

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Luka

2.1.1 Definisi Luka

Luka adalah keadaan dimana kontinuitas jaringan rusak bisa karena akibat dari trauma, kimiawi, listrik, radiasi (Djamaloeddin, 2002). Suatu luka dapat diartikan sebagai rusaknya struktur jaringan normal, baik di dalam dan/ atau di luar tubuh (Stevens, *et.al*, 1999).

2.1.2 Jenis Luka

Luka dapat dikategorikan dalam beberapa kategori yaitu luka tertutup dan luka terbuka, kemudian luka akut dan luka kronik. Para tenaga profesional mempunyai perbedaan pendapat pada kategori luka. Jenis luka kronik seperti pada luka diabetik, dan luka akut misalnya pada luka tembak atau gigitan binatang (Suriadi, 2004).

a. Luka Tertutup

Luka tertutup adalah luka dimana jaringan yang ada pada permukaan tidak rusak, seperti keseleo, terkilir, patah tulang dan sebagainya (Stevens, *et.al*, 1999).

b. Luka Terbuka

Luka terbuka adalah luka dimana kulit atau jaringan selaput lender rusak. Kerusakan ini dapat terjadi karena suatu kesengajaan seperti pada tindakan operasi. Luka terbuka yang tidak dibuat dengan sengaja, merupakan sebab dari kecelakaan, disebut sebagai luka traumatis. Bentuk luka yang paling sering muncul adalah luka laserasi yang terjadi pada permukaan kulit. Suatu luka terpotong adalah luka yang lebih dalam dari luka laserasi/ lecet dan mempunyai efek positif terhadap penyembuhannya. Luka robek juga dapat dalam, akan tetapi mempunyai dinding-dinding luka yang tidak rata. Ini mempunyai efek negative terhadap penyembuhannya. Luka tusuk

biasanya sangat dalam yang mengakibatkan banyak jaringan-jaringan yang ada di dalamnya rusak. Luka-luka tusuk mempunyai dinding luka yang rata (licin). Luka penetrasi terjadi jika suatu benda (misalnya peluru) yang masuk jauh ke dalam tubuh. Di sini jaringan-jaringan luka biasanya tidak rata. (Stevens, *et.al*, 1999).

2.2 Penyembuhan Luka

2.2.1 Fisiologi Penyembuhan Luka

Secara fisiologi, tubuh dapat memperbaiki kerusakan jaringan kulit (luka) sendiri yang dikenal dengan penyembuhan luka. Penyembuhan luka terdiri atas tiga fase yaitu fase inflamasi, fase proliferasi, dan fase maturasi atau remodeling. Antara fase yang satu dan fase lainnya memiliki rentang waktu yang saling bersinggungan atau tumpang-tindih (Arisanty, 2011).

Proses perbaikan sel (penyembuhan luka) bergantung pada kedalaman luka di kulit. Proses ini terjadi secara sederhana yang diawali dengan pembersihan (debris) area luka, pertumbuhan jaringan baru hingga permukaan datar, dan pada akhirnya luka menutup. Pada saat luka menutup, luka dikatakan sembuh, baik 20% (pada fase proliferasi) maupun 80% ketika kulit berfungsi maksimal (pada fase maturasi) (Arisanty, 2011).

a. Fase Inflamasi

Fase inflamasi terjadi pada awal kejadian atau saat luka terjadi (hari ke-0) hingga hari ke-3 atau ke-5. Pada fase ini terjadi dua kegiatan utama, yaitu respons vaskular dan respons inflamasi. Respon vaskular diawali dengan respons hemostatik tubuh selama 5 detik pasca luka (kapiler berkontraksi dan trombosit keluar). Sekitar jaringan yang luka mengalami iskemia yang merangsang pelepasan histamine dan zat vasoaktif yang menyebabkan vasodilatasi, pelepasan trombosit, reaksi vasodilatasi dan vasokonstriksi, dan pembentukan lapisan fibrin (*meshwork*). Lapisan fibrin ini

membentuk *scab* (keropeng) di atas permukaan luka untuk melindungi luka dari kontaminasi kuman.

Respon inflamasi merupakan reaksi non-spesifik tubuh dalam mempertahankan/memberi perlindungan terhadap benda asing yang masuk ke dalam tubuh. Respons ini diawali dari semakin banyaknya aliran darah ke sekitar luka yang menyebabkan bengkak, kemerahan, hangat/demam, ketidaknyamanan/nyeri, dan penurunan fungsi tubuh (tanda inflamasi). Tubuh mengalami aktivitas bioseluler dan biokimia, yaitu reaksi tubuh memperbaiki kerusakan kulit, sel darah putih memberikan perlindungan (leukosit) dan memberikan benda asing yang menempel (makrofag), dikenal dengan proses debris (pembersihan).

b. Fase proliferasi

Fase proliferasi terjadi mulai hari ke-2 sampai ke-24 yang terdiri atas proses destruktif (fase pembersihan), proses proliferasi atau granulasi (pelepasan sel-sel baru/pertumbuhan), dan epitelisasi (migrasi sel/penutupan). Pada fase destruktif, sel polimorf dan makrofag membunuh bakteri jahat dan terjadi proses debris (pembersihan) luka. Pada fase ini, makrofag juga berfungsi menstimulasi fibroblast untuk menghasilkan kolagen (kekuatan sel berikatan) dan elastin (fleksibilitas sel) dan terjadi proses angiogenesis (pembentukan pembuluh darah). Kolagen dan elastin yang dihasilkan menutupi luka dengan membentuk matriks/ ikatan jaringan baru. Proses ini dikenal juga dengan proses granulasi, yaitu tumbuhnya sel-sel yang baru. Luka yang tadinya memiliki kedalaman, permukaannya menjadi rata dengan tepi luka. Fungsi kulit baru 20% dari normal. Epitelisasi terjadi setelah tumbuh jaringan granulasi dan dimulai dari tepi luka yang mengalami proses migrasi membentuk lapisan tipis (warna merah muda) menutupi luka. Sel pada lapisan ini sangat rentan dan mudah rusak. Sel mengalami kontraksi (pergeseran), tepi luka menyatu hingga ukuran

luka mengecil. Tidak menutup kemungkinan epitel tumbuh tanpa adanya jaringan granulasi sehingga menutup tidak sempurna. Pada beberapa kasus, epitel tumbuh atau menutup dari tengah luka, bukan dari tepi luka. Hal ini terjadi karena setiap individu memiliki aktivitas sel yang unik dan sedikit berbeda satu sama lain.

c. Fase remodeling atau maturasi

Fase remodeling atau maturasi terjadi mulai hari ke-21 hingga satu atau dua tahun, yaitu fase penguatan kulit baru. Pada fase ini, terjadi sintesis matriks ekstraseluler (*extracellular matrix*, ECM), degradasi sel, proses remodeling (aktivitas selular dan aktivitas vaskular menurun). Aktivitas utama yang terjadi adalah penguatan jaringan bekas luka dengan aktivitas remodeling kolagen dan elastin pada kulit. Kontraksi sel kolagen dan elastin terjadi sehingga menyebabkan penekanan ke atas permukaan kulit. Kondisi yang umumnya terjadi pada fase ini adalah terasa gatal dan penonjolan epitel (keloid) pada permukaan kulit. Dengan penanganan yang tepat, keloid dapat ditekan pertumbuhannya, yaitu dengan memberikan penekanan pada area kemungkinan terjadi keloid. Pada fase ini, kolagen bekerja lebih teratur dan lebih memiliki fungsi sebagai penguat ikatan sel kulit baru, kulit masih rentan terhadap gesekan dan tekanan sehingga memerlukan perlindungan. Dengan memberikan kondisi lembab yang seimbang pada bekas luka dapat melindungi dari resiko luka baru. Perlu diingat bahwa kualitas kulit baru hanya kembali 80%, tidak sempurna seperti kulit sebelumnya atau sebelum kejadian luka.

2.2.2 Tipe Penyembuhan Luka

Menurut Arisanty (2013) luka berdasarkan tipe atau cara penyembuhannya diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu penyembuhan luka secara primer (*primary intention*), secara sekunder (*secondary intention*), dan secara tersier (*tertiary intention* atau *delayed primary intention*).

a. Penyembuhan luka secara primer

Luka terjadi tanpa kehilangan banyak jaringan kulit. Luka ditutup dengan cara dirapatkan kembali dengan menggunakan alat bantu sehingga bekas luka (*scar*) tidak ada atau minimal. Proses yang terjadi adalah epitelisasi dan deposisi jaringan ikat. Contohnya adalah luka sayatan/ robekan dan luka operasi yang dapat sembuh dengan alat bantu jahitan, stapler, *tape* eksternal, atau lem/perekat kulit.

b. Penyembuhan luka secara sekunder

Kulit mengalami luka (kerusakan) dengan kehilangan banyak jaringan sehingga memerlukan proses granulasi (pertumbuhan sel), kontraksi, dan epitelisasi (penutupan epidermis) untuk menutup luka. Pada kondisi luka seperti itu, jika dijahit, kemungkinan terbuka lagi atau menjadi nekrosis (mati) sangat besar. Luka yang memerlukan penutupan secara sekunder kemungkinan memiliki bekas luka (*scar*) lebih luas dan waktu penyembuhan lebih lama, namun semuanya kembali lagi tergantung pada penanganan para klinisi terhadap luka. Contohnya adalah luka tekan (dekubitus, luka diabetes mellitus) dan luka bakar.

c. Penyembuhan luka secara tersier atau *delayed primary*

Penyembuhan luka secara tersier atau *delayed primary* terjadi jika penyembuhan luka secara primer mengalami infeksi atau ada benda asing sehingga penyembuhan terhambat. Luka akan mengalami proses debris hingga luka menutup. Penyembuhan luka dapat juga diawali dengan penyembuhan secara sekunder yang kemudian ditutup dengan bantuan jahitan/dirapatkan kembali. Contohnya adalah luka operasi yang terinfeksi. Obesitas dapat menjadi salah satu penyebab luka pasca-operasi terbuka (*dehiscence*). Jika kemudian dijahit kembali (ditutup), cara penutupan ini disebut penutupan luka secara tersier.

