di daging sapi yang dianggap salah satu yang paling terkonsentrasi bentuk protein tersedia. Karena protein mikroalga rendah berat molekul, dapat dengan mudah dicerna asalkan sel-sel telah menghancurkan. Peptida diekstraksi dari *chlorella*.

2. Lipid

Beberapa komponen utama lipid *chlorella vurgaris* ialah asam oleat, palmitat dan linolenat. *Chlorella emersonii*, *Chlorella vulgaris*, *Dunaliella sp.*, *Nannochloris sp.* dan *Phaeodactylum tricornutum* dapat memiliki hingga lebih dari 50% konten lipid dengan produktivitas berbeda.

3. Polisakarida

β -1,3-glukan yang ditemukan sebagai komponen utama dalam *chlorella* dapat bertindak sebagai antioksidan, imunostimulator dan bertindak efektif dalam mengurangi kadar lemak dalam darah. Kompleks ditemukan di *Chlorella pyrenoidosa*, dan *Chlorella ellipsoidea* mengandung glukosa bersama dengan kombinasi galaktosa, manosa, rhamnose, N-acetylglucosamide, dan N-acetylgalactosamine. Kompleks ini telah terbukti memiliki sifat imunostimulasi dan tindakan penghambatan terhadap *Listeria*

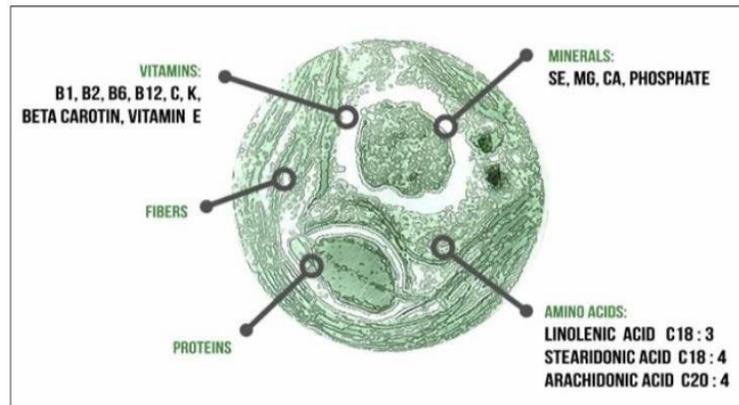
patogen *monocytogenes* dan jamur *Candida albicans*.

4. Vitamin dan Mineral

Chlorella adalah sumber vitamin dan mineral yang sangat kaya dan dapat dengan mudah digunakan untuk orang dewasa dan anak - anak untuk pemenuhan asupan vitamin harian mereka. Beberapa vitamin yang ditemukan dalam jumlah besar dalam *chlorella* adalah: Alphacarotene, beta-karoten, Vitamin B1, B2, B3, B5, B6, E dan vitamin K. Vitamin yang ditemukan dalam jumlah kecil adalah asam folat, biotin, inositol, choline.

5. Klorofil

Chlorella dianggap sebagai salah satu sumber utama klorofil. Ini mengandung lebih banyak klorofil daripada kebanyakan suplemen yang mengandung klorofil. Beberapa manfaat kesehatan dari klorofil termasuk penyembuhan luka, bisul, wasir, regulasi menstruasi, hemofilia, memperbaiki diabetes dan asma, dll. Karena struktur klorofil sangat mirip dengan hemin yang bergabung dengan protein untuk membentuk hemoglobin, klorofil telah terbukti bermanfaat dalam meningkatkan warna merah sel darah.



Gambar 2. 4. Komposisi *chlorella*^[11]

2.2.5 Kandungan klorofil *Chlorella*.^[16]

Klorofil merupakan pigmen utama yang berperan dalam proses fotosintesis dengan menyerap dan menggunakan energi cahaya matahari untuk mensintesis oksigen dan karbohidrat yang dibutuhkan sebagai nutrisi alga.