2.2.3 Faktor penyembuhan luka

Pada umumnya luka dapat sembuh dengan sendirinya. Luka akan mengalami kegagalan penyembuhan jika ada faktor yang menghambat sehingga luka yang awalnya biasa menjadi luar biasa sulit untuk sembuh. Ada beberapa faktor yang sangat berperan dalam mendukung penyembuhan luka, yaitu faktor lokal dan faktor umum. Jika faktor umum dan faktor lokal tidak dapat diatasi dengan baik, luka akan sulit sembuh. Luka dapat sembuh dengan penanganan yang tepat. Faktor tersebut hanya menghambat proses penyembuhan (Arisanty, 2013).

a. Faktor lokal

Faktor lokal yang dapat mendukung atau justru menghambat penyembuhan luka adalah kondisi luka, seperti hidrasi luka, penatalaksanaan luka (aplikasinya), temperature luka, adanya tekanan, gesekan atau keduanya, adanya benda asing, dan ada tidaknya infeksi.

1) Hidrasi luka

Hidrasi luka atau pengairan pada luka adalah kondisi kelembapan pada luka yang seimbang yang sangat mendukung penyembuhan luka. Luka yang terlalu kering atau terlalu basah kurang mendukung penyembuhan luka. Luka yang terlalu kering menyebabkan luka membentuk fibrin yang mengeras, terbentuk *scab* (keropeng), atau nekrosis kering. Luka yang terlalu basah menyebabkan luka cenderung rusak dan merusak sekitar luka.

Perawatan luka tradisional menekankan perawatan luka dengan prinsip kering atau basah. Di Indonesia perawatan luka dengan konsep lembap yang seimbang belum dikembangkan hingga tahun 1995. Sejak tahun 1962 Winter membuktikan luka lebih baik dan lebih cepat sembuh pada kondisi lembap.

2) Penatalaksanaan luka

Penatalaksanaan luka yang tidak tepat menghambat penyembuhan luka. Tenaga kesehatan harus memahami proses penyembuhan luka dan kebutuhan pada setiap fasenya. Kebersihan luka dan sekitar luka harus diperhatikan, kumpulan lemak dan kotoran pada sekitar luka harus selalu dibersihkan. Pemilihan balutan (*topical therapy*) harus disesuaikan dengan fungsi dan manfaat balutan terhadap luka.

3) Temperature luka

Efek temperature pada penyembuhan luka dipelajari oleh Lock pada tahun 1979 yang menunjukkan bahwa temperatur yang stabil (37°C) dapat meningkatkan proses mitosis 108% pada luka. Oleh sebab itu, dianjurkan untuk meminimalkan penggantian balutan dan mencuci luka dengan kondisi hangat. Gesekan dan tekanan sering muncul akibat aktivitas atau tidak beraktivitas, pakaian dan balutan terlalu kencang, dan kompresi *bandaging*. Hal ini dapat menekan pembuluh darah sehingga tersumbat dan jaringan luka tidak mendapatkan temperature optimal.

4) Tekanan dan gesekan

Tekanan dan gesekan penting diperhatikan untuk mencegah terjadinya hipoksia jaringan yang mengakibatkan kematian jaringan. Pembuluh darah sangat mudah rusak karena sangat tipis, resistensi tekanan pada pembuluh darah arteri mencapai 30mmHg dengan variasi tekanan hingga pembuluh darah vena. Tekanan dan gesekan dapat ditimbulkan akibat penggunaan balutan elastic yang kurang tepat atau luka yang tidak ditutup dengan baik.

5) Benda asing

Benda asing pada luka dapat menghalangi proses granulasi dan epitelisasi bahkan dapat menyebabkan infeksi. Benda asing

pada luka di antaranya adalah sisa proses debris pada luka (*scab*), sisa jahitan, kotoran, rambut, sisa kaca, kapas yang tertinggal, dan adanya bakteri. Benda asing ini harus dibersihkan dari luka sehingga luka dapat menutup.

a. Faktor umum

Faktor umum yang dapat menghambat penyembuhan luka adalah kondisi pasien secara umum, seperti faktor usia, penyakit penyerta, vaskularisasi, terapi radiasi, dan obat-obatan. Faktor umum yang tidak teratasi dengan baik dapat menyebabkan luka akut menjadi kronis.

1) Faktor usia

Pada usia lanjut terjadi penurunan fungsi tubuh sehingga dapat memperlambat waktu penyembuhan luka. Menurut Brown dalam Arisanty (2013), jumlah dan ukuran fibroblast menurun, begitu pula kemampuan proliferasi sehingga terjadi penurunan respon terhadap *growth factor* dan hormon-hormon yang dihasilkan selama penyembuhan luka. Dan menurut Norman dalam Arisanty (2013) jumlah dan ukuran sel mast juga menurun. Kondisi luka yang cenderung kering, keriput, dan tipis sangat mudah mengalami luka karena gesekan dan tekanan. Hal ini menyebabkan luka pada usia lanjut akan lebih lama sembuh.

2) Penyakit penyerta

Penyakit penyerta yang sering mempengaruhi penyembuhan luka adalah diabetes, jantung, ginjal, dan gangguan pembuluh darah (penyempitan atau penyumbatan pada pembuluh darah arteri dan vena). Kondisi penyakit tersebut memperberat kerja sel dalam memperbaiki luka sehingga penting sekali melakukan tindakan kolaborasi untuk mengatasi penyebabnya dan penyulit penyembuhan. Pada diabetes, kondisi hiperglikemia menyebabkan lambatnya aliran darah ke sel; gagal jantung juga

memperlambat aliran darah; pada gangguan ginjal, cairan yang mengisi rongga intraselular menghambat pertumbuhan sel yang baru. Oksigen dan nutrisi sangat dibutuhkan selama proses penyembuhan luka.

3) Vaskularisasi

Vaskularisasi yang baik dapat menghantarkan oksigen dan nutrisi ke bagian sel terujung. Pembuluh darah arteri yang terlambat dapat menurunkan asupan nutrisi dan oksigen ke sel untuk mendukung penyembuhan luka sehingga luka cenderung nekrosis. Gangguan pembuluh darah vena dapat menghambat pengembalian darah ke jantung sehingga terjadi pembengkakan atau penumpukan cairan yang berlebihan dan mengganggu proses penyembuhan.

4) Nutrisi

Nutrisi atau asupan makanan sangat memengaruhi penyembuhan luka. Nutrisi yang buruk akan menghambat proses penyembuhan bahkan menyebabkan infeksi luka. Nutrisi yang dibutuhkan dan penting adalah asam amino (protein), lemak, energi sel (karbohidrat), vitamin (C, A, B kompleks, D, K, E), zink, *trace element* (besi, magnesium), dan air.

5) Kegemukan

Obesitas atau kegemukan dapat menghambat penyembuhan luka, terutama luka dengan tipe penyembuhan primer (dengan jahitan) karena lemak tidak memiliki banyak pembuluh darah. Lemak yang berlebih dapat memengaruhi aliran darah ke sel.

6) Gangguan sensasi dan pergerakan

Gangguan sensasi dapat memperburuk kondisi luka karena tidak ada rasa sakit atau terganggu terhadap luka tersebut, begitu pula gangguan pergerakan dapat menghambat aliran darah dari dan perifer. Sering sekali pemilik luka tidak menyadari bahwa lukanya memburuk.

7) Status psikologis

Stress, cemas, dan depresi menurunkan efisiensi kerja sistem imun tubuh sehingga penyembuhan luka terhambat. Status psikologis tidak dapat diabaikan dalam perawatan luka.

8) Terapi radiasi

Terapi radiasi tidak hanya merusak sel kanker, tetapi juga merusak sel-sel di sekitarnya. Komplikasi yang sering muncul adalah penurunan asupan nutrisi karena mual dan muntah dan kerusakan/ efek lokal (kulit rentan, kemerahan, dan panas) pada daerah sekitar luka.

9) Obat

Obat-obatan yang menghambat penyembuhan luka adalah *nonsteroidal anti-inflammatory drug/ NSAID* (menghambat sintesis prostaglandin), obat sitotoksik (merusak sel yang sehat), kortikosteroid (menekan produksi makrofag, kolagen, menghambat angiogenesis dan epitelisasi), immunosupresan (menurunkan kinerja sel darah putih), dan penisilin/ penisilamin (menghambat kolagen untuk berikatan/ resistensi bakteri pada luka).

2.2.4 Tipe Luka Berdasarkan Waktu Penyembuhan

Berdasarkan waktu penyembuhan, luka dibedakan menjadi luka akut dan luka kronis: (Arisanty, 2013)

a. Luka akut

Luka akut adalah luka yang terjadi kurang dari 5 hari dengan diikuti proses hemostatis dan inflamasi. Luka akut sembuh atau menutup sesuai dengan waktu penyembuhan luka fisiologis (0-21 hari). Contoh luka akut adalah luka pasca-operasi. Luka akut sembuh sesuai dengan fisiologi proses penyembuhan luka pada setiap fasenya. Misalnya, jika luka operasi sejak 14 hari yang lalu, saat

dating masih ditemukan tanda inflamasi, luka operasi tersebut bukan lagi luka akut, melainkan kronis.

b. Luka kronis

Luka kronis adalah luka yang sudah lama terjadi atau menahun dengan penyembuhan yang lebih lama akibat adanya gangguan selama proses penyembuhan luka. Gangguan dapat berupa infeksi dan dapat terjadi pada fase inflamasi, proliferasi, atau maturasi. Biasanya luka akan sembuh setelah perawatan yang tepat selama dua sampai tiga bulan (dengan memperhatikan faktor penghambat penyembuhan). Luka kronis juga sering disebut kegagalan dalam penyembuhan luka. Contoh luka kronis adalah luka diabetes mellitus, luka kanker, dan luka tekan. Luka kronis umumnya sembuh atau menutup dengan tipe penyembuhan sekunder. Akan tetapi, tidak semua luka dengan tipe penyembuhan sekunder disebut luka kronis, misalnya luka bakar dengan *deep full-thickness* yang terjadi dua hari yang lalu disebut luka akut dengan tipe penyembuhan sekunder.