Klorofil merupakan pigmen pembawa warna hijau. Struktur dasar klorofil adalah porpirin, dimana atom nitrogen pada keempat cincin pirol dalam makrosiklik membentuk ikatan kovalen dengan ion Mg^{2+} yang merupakan pusat dari molekul klorofil. Klorofil a merupakan pigmen utama yang terdapat pada hampir semua organisme fotosintetik oksigenik, terletak pada pusat reaksi dan bagian tengah antena. Klorofil a merupakan pigmen utama yang bertanggung jawab terhadap proses fotosintesis. Oleh karena itu, pigmen ini menjadi penting bagi pertahanan hidup rumput laut atau untuk berkompetisi dengan organisme lain dalam sebuah habitat tertentu. Keberadaan klorofil a pada rumput laut dilengkapi dengan pigmen pendukung (aksesori) yaitu klorofil b, c, atau d dan karotenoid yang berfungsi melindungi klorofil a dari foto-

oksidasi. Klorofil tidak hanya penting bagi pertumbuhan rumput laut. Klorofil yang dihasilkan rumput laut berpotensi memiliki bioaktivitas salah satunya pada bidang kesehatan pigmen klorofil berperan sebagai anti anemia, anti proteolitik, antibakteri, antioksidan, meningkatkan immunitas, menstabilkan tekanan darah, pengganti sel sel yang rusak, memperbaiki fungsi hati, menyembuhkan luka, merangsang fibroblas, menghilangkan bau badan, sensitizer dalam terapi kanker fotodinamika (PDT).

2.2.6 Manfaat *Chlorella* dalam bidang kesehatan^[17]

Alga hijau jenis *chlorella* memiliki manfaat dalam bidang kesehatan karena dipengaruhi oleh sifat yang dimilikinya seperti :

- a. Kandungan klorofil yang tinggi
- b. Faktor pertumbuhan *chlorella* (CGF)
- c. Dinding sel serat tinggi dan,
- d. Kandungan nutrisi yang tinggi

Berikut merupakan manfaat *chlorella* dalam bidang kesehatan :

1. Agen detoksifikasi

Chlorella telah digunakan secara luas di Jepang untuk tujuan detoksifikasi, yang dianggap sebagai agen detoksifikasi kelas satu, dimana mampu mengikat dan menghilangkan alkohol dari hati, dan logam berat (kadmium dan merkuri), pestisida tertentu, herbisida dan polychlorbiphenyls (PCB) dari jaringan tubuh manusia. Faktanya, *chlorella* merupakan kunci detoksifikasi yang digunakan selama pengangkatan tambalan amalgam gigi

yang mengandung merkuri. Lebih lanjut, penelitian pada hewan telah menunjukkan efektivitas *Chlorella* dalam menghilangkan insektisida hidrokarbon terklorinasi dari tisu. Karena tingginya persentase klorofil, *chlorella* mampu membersihkan isi perut dan membersihkan darah, dan telah ditemukan memiliki efek positif pada fungsi hati dan ginjal. Dengan demikian, ini akan menjaga aliran darah bebas dari limbah dan secara substansial meningkatkan resistensi seseorang terhadap flu biasa. Kemampuan detoksifikasi *chlorella* dikarenakan dinding sel. Dinding sel *Chlorella* telah terbukti memiliki tiga lapisan dimana lapisan tengah yang lebih tebal mengandung mikrofibril selulosa, dan lapisan luar bahan karotenoid terpolimerisasi. Dinding sel luar *chlorella* yang sangat tangguh mengikat logam berat, pestisida, herbisida, dan racun, dan menghilangkannya dari tubuh. Pembersihan darah, usus dan hati dimulai setelah *chlorella* telah dikonsumsi secara teratur selama tiga bulan atau lebih, tergantung pada jumlah, dan kondisi kesehatan individu. Dosis besar *chlorella* terbukti mampu memfasilitasi ekskresi tinja merkuri di mana dulunya tingkat usus merkuri telah diturunkan, merkuri dari jaringan tubuh lain akan bermigrasi ke usus eliminasi.

2. Penguat sistem kekebalan tubuh

Chlorella dikenal sebagai penguat sistem kekebalan tubuh yang baik. *Chlorella* merangsang aktivitas sel-T dan makrofag meningkatkan level interferon, dengan demikian, meningkatkan kemampuan sistem kekebalan

tubuh untuk melawan patogen dan protein asing. Dengan demikian tampak bahwa dinding sel *chlorella* memiliki kemampuan untuk melawan sel kanker melalui produksi interferon yang diinduksi dari kompleks polisakarida. Dinding sel *chlorella* yang unik adalah salah satu faktor penting yang menentukannya terlepas dari makanan hijau lainnya. Selain itu, sumber kaya beta-karoten *chlorella*, karotenoid, seng, selenium, asam amino, kalsium dan gula nukleat seperti mannose, rhamnose, arabinose, galactose, dan xylose juga membantu dalam pembangunan sistem kekebalan tubuh yang kuat dan sehat.

3. Meningkatkan kekuatan Otak

Chlorella adalah makanan super penambah daya ingat, dan sering disebut "Makanan Otak" karena mengandung nutrisi penting yang dibutuhkan otak untuk menjaga daya ingat. Manusia memiliki otak yang konsentrasi RNA nya tertinggi dalam tubuh yang vital untuk ingatan dan belajar. Namun, sel-sel otak memiliki kapasitas terbatas untuk membuat nukleotida yang diperlukan untuk mensintesis RNA. Kapasitas terbatas ini menurun seiring bertambahnya usia individu yang mungkin merupakan faktor yang berkontribusi dalam memori. Jadi, kebutuhan dapat disediakan oleh *chlorella* yang merupakan sumber nukleosida yang sangat kaya dan nukleotida. Selain itu, *chlorella* juga merupakan sumber alami yang sangat baik dari nutrisi "brainboosting", phosphatidylserine (PS) yang merupakan komponen utama sel membran di semua sel dalam tubuh manusia. Menariknya, sel-sel otak manusia PS juga sangat tinggi. PS adalah nutrisi otak karena memulihkan sel otak dan

merevitalisasi membran sel dengan meningkatkan integritasnya.

4. Meningkatkan kesehatan jantung

Chlorella meningkatkan elastisitas dan kelenturan arteri, dengan demikian, membantu menormalkan tekanan darah, fungsi jantung yang tepat, pencegahan stroke, dan untuk kontraksi otot dan relaksasi. The omega-3, alfa asam linolenat di *chlorella* berfungsi membersihkan arteri, sehingga efektif dalam mengurangi kolesterol dalam tubuh. Beberapa penelitian di Indonesia telah membuktikan bahwa *chlorella* dapat meningkatkan fungsi jantung.

5. Mencegah hipertensi

Dari beberapa penelitian dilaporkan dalam Original Internist edisi Maret 2003 menunjukkan bahwa perawatan dengan 10 gram *chlorella* setiap hari selama tiga bulan secara signifikan dapat mengurangi peningkatan tekanan darah pada 25% pasien. Beberapa penelitian lain menunjukkan hal itu konsumsi *chlorella* efektif dalam mengurangi hipertensi tanpa menunjukkan efek berbahaya.

6. Anti Penuaan

Chlorella adalah salah satu sumber makanan tertinggi asam nukleat. *chlorella* kaya akan antioksidan kuat, seperti karoten, vitamin C dan E, Klorofil dan selenium, membantu mencegah penuaan dini dengan menetralkan bebas radikal dalam tubuh. Selain itu, *chlorella* juga menyediakan nutrisi yang diperlukan dalam bentuk yang mudah diserap untuk mengoptimalkan nutrisi seluler sehingga sel-sel ini menua secara perlahan.

7. Merangsang penyembuhan luka

Chlorella dipercaya dapat membantu menyembuhkan luka seperti luka bakar dengan cara dioleskan. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah klorofil dan CGF yang tinggi yang berfungsi membersihkan dan mempercepat penyembuhan luka dan luka bakar, bila dioleskan. Selain itu, *chlorella* juga membantu mengatasi penyembuhan ulser kulit pada penderita diabetes karena peningkatan produksi fibroblas yang membantu tubuh memperbaiki luka. Konsumsi *chlorella* pada secara teratur dalam jangka waktu yang panjang akan meningkatkan kemampuan tubuh untuk menyembuhkan dirinya sendiri tanpa perlu menerapkannya secara eksternal. Dari suatu penelitian beberapa dokter Jepang pernah menunjukkan bahwa ulkus dapat sembuh dengan cepat tanpa menggunakan obat bahkan sembuh ketika pasien mengambil dosis oral *chlorella* dan CGF.