2.2.5 Konsep Penyembuhan Luka Lembab (*Moist Wound Healing*)

Satu diantara faktor lokal yang mempengaruhi penyembuhan luka adalah hidrasi. Hidrasi luka atau pengairan pada luka adalah kondisi kelembapan pada luka yang seimbang yang sangat mendukung penyembuhan luka. Perawatan luka tradisional menekankan perawatan luka dengan prinsip kering atau basah. Di Indonesia perawatan luka dengan konsep lembab yang seimbang belum dikembangkan hingga tahun 1995. Sejak tahun 1962 Winter membuktikan luka lebih baik dan lebih cepat sembuh pada kondisi lembab. Perawatan luka *modern* atau dikenal juga dengan istilah *evidence-based wound care* adalah perawatan luka terkini yang mempertahankan prinsip lembab yang seimbang pada luka (Arisanty, 2013).

Kelembapan adalah komponen kunci untuk menjaga setiap sel dalam tubuh hidup dan berfungsi. Konsep penyembuhan luka lembab (*moist wound healing*) berasal pada tahun 1962 ketika George Winter

menemukan epitelisasi yang akan berproses dua kali lebih cepat dalam lingkungan yang lembab seperti di bawah keropeng. Sel membutuhkan kelembapan untuk bermigrasi dari tepi luka untuk menutup luka; sel tidak dapat bermigrasi di sebuah luka yang kering dimana produksi jaringan granulasi terganggu dan sel-sel epitel baru harus bersembunyi di bawah yang *eschar* atau keropeng. Oleh karena itu, luka yang diperbolehkan mengering akan sembuh lebih lambat dibandingkan yang memiliki manfaat kelembapan. Selain itu, penyembuhan luka lembab mempertahankan suhu luka optimal dan mengurangi tingkat infeksi dan jaringan parut (Martin & Rawlings, 2011).

Sejak tahun 1960 telah diterima bahwa lingkungan yang paling efektif untuk penyembuhan luka yang sukses adalah lembab dan hangat. Luka terbuka biasanya membentuk kerak tebal, dan luka yang berkerak berepitelialis lebih lambat dari luka yang tertutup, dan karena itu sering membutuhkan lebih banyak waktu dan aktivitas metabolik untuk menyembuhkan. Ini mungkin mengapa luka perineum cenderung untuk sembuh dengan cepat, meskipun lukanya tidak ditutup, sebagaimana anatomi wanita ini memastikan bahwa suhu tetap konstan dan daerah perineum biasanya agak lembab (Boyle, 2006).

Pemilihan balutan adalah bagian penting dari proses penyembuhan. Peran penting dan fungsi dari sebuah balutan adalah untuk menyediakan lingkungan yang mendukung penyembuhan luka. Balutan yang semi-oklusif, kelembaban-kuat, dan *nonadherent* pada luka tekan membantu menyediakan lingkungan yang optimal untuk penyembuhan luka. Pembalutan luka lembab yaitu termasuk busa, alginat, hidrogel, hidrokoloid, *transparent film*, dan beberapa perawatan topikal. Perawatan harus diperhatikan untuk memastikan kelembaban optimal dalam periwound kulit yang utuh, serta luka tekan. Pada saat yang sama, kelembaban konstan dapat menyebabkan maserasi luka (Martin & Rawlings, 2011).

Penyembuhan luka lembap terjadi ketika eksudat luka dibiarkan tetap berhubungan dengan dasar luka. Penelitian menunjukkan bahwa luka kulit yang sangat tebal tetap dalam lingkungan yang lembap mereepithelialis di sekitar 12 sampai 15 hari di mana luka yang sama terkena udara akan membutuhkan 25-30 hari untuk sembuh. Luka-luka lebih sedikit meradang, menyebabkan sedikit gatal, memiliki formasi eschar yang sedikit, dan lebih mungkin untuk sembuh tanpa ketakutan. Eksudat luka tanpa adanya infeksi memberikan substrat kaya enzim, *growth factors*, dan faktor kemotaktik. Enzim merupakan produk sampingan dari pemecahan sel polimorfonuklear dan makrofag enzim membantu dalam proses debridement autolitik (Hendrickson, 2002).

Sebuah konsep kunci yang dokter hewan mulai memahami dalam penyembuhan luka adalah gagasan bahwa luka yang disimpan lembap akan sembuh lebih cepat dengan sedikit perubahan balutan bila dibandingkan dengan luka yang dibiarkan terbuka di udara dan dibiarkan mengering. Dalam sebagian besar keadaan, area luka yang mengeluarkan cairan yang disebut eksudat, yang mengandung zat-zat yang membantu tubuh melawan infeksi dan mendukung pertumbuhan jaringan yang sehat. Ketika luka tetap lembap, hal ini memungkinkan eksudat untuk membantu mendukung lingkungan yang merangsang penyembuhan. Studi klinis juga menunjukkan bahwa luka tetap dalam lingkungan yang lembap memiliki tingkat infeksi rendah dari luka diobati dengan agen yang cenderung mengeringkan luka. Keuntungan penyembuhan luka lembap meliputi; pencegahan pengeringan luka, peningkatan laju re-epitelisasi, pencegahan pembentukan *eschar*, penurunan peradangan, peningkatan debridemen autolitik dan penurunan tingkat infeksi dengan balutan oklusif dan efisiensi biaya. Ada banyak pilihan yang tersedia untuk mengobati luka, masing-masing dengan keuntungan pada tahap tertentu penyembuhan (Hendrickson, 2002).

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Slater (2013) untuk meninjau bukti yang berkaitan dengan pengaruh penyembuhan luka

lembab (*moist wound healing*) terhadap tingkat infeksi pada luka. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah tingkat infeksi luka rendah dengan penggunaan pembalut yang *modern (modern dressing)* bila dibandingkan dengan balutan tradisional (*traditional dressing*). Tidak ada signifikansi statistik ditemukan untuk menyarankan adanya infeksi lebih sedikit di bawah *dressing modern*. Efek penghalang beberapa balutan (*dressing*) tidak dapat digeneralisasi untuk mencakup semua balutan *modern (modern dressing)*.

Perawatan luka *modern* atau berdasarkan bukti dan data klinis (*evidence-based*) merupakan perawatan luka terkini yang mulai berkembang di Indonesia sejak tahun 1997 ketika mulai ada perawat spesialis luka, stoma, dan kontinensia pertama di Indonesia, yaitu *Enterostomal Therapy Nurse (ETN)* atau *Wound Ostomy Continence Nurse (WOCN)* (Arisanty, 2013).

Keunggulan perawatan luka ini menurut Arisanty (2013) adalah sebagai berikut.

- a. Kenyamanan pasien yaitu nyeri minimal saat penggantian balutan dan frekuensi penggantian balutan tidak setiap hari atau sehari 2-3 kali.
- b. *Cost-effective* yaitu jumlah pemakaian alat, fasilitas, waktu, dan tenaga karena tidak harus setiap hari dan tindakan pembedahan mayor minimal.
- c. Infeksi minimal karena menggunakan konsep balutan oklusif atau tertutup rapat.
- d. Mempercepat penyembuhan luka dengan konsep lembap.

Penyembuhan luka pada kondisi lembap menurut Darwin dalam Arisanty (2013) ialah;

- a. *Fibrinolisis*: fibrin cepat hilang pada kondisi lembap oleh neutrofil dan sel endotel.
- b. *Angiogenesis*: proses akan lebih terangsang pada kondisi lembap.
- c. Infeksi: lebih rendah dibandingkan kondisi kering (2,6% vs 7,1%).

- d. Percepatan pembentukan sel aktif: invasi neutrofil yang diikuti oleh makrofag, monosit, dan limfosit ke daerah luka akan berfungsi lebih dini.
- e. Pembentukan *growth factor*: lebih cepat pada kondisi lembap; EGF, FGF, dan interleukin-1 dikeluarkan oleh makrofag untuk proses angiogenesis dan pembentukan stratum korneum; *Platelet-Derived Growth Factor* (PDGF) dan *Transforming Growth Factor*-beta (TGF-beta) dibentuk oleh trombosit untuk proses proliferasi fibroblast.

2.2.5 Konsep Luka Akut

Luka akut adalah luka yang terjadi kurang dari 5 hari dengan diikuti proses hemostatis dan inflamasi. Luka akut sembuh atau menutup sesuai dengan waktu penyembuhan luka fisiologis (0-21 hari). Contoh luka akut adalah luka pasca-operasi. Luka akut sembuh sesuai dengan fisiologi proses penyembuhan luka pada setiap fasenya. Misalnya, jika luka operasi sejak 14 hari yang lalu, saat datang masih ditemukan tanda inflamasi, luka operasi tersebut bukan lagi luka akut, melainkan kronis (Arisanty, 2013).

Luka akut adalah luka yang sembuh sesuai dengan waktu penyembuhan luka, baik luka steril, luka bersih, maupun luka bersih terkontaminasi. Luka akut dapat sembuh dengan penutupan secara primer, *delayed primary* atau sering disebut tersier, atau secara sekunder. Beberapa hal yang perlu diingat terkait perawatan luka akut adalah waktu penyembuhan luka dan proses yang terjadi pada setiap fasenya. Fase inflamasi (pembersihan luka atau debris) 0-2 hingga 5 hari, proliferasi hingga epitelisasi (luka menutup) 2 hingga 5-21 hari (3 minggu), dan maturasi (penguatan struktur) 21 hari hingga 2-3 tahun. Pada usia luka 7-14 hari, kekuatan sel baru 10-15%; pada usia luka 21 hari (3 minggu), kekuatan sel dan jaringan hingga 30%; dan pada usia luka hingga 3 bulan, kekuatan jaringan 80-90% (maksimal). Pada usia 6-12 bulan, luka akan memperlihatkan hasil dengan perkembangan yang

optimal. Luka akut paling sering ditemukan adalah luka operasi, luka kecelakaan (trauma), dan luka bakar. Pada luka akut, tidak menutupi kemungkinan luka akan mengalami infeksi (Arisanty, 2013).

2.3 Madu

2.3.1 Madu

Madu adalah cairan yang lengket dan manis yang dihasilkan oleh lebah dan serangga lainnya dari nektar bunga. Madu memiliki rasa yang berbeda-beda sehingga membuat orang lebih menyukainya daripada gula dan pemanis lainnya (Subagja, 2013).

Madu adalah cairan manis alami berasal dari nektar tumbuhan yang diproduksi oleh lebah madu. Lemah madu mengumpulkan nektar madu dari bunga mekar, cairan tumbuhan yang mengalir di dedaunan dan kulit pohon, atau kadang-kadang dari madu embun. Nektar adalah senyawa kompleks yang dihasilkan kelenjar *nectifer* dalam bunga, bentuknya berupa cairan, berasa manis alami dengan aroma yang lembut. Nektar mengandung air (50-90%), glukosa, fruktosa, sukrosa, protein, asam amino, karoten, vitamin, dan minyak serta mineral esensial (Suranto, 2007).

Setelah menghisap nektar, lebah pandu akan memfermentasikan dalam perutnya dengan mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa oleh enzim invertase yang dikeluarkan kelenjar di tenggorokan. Sekembalinya ke sarang, lebah pandu menyalurkan cairan nektar ke lebah rumah lewat belalainya. Lebah rumah akan melanjutkan proses fermentasi dengan menelan dan mengeluarkan cairan nektar berulang kali. Pada saat itu, terjadi proses ekstraksi air dan pembersihan nektar dari racun, mikroba, penambahan asam amino, lipid, dan elemen lainnya (Suranto, 2007).

Lebah selanjutnya akan menyimpan nektar yang sudah diproses. Madu disimpan dalam sel-sel sarang. Kemudian, madu akan mengalami

ekstraksi air, pembentukan monosakarida, dan pengayaan dengan campuran aromatic. Setelah 3-7 hari, lebah menutup sel tersebut dengan malam yang akan mematangkannya menjadi madu siap dipanen (Suranto, 2007).

2.3.2 Karakteristik Fisis Madu

Madu mempunyai banyak keunggulan karena karakteristiknya. Sepuluh karakteristik fisis madu menurut Suranto (2007) adalah sebagai berikut.

a. Kekentalan (viskositas)

Madu yang baru diekstrak berbentuk cairan kental. Kekentalannya tergantung dari komposisi madu, terutama kandungan airnya. Bila suhu meningkat, kekentalan madu akan menurun. Beberapa jenis madu mempunyai karakter kekentalan khusus. Misalnya madu heather dan manuka sangat kental seperti jelly bila dibiarkan dan akan mencair jika dikocok.

b. Kepadatan (densitas)

Madu memiliki ciri khas yaitu kepadatannya akan mengikuti gaya gravitasi sesuai berat jenis. Bagian madu yang kaya akan air (densitasnya rendah) akan berada di atas bagian madu yang lebih padat dan kental. Oleh karena itulah, madu yang disimpan seperti memiliki lapisan.

c. Sifat menarik air (hidroskopis)

Madu bersifat menyerap air sehingga akan bertambah encer dan akan menyerap kelembapan udara sekitarnya.

d. Tegangan permukaan (*surface tension*)

Madu memiliki tegangan permukaan yang rendah sehingga sering digunakan sebagai campuran kosmetik. Tegangan permukaan madu bervariasi tergantung sumber nektarnya dan berhubungan dengan kandungan zat koloid. Sifat tegangan permukaan yang rendah dan kekentalan yang tinggi membuat madu memiliki ciri khas membentuk busa.

e. Suhu

Madu memiliki sifat lambat menyerap suhu lingkungan , tergantung dari komposisi dan derajat pengkristalannya. Dengan sifat yang mampu menghantarkan panas dan kekentalannya yang tinggi menyebabkan madu mudah mengalami *overheating* (kelebihan panas) sehingga pengadungan dan pemanasan madu haruslah dilakukan secara hati-hati.

f. Warna

Warna madu bervariasi dari transparan hingga tidak berwarna seperti air, dari warna terang hingga hitam. Warna dasar madu adalah kuning kecokelatan seperti gula caramel. Warna madu dipengaruhi oleh sumber nectar, usia madu, dan penyimpanan. Madu yang berasal dari pengumpulan banyak nectar dengan proses yang cepat akan berwarna lebih terang daripada yang prosesnya lambat. Warna madu juga ditentukan oleh subspecies lebah dan kualitas sarang. Adapun bening tidaknya madu ditentukan oleh partikel yang tercampur, misalnya ada tidaknya pollen. Warna madu bisa juga bersifat khusus, misalnya kuning terang pada madu bunga matahari, keabu-abuan pada madu *eucalyptus*, dan kehijauan pada madu embun. Pada madu yang mengkristal, akan terjadi perubahan warna menjadi lebih terang akibat putihnya Kristal glukosa yang dikandungnya. Ada pula madu yang berwarna putih susu saat mengkristal dan jernih seperti air saat mencair (misalnya madu di Afrika Timur).

Dalam dunia industry, warna madu menentukan harga dan kegunaannya. Misalnya madu yang berwarna gelap lebih sering digunakan untuk industry, sedangkan madu yang berwarna terang banyak dipilih sebagai makanan atau minuman.

g. Aroma

Aroma madu yang khas disebabkan oleh kandungan zat organiknya yang mudah menguap (volatil). Komposisi zat aromatik

dalam madu bisa bervariasi sehingga wangi madu pun menjadi unik dan spesifik. Aroma madu bersumber dari zat yang dihasilkan sel kelenjar bunga yang tercampur dalam nektar dan juga karena proses fermentasi dari gula, asam amino, dan vitamin selama pematangan madu. Zat aromatik madu bisa berupa minyak esensial, campuran karbonil (formaldehid, asetaldehid, propionaldehid, aseton, metal etil keton, dan sebagainya), ikatan alkohol (propanol, etanol, butanol, isobutanol, pentanol, benzil alkohol, dan sebagainya), serta ikatan ester (asam benzoat atau propionat). Aroma madu cenderung tidak menetap karena zat ini akan menguap seiring waktu terutama bila madu tidak disimpan dengan baik.

h. Rasa

Rasa madu yang khas ditentukan oleh kandungan asam organik dan karbohidratnya, juga dipengaruhi oleh sumber nektarnya. Kebanyakan madu rasanya manis dan agak asam. Manisnya madu ditentukan oleh rasio karbohidrat yang terkandung dalam nektar tanaman yang menjadi sumber madu. Rasa madu juga sesuai dengan sumber tanamannya, misalnya madu dandelion bercita rasa kuat, madu bunga matahari bercita rasa tajam, madu bunga mahoni bercita rasa pahit, dan madu tembakau memiliki citarasa seperti tembakau. Ada pula madu yang rasanya agak asin seperti madu jamblang. Madu juga ada yang beracun, misalnya madu bunga rhododendron. Rasa madu bisa berubah bila disimpan pada kondisi yang tidak cocok dan suhu yang tinggi yaitu menjadi kurang enak dan masam.

i. Sifat mengkristal (kristalisasi)

Madu cenderung mengkristal pada proses penyimpanan di suhu kamar. Banyak orang berpikir bila madu mengkristal berarti kualitas madu buruk atau sudah ditambahkan gula.

Madu yang mengkristal merupakan akibat dari pembentukan Kristal glukosa monohidrat, tergantung dari komposisi dan kondisi

penyimpanan madu. Makin rendah kandungan airnya dan makin tinggi kadar glukosanya, makin cepat terjadi pengkristalan. Contohnya, madu kaliandra lebih mudah mengkristal karena mengandung lebih banyak glukosa, tetapi pada suhu di atas 25°C ataupun dibawah 5°C, madu tidak mengkristal. Selama mengkristal, kandungan air dalam madu tidak terikat dan mencetuskan terjadinya fermentasi madu.

2.3.3 Kandungan Madu

Sebagai produk alami, komposisi madu sangat bervariasi. Berikut adalah kandungan madu menurut Suranto (2007);

Tabel 2.1 Komposisi Madu

Kandungan	Rata-rata	Kisaran	Deviasi Standar
Fruktosa/Glukosa	1,23	0,76-1,86	0,126
Fruktosa,%	38,38	30,91-44,26	1,77
Glukosa,%	30,31	22,89-44,26	3,04
Maltose,%(sakarida tereduksi)	7,3	2,7-16,0	2,1
Sukrosa,%	1,31	0,25-7,57	0,87
Gula,%	83,72%		
Mineral(abu),%	0,169	0,020-1,028	0,15
Asam bebas (asam glukonat)	0,43	0,13-0,92	0,16
Nitrogen	0,041	0,000-0,133	0,026
Air,%	17,2	13,4-22,9	1,5
PH	3,91	3,42-6,01	-
Total keasaman,meq/kg	29,12	8,68-59,49	10,33
Protein, mg/100g	168,6	57,7-56,7	70,9

Sumber: Suranto (2007)

a. Gula

Komposisi terbesar madu berupa gula fruktosa dan glukosa (85-95% dari total gula). Tingginya kandungan gula sederhana dan presentase fruktosa menciptakan karakteristik nutrisi yang khas untuk madu. Jenis gula lainnya adalah disakarida (sukrosa, maltose, dan isomaltosa), trisakarida, dan oligosakarida terkandung dalam jumlah sedikit. Madu bunga juga mengandung dekstrin, sejenis zat tepung yang mudah diserap tubuh. Dekstrin meningkatkan densitas madu dan melambatkan krtalisasi. Komposisi berbagai gula yang dikandung madu tersebut ditentukan oleh sumber nektarnya.

b. Air

Komposisi terbesar kedua setelah gula adalah air. Keberadaan air dalam madu merupakan hal penting terutama pada proses penyimpanan. Hanya madu yang mengandung kadar air kurang dari 18% yang dapat disimpan tanpa khawatir terjadi fermentasi. Kelembapan udara, jennies nectar, proses produksi, dan penyimpanan akan mempengaruhi kandungan air.

c. Kalori

Madu merupakan satu diantara nutrisi alami sumber energy. Satu kilogram madu mengandung 3.280 kalori atau setara dengan 50 butir telur ayam, 5,7 liter susu, 25 buah pisang, 40 buah jeruk, 4kg kentang dan 1,68kg daging.

d. Enzim

Enzim adalah sejenis protein yang diperlukan untuk berlangsungnya berbagai proses biokimiawi dalam tubuh. Masu asli mengandung banyak enzim yang berasal dari tumbuhan dan kelenjar ludah lebah. Pada madu embun, enzim juga diperoleh dari serangga pengisap. Enzim yang terkandung dalam madu adalah invertase, diastase, katalase, oksidase, peroksidase, dan protease. Enzim invertase berasal dari kelenjar ludah lebah saat memproses nectar, tetapi sebagian sudah tersedia dalam nectar. Guna enzim ini adalah memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Enzim diastase berfungsi mengubah zat tepung menjadi dekstrin dan maltose. Kemampuan enzim mengubah zat tepung ini dipengaruhi suhu. Enzim akan rusak bila madu dipanaskan pada suhu 60-80^oc. Enzim katalase mengubah hidrogen peroksidase yang menimbulkan efek antibakteria.

e. Hormon

Hormon adalah zat kimia yang berfungsi mengatur aktivitas sel atau organ tubuh. Madu mengandung hormon gonadotropin yang berfungsi menstimulsi kelenjar seksual. Pada lebah, hormon ini

merangsang alat reproduksi lebah ratu dan membantu proses pematangan telur.

f. Asam amino

Madu mengandung asam amino esensial yang penting untuk tubuh, seperti proline, tirosin, fenilalanin, glutamin dan asam aspartat. Namun, kandungannya sangat bervariasi dari 0,6 hingga 500 mg dalam 100 gram madu. Sumber asam amino madu berasal dari kelenjar lebah dan nectar. Pada penyimpanan yang lama, konsentrasi asam amino pada madu bisa menurun.

g. Vitamin dan mineral

Madu kaya akan vitamin A, betakaroten, vitamin B kompleks (lengkap), vitamin C, D, E, dan K. Penelitian di Universitas Florida Departemen Ilmu Makanan dan Nutrisi Manusia menyimpulkan bahwa madu mengandung banyak nutrisi penting seperti vitamin B6, riboflavin, thiamin, dan asam pantotenat. Madu mengandung mineral cukup lengkap namun bervariasi antara 0,01%-0,64%. D. Jarvis meneliti kandungan mineral madu dan memastikan dari 100% sampel terdapat zat besi, kalium, kalsium, magnesium, tembaga, mangan, natrium, dan fosfor. Zat lainnya adalah barium, seng, sulfur, klorin, yodium, zirconium, gallium, vanadium, cobalt, dan molybdenum. Sebagian kecil madu ada yang mengandung bismuth, germanium, lithium, dan emas. Elemen mineral dalam madu merupakan yang paling lengkap dan tinggi di antara produk organik lainnya. Biasanya madu yang berwarna gelap lebih kaya akan mineral. Madu multifloral juga kaya akan mineral.

Tabel 2.2 Kandungan Mineral dan Vitamin dalam Madu

Nutrisi	Unit	Jumlah rata-rata dalam 100 gram madu	Rekomendasi Kebutuhan sehari (RDA)
Kalori	kkal	304	2.800
Vitamin:			
A	IU	-	5.000
B1 (thiamin)	mg	0,004-0,006	1,5
B2 (riboflavin)	mg	0,002-0,06	1,7
Asam nikotinat (niasin)	mg	0,11-0,36	20
B6 (piridoksin)	mg	0,008-0,32	2,0
Asam pantotenat	mg	0,02-0,11	10
Asam folat	ug	-	0,4
B12 (sianokobalamin)	mg	-	6
C	IU	2,2-2,4	60
D	IU	-	400
E (tokoferol)		-	30
Biotin		-	0,3
Mineral:			
Kalsium	mg	4-30	1.000
Klorin	mg	2-20	-
Tembaga	mg	0,01-0,12,0	-
Yodium	mg	-	0,15
Besi	mg	1-3,4	18
Magnesium	mg	0,7-13	400
Fosfor	mg	2-60	1.000
Kalium	mg	10-470	-
Natrium	mg	0,6-40	-
Seng	mg	0,2-0,5	15

Sumber: Suranto (2007)

Sesuai dengan sumber nektarnya, madu dapat mengandung zat obat. Selain itu, sejumlah kecil zat lemak, seperti asam lemak bebas, trigliserida, fosfolipins, dan sterol dapat dideteksi dalam madu.

Sedangkan menurut Subagja (2013), kandungan madu ialah sebagai berikut:

a. Asam organik

Di dalam madu, terdapat kandungan senyawa yang disebut asam organik. Asam organik tersebut menjadi bukti tentang ketahanan madu terhadap ada atau tidaknya pertumbuhan mikroba, khususnya bakteri penyebab penyakit (patogen) dan bakteri yang menghasilkan racun. Adapun kandungan asam organik yang dimaksud adalah; asam asetat, asam format, asam glukonat, asam oksalat, asam piroglutamat, asam suksinat, asam laktat, asam malat,

asam glikolat, asam butirat, asam sitrat, asam piruvat, dan asam tartrat.

b. Asam amino

Pada madu, terbukti terdapat kandungan asam amino yang sangat lengkap. Berikut adalah asam amino dalam madu; lisin, alanini, valin, serin, prolin, histidin, arginin, threonin, glisin, methionin, asam aspartat, asam glutamat.

c. Mineral

Sejumlah mineral pada madu juga sangat banyak. Karenanya, madu menjadi sangat baik dikonsumsi. Berikut adalah beberapa mineral yang terdapat di dalam madu; kalium (K), natrium (Na), kalsium (Ca), magnesium (Mg), besi (Fe), belerang (S), tembaga (Cu), mangan (Mn), klor (Cl), fosfor (P), dan silikat (Si).

Selain itu, terdapat pula sejumlah elemen mikro dalam madu. Beberapa elemen mikro tersebut adalah; kromium (Cr), germanium (Ge), nikel (Ni), vanadium (V), lithium (Li), strontium (Sr), dan emas (Au).

d. Enzim

Kandungan enzim dalam madu terungkap dan bermula dari hasil disertai yang diprakarsai oleh Ghothe pada tahun 1913 di Leipzig, Jerman. Beberapa kandungan enzim dalam madu tersebut adalah; laktase, lipase, invertase, katalase, diastase, oksidasi, protease, dan peroksidase.

e. Vitamin

Ternyata, dalam madu juga terdapat vitamin, yang diantaranya adalah; vitamin A, vitamin B, vitamin C, Vitamin E, vitamin B1, vitamin B2, vitamin B3, vitamin B6, thiamin, piridoksin, riboflavin, niasin, asam karbonat, dan asam pantotenat.

f. Gula

Kandungan gula yang terdapat pada madu adalah; fruktosa 40%, glukosa 34%, dan sukrosa 2 %.

g. Kalori

Madu juga mengandung kalori. Dalam 1kg madu, sebanding dengan 1,68 kg daging, 5,7 liter susu, 50 butir telur ayam, 40 buah jeruk, 25 buah pisang, dan 4 kg kentang.

2.3.4 Pemanfaatan Madu di Dunia Kesehatan

Dalam dunia kesehatan, pemanfaatan madu bukanlah hal yang asing. Ada beberapa aturan yang harus diperhatikan jika mengkonsumsi madu untuk tujuan pengobatan, yakni perhatikan dosis dan efek sampingnya (Suranto, 2007).

a. Dosis

Dosis madu yang dianjurkan untuk orang dewasa adalah 100-200 gram sehari, diminum tiga kali sehari, pagi sebanyak 30-60 gram, siang 40-80 gram, dan malam 30-60 gram. Disarankan satu jam setengah atau dua jam sebelum makan atau tiga jam sesudah makan. Untuk anak-anak, dosis madu adalah 30 gram sehari.

Yoirish menyarankan madu sebaiknya diminum dengan campuran air agar lebih mudah dicerna dan mencapai peredaran darah, ke jaringan, dan sel tubuh. Lamanya terapi madu sebaiknya sekitar dua bulan. Karena kadar gula yang tinggi, madu tidak boleh dikonsumsi berlebihan karena pada dosis tinggi dapat menyebabkan darah kelebihan gula yang akan memperberat kerja hormon insulin.

b. Efek samping

Madu merupakan nutrisi alami yang efek sampingnya amat minimal. Sebuah penelitian Ladas yang dimuat di *American Journal of Clinical Nutrition* tahun 1995 melaporkan konsumsi madu pada orang normal dapat menimbulkan diare atau gangguan perut. Hal ini mungkin disebabkan kandungan fruktosa madu yang cukup tinggi. Kadar fruktosa madu termasuk yang tertinggi sekelompok dengan buah apel dan pir. Tingginya fruktosa madu pada beberapa orang dapat menyebabkan gangguan penyerapan yang disebut malabsorpsi fruktosa. Hal ini cukup merepotkan bagi orang-orang yang

sebelumnya punya pencernaan yang sensitive. Namun, menurut Ladas, hal itu justru menguntungkan untuk orang yang punya keluhan susah buang air besar karena efek laksatif madu tersebut.

Madu sebagai penyebab botulisme mulai menjadi perhatian di Negara Bagian California karena ditemukan beberapa bayi dengan penyakit tersebut yang sebelumnya diberi madu. Namun, penelitian lebih lanjut di Inggris tidak melihat ada hubungan antara keduanya. Riches dalam bukunya *Medical Aspect of Bee Keeping* menyebutkan bahwa pemberian label hati-hati untuk bayi dibawah satu tahun pada kemasan madu tetaplah menjadi perdebatan, tetapi karena madu bagi bayi dibawah satu tahun belumlah menjadi nutrisi terpenting, agaknya perlu pula berhati-hati member madu pada anak di usia tersebut.

Tidak semua madu aman dikonsumsi, ada pula jenis madu yang bersifat racun. Telah lama diketahui madu segar yang berasal dari tumbuhan *Rhododendron ponticum* mengandung andromedotoksin yang beracun untuk manusia. Tercatat dalam sejarah 400 SM para tentara romawi mengalami keracunan setelah makan madu yang belum matang berasal dari tumbuhan tersebut. Tumbuhan lain yang menjadi sumber madu racun adalah *family Ericaceae*. Namun, untungnya efek beracun madu makin hilang bila madu telah sepenuhnya matang. Selain itu, industri madu sudah sangat maju untuk mendeteksi lebih dahulu madu yang beracun hingga takkan lolos sampai ke konsumen.

2.3.5 Penggunaan Madu dalam Perawatan Luka

Penggunaan madu untuk perawatan luka sudah banyak dilakukan sejak ribuan tahun yang lalu. Dunia kedokteran modern saat ini telah banyak membuktikan madu sebagai obat penyembuh luka yang unggul. Sebuah laporan menunjukkan luka yang dibalut dengan madu menutup pada 90% kasus. Pada luka bakar derajat ringan, penyembuhan dengan olesan madu berlangsung lebih cepat.

Pasien luka bakar berat yang harus ditransplantasi kulit dipercepat penyembuhannya dengan madu (Suranto, 2007).

Beberapa contoh kasus misalnya, seorang pasien dengan luka-luka di kedua kakinya merelakan satu kaki untuk diterapi madu, sedangkan sisi yang lainnya memakai balutan *fibrinolisin* dan *calcium alginate*. Ternyata sisi kaki yang dibalut madu lebih cepat membaik. Pasien lain yang mempunyai luka bekas operasi cukup panjang diterapi sebagian dengan balutan standar dan sembuh dalam 16 hari, sedangkan yang memakai madu sembuh dalam 8 hari. Demikian pula dengan pasien yang dioperasi saat melahirkan, kelompok yang memakai balutan madu mengalami perawatan lebih cepat yaitu 2-7 hari, sementara luka yang diobati secara standar dirawat lebih lama, yaitu 16 hari (Suranto, 2007).

Tidak seperti beberapa pembalut luka lainnya, madu tidak sitotoksik untuk keratinosit dan fibroblast yang membantu dalam penyembuhan luka. Madu dapat meningkatkan jaringan granulasi dan epitelisasi dan mengurangi waktu penyembuhan luka (Scott, 2012).

Penelitian yang dimuat di sebuah jurnal bedah tahun 1991 dalam buku Suranto (2007) menunjukkan keunggulan madu dibandingkan salep *silver sulfadiazine* untuk luka bakar. Sejumlah 104 wanita dan pria dengan berbagai derajat luka bakar dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama mendapatkan balutan madu dan kelompok kedua dibalut dengan salep *silver sulfadiazine*. Adapun perbedaan hasilnya sebagai berikut.

Tabel 2.3 Hasil Penelitian Madu dan Salep *Silver Sulfadiazine*

Kondisi luka	Kelompok madu	Kelompok salep <i>silver sulfadiazine</i>
Jaringan tumbuh rata-rata	7,5 hari	13,4 hari
Luka tidak mengandung kuman	91%	7%
Setelah 15 hari	87% sembuh	10% sembuh
Keluhan nyeri dan bekas luka	Lebih sedikit	Lebih banyak

Sumber: Suranto (2007)

Madu juga telah diteliti untuk luka infeksi dan sukar sembuh, misalnya pada gangren diabetik, yaitu luka yang terjadi akibat penyakit diabetes mellitus. Luka ini biasanya bersifat kronis dan sukar sembuh karena buruknya aliran darah dan persarafan pada penderita diabetes. Madu mempermudah penyembuhan, terbukti dari 143 luka yang bersifat kronis, hanya satu yang gagal sembuh. Luka infeksi yang lain adalah *Fournier's gangrene*, suatu radang di lapisan otot, sangat cepat menyebar, dan membuat jaringan tubuh membusuk. Dilaporkan, penyebaran luka ini dapat dihentikan dengan madu. Madu juga cukup aman untuk perawatan luka pada bayi. Ini telah terbukti pada suatu penelitian terhadap sembilan bayi dengan luka operasi bernanah dan terinfeksi. Luka tersebut gagal menutup setelah 14 hari. Setelah dibalut dengan olesan madu, bekas sayatan tampak merapat dalam 5 hari. Luka pun menjadi bersih dan steril setelah 21 hari. Madu merangsang terbentuknya kulit baru dan sehat sehingga jarang membuat bekas luka yang jelek. Kandungan madu yang kaya nutrisi membuat pasokan zat-zat yang dibutuhkan untuk penyembuhan luka selalu cukup (Suranto, 2007).

Manfaat lainnya adalah madu dapat mengurangi peradangan yang ditandai dengan berkurangnya nyeri, bengkak, dan luka yang mongering. Salah satu penyebabnya karena madu memiliki osmolaritas yang tinggi hingga menyerap air dan memperbaiki sirkulasi serta pertukaran udara di area luka. Selain itu, madu memiliki efek membersihkan. Hal ini dikarenakan madu tidak bersifat lengket pada luka dan jaringan mati turut terangkat hingga luka menjadi bersih. Madu manuka merupakan madu yang terkenal akan efek antibakteri dan antioksidannya. Setelah diteliti, madu tersebut memiliki sifat menghambat radikal bebas. Selain itu, kandungan hidrogen peroksida dalam madu turut membutuh kuman merugikan (Suranto, 2007).

Karakteristik balutan luka yang ideal adalah tidak melekat, impermeable terhadap bakteri, mampu mempertahankan kelembaban yang tinggi pada tempat luka sementara juga mengeluarkan eksudat yang berlebihan, penyekat suhu, non-toksik dan non-alergenik, nyaman dan mudah disesuaikan, mampu melindungi luka dari trauma lebih lanjut, tidak perlu terlalu sering mengganti balutan, biaya ringan, awet, tersedia baik di rumah sakit maupun di komunitas (Morison,2003).

Madu berkhasiat meningkatkan daya tahan tubuh karena dapat meningkatkan jumlah sel darah putih. Jadi, kemampuan madu untuk menghambat radikal bebas akan mengurangi kerusakan jaringan, dan kemampuannya merangsang sel darah putih akan mempercepat penyembuhan. Madu juga membuat lingkungan menjadi lembab yang mendukung pembentukan kulit baru (Suranto, 2007).

1) Peran madu sebagai antibiotika

Madu mengandung antibiotika. Efek antibakteri madu pertama kali dikenal tahun 1892 oleh van Ketel. Awalnya, efek antibakteri ini diduga karena kandungan gula madu yang tinggi, yang disebut efek osmotik. Namun, penelitian lebih lanjut menunjukkan adanya zat inhibine yang pada akhirnya diidentifikasi sebagai hydrogen peroksida yang berfungsi sebagai antibakteri (Suranto, 2007).

Madu diidentifikasi memiliki kemampuan sebagai antibakteri sejak tahun 1892 oleh van Ketel. Hal ini diyakini karena madu memiliki sifat hiperosmotik yang dapat menghambat pertumbuhan kuman. Jika digunakan langsung, madu akan berinteraksi dengan cairan luka sehingga osmolaritasnya berkurang, namun banyak penelitian menunjukkan bahwa madu sangat efektif untuk *membunuh Staphylococcus aureus* lebih cepat. Penelitian lain menunjukkan bahwa madu memiliki enzim yang menghasilkan *hydrogen*

peroxide saat berinteraksi dengan cairan luka (Arisanty, 2013). Sackett, ahli bakteriologi dalam buku Suranto (2007) menemukan secara *in vitro*, madu dapat mematikan kuman tifus dalam 48 jam.

Cara kerja madu sebagai antibiotika adalah sebagai berikut;

a) Efek osmotik

Madu terdiri dari campuran 84% gula dengan kadar air sekitar 15-20% sehingga sangat tinggi kadar gulanya. Sedikitnya kandungan air dan interaksi air dengan gula tersebut akan membuat bakteri tak dapat hidup. Tidak ada bakteri yang mampu hidup pada kadar air kurang dari 17%.

Berdasarkan efek osmotik ini, seharusnya madu yang diencerkan hingga kadar gulanya menurun akan mengurangi efek antibakteri. Namun, kenyataannya, ketika madu dioleskan pada permukaan luka yang basah dan tercampur dengan cairan luka, efek antibakterinya tidak hilang. Beberapa jenis madu tetap dapat mematikan bakteri meskipun diencerkan hingga 7-14 kali. Dengan demikian, disimpulkan ada faktor lain yang menunjang efek antibiotika madu.

b) Aktivitas hidrogen peroksida

Selain efek osmotik, madu mengandung zat lain yang dapat membunuh bakteri yaitu hidrogen peroksida. Kelenjar hipofaring madu mensekresi enzim glukosa oksidase yang akan bereaksi dengan glukosa bila ada air dan memproduksi hidrogen peroksida. Dulu, hidrogen peroksida dikenal sebagai zat inhibine. Reaksi kimiawi ini berlangsung sesaat, tetapi dalam jumlah kecil terus terbentuk hingga madu matang. Bila madu bereaksi kembali dengan air maka produksi hidrogen peroksida akan meningkat lagi. Konsentrasi hidrogen peroksida pada madu sekitar 1 mmol/l,

1000 kali lebih kecil jumlahnya daripada larutan hidrogen peroksida 3% yang biasa dipakai sebagai antiseptik. Meski konsentrasinya lebih kecil, efektifitasnya tetap baik sebagai pembunuh kuman. Efek samping hidrogen peroksida seperti merusak jaringan akan diatasi madu dengan zat antioksidan dan enzim-enzim lainnya.

c) Sifat asam madu

Ciri khas madu yang lain adalah bersifat asam dengan pH antara 3,2-4,5, cukup rendah untuk menghambat pertumbuhan bakteri yang berkembang biak rata-rata pada pH 7,2-7,4.

d) Faktor fitokimia

Pada beberapa jenis madu juga ditemukan zat antibiotik. Zat tersebut disebut faktor non-peroksida. Madu yang selama ini telah diteliti memiliki faktor tersebut adalah madu manuka (*Leptospermum scoparium*) berasal dari Selandia Baru. Di Australia, madu dari spesies *Leptospermum* yang lain, *jellybush*, juga ditenggarai memiliki zat non-peroksida ini.

e) Aktivitas fagositosis dan meningkatkan limfosit

Fagositosis adalah mekanisme “membunuh” kuman oleh sel yang disebut fagosit, sedangkan limfosit adalah sel darah putih yang besar perannya dalam mengusir kuman. Penelitian terbaru memperlihatkan madu dapat meningkatkan pembelahan sel limfosit, artinya turut memperbanyak pasukan sel darah putih tubuh. Selain itu, madu juga meningkatkan produksi sel monosit yang dapat mengeluarkan sitokin, TNF-alfa, interleukin 1, dan interleukin 6 yang mengaktifkan respon daya tahan tubuh terhadap infeksi. Kandungan glukosa dan keasaman madu juga secara sinergis ikut membantu sel fagosit dalam menghancurkan bakteri. Madu memiliki aktivitas antibakteri yang berbeda-beda

tergantung dari sumber nektarnya. Secara modern, baru 40 tahun yang lalu diketahui madu punya efek antibakteri berbeda-beda yang dinilai dari *inhibine number*, suatu ukuran untuk menilai aktivitas antibakteri madu.

Beberapa hal yang membuat efek antibakteri madu berbeda-beda adalah kandungan hidrogen peroksida dan non-peroksida, seperti vitamin C, ion logam, enzim katalase, dan juga ketahanan madu terhadap suhu dan sensitivitas enzimnya terhadap cahaya. Yang perlu diperhatikan pula, tiap jenis madu ternyata memiliki keunggulan untuk kuman yang berbeda-beda pula.

Sebaiknya madu yang akan dipakai sifat antibakterinya sudah melewati uji sensitivitas kuman di laboratorium dan disimpan pada suhu rendah serta tidak terekspos cahaya sehingga aktivitas enzimnya tidak hilang.

Pada dasarnya, semua madu asli punya sifat antibakteria karena kadar gulanya tinggi. Beberapa ahli berpendapat, efek antibakteri madu secara umum memang akan berkurang bila madu tercampur atau diencerkan. Efek madu sebagai antibakteri terbaik diperoleh dari penggunaan topikal (dioleskan). Namun, beberapa penelitian terakhir memperlihatkan madu juga efektif bila ditelan (misalnya pada infeksi pencernaan atau sakit maag).

2) Peran madu sebagai sumber antioksidan

National Honey Board dalam Suranto (2007) mengungkapkan kelebihan madu sebagai yaitu antioksidan. Penelitian menunjukkan madu kaya antioksidan. Jumlah dan kandungan antioksidannya sangat tergantung dengan sumber nektarnya. Madu yang berwarna gelap terbukti memiliki kadar antioksidan yang lebih tinggi daripada madu yang berwarna terang, seperti madu akasia atau clover. Barenbaum, seorang

peneliti madu Universitas Illinois menambahkan, kadar antioksidan madu setara dengan kandungan antioksidan tomat dengan keuntungan lebih praktis (Suranto, 2007).

Gross dan kawan-kawan meneliti efek antioksidan madu terhadap radikal bebas yang berasal dari lingkungan, seperti asap rokok dan zat kimia. Dua puluh lima orang mengkonsumsi 1,5 gram madu/kg berat badan atau sekitar 4-10 sendok makan madu selama satu bulan. Madu bisa dikonsumsi dalam bentuk apapun, tetapi tidak boleh dipanaskan. Ada yang mengoleskannya pada roti sebagai selai, tetapi kebanyakan meminumnya langsung. Ternyata, orang-orang yang mengkonsumsi madu mempunyai kadar antioksidan tubuh yang meningkat. Meskipun demikian, kadar antioksidan madu memang tak bisa menandingi sayur dan buah yang kaya antioksidan. Namun, penggunaan madu sebagai pengganti gula tetap memberikan efek yang lebih baik, yaitu bertambahnya antioksidan (Suranto, 2007).

2.4 Jintan hitam

2.4.1 Jintan Hitam

Jintan hitam merupakan sejenis tanaman obat yang dipercaya dan telah terbukti dapat menyembuhkan beragam penyakit. Banyak penelitian yang meneliti khasiat dari kandungan jintan hitam dalam mengatasi berbagai penyakit (Subagja, 2013). Nama atau sebutan bagi tanaman jintan hitam berbeda-beda di setiap tempat (Subagja, 2013). Adapun nama ilmiah atau nama latinnya adalah *nigella sativa linn* (Dewi, 2012; Siregar, 2012; Subagja, 2013). Tumbuhan ini juga dikenal sebagai *habbatussauda*, *black seed*, *black caraway*, *natura seed*, *black cumin* dan *kaluduru* (Siregar, 2012).

Jintan hitam berbentuk butiran biji berwarna hitam yang telah dikenal ribuan tahun yang lalu dan digunakan secara luas oleh

masyarakat di berbagai negara, seperti India, Pakistan, Timur Tengah dan lain-lain, untuk mengobati berbagai penyakit (Dewi, 2012; Siregar, 2012; Subagja, 2013). Jintan hitam termasuk sejenis tumbuhan yang banyak terdapat di kawasan Mediterania dan kawasan beriklim gurun (Subagja, 2013).

Jintan hitam tumbuh di beragam belahan dunia, termasuk Arab Saudi, Afrika Utara, dan sebagian Asia. Jintan hitam merupakan bunga fennel dari keluarga *Ranunculaceae*. Biji-bijinya berukuran kecil dan pendek (panjangnya sekita 1-2 mm), berwarna hitam, berbentuk trigonal, serta memiliki rasa yang kuat dan pedas seperti lada (Subagja, 2013).

Biji jintan hitam mempunyai beragam khasiat. Khasiat yang dimiliki oleh jintan hitam berasal dari kandungan kimia yang ada di dalamnya. Adapun kandungan kimia jintan hitam antara lain minyak asiri, minyak lemak, d-limonena, simena, glukosida, saponin, jigelin, nigelon, dan timokonon (Dewi, 2012).

Jintan hitam termasuk tanaman biseksual, maksudnya ialah jintan hitam dapat mengembangbiakkan dirinya sendiri; membentuk sebuah kapsul buah yang mengandung biji. Saat kapsul buah matang, tanaman tersebut akan membuka, dan biji yang ada di dalamnya akan mengudara dan berubah menjadi hitam, sehingga disebut biji hitam (*black seed*) (Subagja, 2013).

Table 2.4 Klasifikasi ilmiah jintan hitam

Klasifikasi Ilmiah	
Kerajaan	<i>Plantae</i>
Divisi	<i>Magnoliophyta</i>
Kelas	<i>Magnoliopsida</i>
Ordo	<i>Ranunculales</i>
Family	<i>Ranunculaceae</i>
Genus	<i>Nigella</i>
Spesies	<i>N. Sativa</i>
Nama Binomial	<i>Nigella Sativa Linn</i>

Sumber: Dewi (2012)

2.4.2 Morfologi Jintan Hitam

Jintan hitam merupakan jenis tanaman bunga, yang tumbuh setinggi 20-50 cm, berbatang tegak, berkayu, dan berbentuk bulat meniskus. Daunnya runcing, bercabang, bergaris (namun garis daunnya tidak seperti benang; tidak seperti ciri daun tumbuhan genus *nigella* pada umumnya), daunnya kadang-kadang tunggal atau bisa juga majemuk dengan posisi tersebar ataupun berhadapan. Bentuk daunnya ialah bulat telur berujung lancip. Sedangkan, di bagian permukaan daunnya terdapat bulu halus (Dewi, 2012; Subagja, 2013).

Jintan hitam merupakan jenis tanaman bunga, yang tumbuh setinggi 20-50 cm, berbatang tegak, berkayu, dan berbentuk bulat meniskus. Daunnya runcing, bercabang, bergaris (namun garis daunnya tidak seperti benang; tidak seperti ciri daun tumbuhan genus *Nigella* pada umumnya), daunnya kadang-kadang tunggal atau bisa juga majemuk dengan posisi tersebar ataupun berhadapan. Bentuk daunnya ialah bulat telur berujung lancip. Sedangkan, dibagian permukaan daunnya terdapat bulu halus (Subagja, 2013).

2.4.3 Kandungan Jintan Hitam

Jintan hitam kaya akan kandungan nutrisi monosakarida (molekul gula tunggal) dalam bentuk glukosa *rhamnose*, *xylose* dan *arabinose* yang dengan mudah dapat diserap oleh tubuh sebagai sumber energi, juga mengandung *non-starch* polisakarida yang berfungsi sebagai sumber serat yang sangat berguna untuk diet (Dewi, 2012; Siregar, 2012).

Lima belas asam amino pembentuk protein, delapan diantaranya asam amino esensial yang sangat diperlukan oleh tubuh, dimana tubuh tidak dapat mensintesisnya sendiri sehingga perlu asupan dari luar. Kandungan arginin di dalamnya sangat penting untuk masa pertumbuhan, analisis kimia lanjutan menemukan bahwa ia mengandung karotin, yang diubah menjadi vitamin A oleh liver. *Nigella sativa* juga sebagai sumber kalsium, zat besi, sodium, dan potassium yang berperan

penting dalam membantu peran enzim. Jintan hitam juga mengandung asam lemak, terutama asam lemak esensial tak jenuh (asam linoleic dan linolenic) (Dewi, 2012; Siregar, 2012).

Asam lemak esensial terdiri dari asam alfa-linolenic (omega-3) dan asam linoleic (omega-6) sebagai pembentuk sel yang tidak dapat dibentuk sendiri dalam tubuh sehingga harus mendapat asupan atau makanan dari luar yang memiliki kandungan asam lemak esensial yang tinggi (Dewi, 2012).

Jintan hitam juga mengandung *volatile* dan *crude fiber*. Kandungan vitamin dan mineralnya meliputi kalsium, potassium, besi, magnesium, selenium, vitamin A, B1, B2, B6, C, E, dan niasin. Jintan hitam juga mengandung arginin yang terpenting pada masa pertumbuhan balita (Dewi, 2012).

Komposisi biji dan minyak jintan hitam dengan kandungan aktif, nutrisi dan lainnya menurut Dew (2012) ialah sebagai berikut:

Nutrisi biji *Nigella sativa*

- a. Protein 21%
- b. Karbohidrat 35%
- c. Lemak 35-38%

Minyak esensial

- a. Carvone 21,1%
- b. Alfa-pinene 7,4%
- c. Sabinene 5,5%
- d. Beta-Pinene 7,7%
- e. P-Cymene 46,8%
- f. Others 11,5%

Nutrisi minyak *Nigella sativa*

- a. Protein 208 ug/ g
- b. Thiamin 15 ug/ g
- c. Riboflavin 1 ug/ g
- d. Pyridoxine 5 ug/ g

- e. Niacin 57 ug/ g
- f. Folacin 610 IU/ g
- g. Calcium 1,859 mg/ g
- h. Iron 105 ug/ g
- i. Copper 18 ug/ g
- j. Zinc 60 ug/ g
- k. Phosphorus 5,265 mg/ g

Asam lemak

- a. Myristic asam (C14:0) 0,5%
- b. Palmitic asam (C16:0) 13,7%
- c. Palmitoleic asam (C16:1) 0,1%
- d. Stearic asam (C18:0) 2,6%
- e. Oleic asam (C18:1) 23,7%
- f. Linoleic asam (C18:2)(Omega-6) 57,9%
- g. Linolenic asam (C18:3n-3) (Omega-3) 0,2%
- h. Arachidic asam (C20:0) 1,3%

Asam lemak jenuh dan tak jenuh

- a. Saturated Acid 18,1%
- b. Monounsaturated Acids 23,8%
- c. Polyunsaturated Acids 58,1%

Sedangkan menurut Subagja (2013), kandungan kimia jintan hitam ialah; minyak asiri, minyak lemak, asam lemak tak jenuh (omega 3 dan omega 6), d- limonema, simena, glukosida, saponin, zat pahit, jigelin, nigellon, dan timokuinon.

Adapun menurut Subagja (2013), minyak jintan hitam mengandung asam lemak yang terdiri atas:

- a. Asam linoleat 56%,
- b. Asam oleat 24%,
- c. Asam palmitat 12%,
- d. Asam stearat 3%,
- e. Asam eikosadienoat 2,5%,

- f. Asam linolenat 0,7%, dan
- g. Asam miristat 0,16%.

Penelitian lain yang mengungkapkan kandungan kimia dalam jintan hitam, yang dilakukan oleh ahli gizi Nergiz dan Oetles dalam Subagja (2013), dijelaskan bahwa jintan hitam memiliki kandungan kimia berupa:

- a. lemak dan minyak nabati sebesar 35%,
- b. karbohidrat sebesar 32%,
- c. protein sebesar 21%,
- d. air sebesar 5%,
- e. saponin, nigelin, dan
- f. kandungan lainnya sebesar 7%.

Selain itu, ada pula kandungan bermacam-macam mineral, seperti; kalsium, sodium, potassium, magnesium, selenium, zat besi, serta vitamin A,B₁,B₂,B₆,C,E, dan niasin (Subagja, 2013).

Adapun fungsi dan peran dari bahan kimia tersebut menurut Subagja (2013) adalah sebagai berikut:

- a. Kristal nigelon dan arganin berfungsi sebagai stabilisator dalam system imunitas tubuh pada masa pertumbuhan. Kedua zat tersebut berfungsi menekan antihistamin (penyebab asma bronkritis dan alergi).
- b. Asam lemak, terutama asam lemak essential yang terdiri atas asam linolenat (omega 3) dan asam linoleat (omega 6), merupakan pembentuk sel dan substansi yang tidak dapat dibentuk dalam tubuh. Selain itu, asam lemak juga berfungsi sebagai pengunci dan penghilang zat-zat berbahaya penyebab kanker. Dengan kandungan asam linoleat dan asam linolenat tersebut, jintan hitam bisa dijadikan sebagai nutrisi bagi sel otak yang berguna untuk meningkatkan daya ingat, kecerdasan, dan relativitas sel otak agar tidak cepat pikun. Jintan hitam juga mampu memperbaiki mikro (peredaran darah) ke otak dan sangat cocok diberikan kepada anak pada usia pertumbuhan

- c. Karoten yang diubah oleh liver menjadi vitamin A berfungsi sebagai penghancur sel-sel rusak yang dapat menyebabkan kanker. Selain itu, karoten merupakan sumber kalsium, besi, natrium, dan kalium.
- d. Lima belas asam amino pembentuk protein dari jintan hitam termasuk delapan dari Sembilan asam amino esensial yang tidak dapat disintesis di dalam tubuh dalam jumlah yang cukup. Terkait itu, perlu diketahui bahwa jintan hitam mengandung arginin yang penting bagi pertumbuhan bayi.
- e. Berbagai mineral kalsium, sodium, potassium, magnesium, selenium, dan zat besi yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit memiliki peranan penting dalam membantu fungsi enzim-enzim lainnya.
- f. Vitamin A, B₁, B₂, C, E, dan niasin sebagai elemen yang berperan penting dalam membantu fungsi enzim-enzim lainnya guna menjaga kesehatan tubuh.

Dalam sumber lainnya, kandungan kimia jintan hitam dijelaskan lebih detail, sebagaimana tabel berikut:

Table 2.5 Kandungan Kimia Jintan Hitam

Nilai Nutrisi Rata-rata	Kandungan Kimia Jintan Hitam 100g Kadar Air	US RDAB	% of US RDAB	INQ%
Energi [kkal(MJ)]	531 (222)	2.300	23,1	1
Protein (g)	20,8	65	32	1,4
Tiamin (mg)	1,5	1,5	100	4,3
Riboflavin (mg)	0,1	1,7	5,9	0,3
Pyridoksin (mg)	0,5	2	25	1,1
Niasin (mg)	5,7	20	28,5	1,2
Kalsium (mg)	185,9	1.000	18,6	0,8
Besi (mg)	10,5	18	58,3	2,5
Tembaga (mg)	1,8	2	90	3,9
Seng (mg)	6	15	40	1,7
Fosfor (mg)	526,5	1.000	52,7	2,3
Folasin (mg)	0,061	0,4	15,3	0,7

Sumber: Subagja (2013)

Keterangan:

RDAB (*recommended dietary allowances for bodybuilders*)

INQ (*index nutritional quality*)

Kawther *et al.* dalam Subagja (2013) menemukan fakta bahwa jintan hitam memiliki beberapa aktivitas biologis. Diantaranya ialah antivirus, antikanker, antiangiogenik, antioksidan, dan peroksidasi lipid.

Thymoquinon merupakan salah satu komponen yang paling banyak ditemukan dalam jintan hitam, yang memiliki beberapa khasiat, seperti aktivitas antioksidatif dan antiinflamasi (Subagja, 2013).

Menurut Dewi (2012) dan Subagja (2013) dari hasil berbagai penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa jintan hitam ternyata mengandung lebih dari 100 unsur kimia penting yang sangat diperlukan oleh tubuh, antara lain;

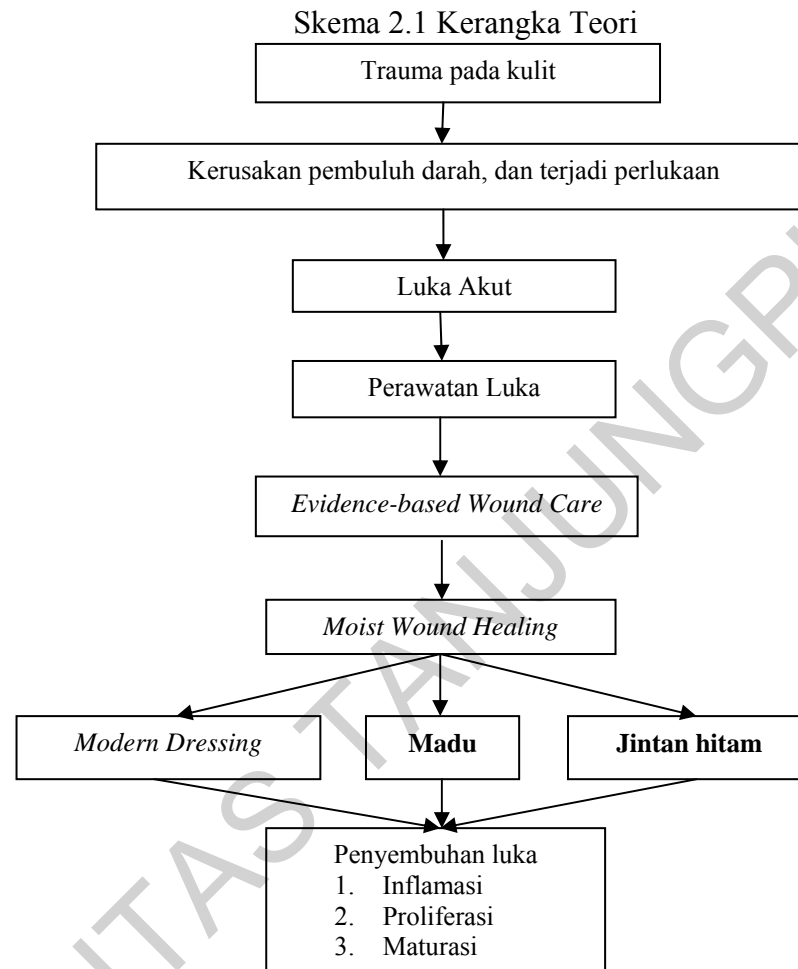
- a. Oleat (omega 9), merupakan unsur penting dari keluarga omega yang memiliki asam lemak tak jenuh tunggal, memiliki khasiat menurunkan kadar kolesterol jahat dan meningkatkan kadar kolesterol baik.
- b. Linoleat (omega 6) dan linolenat (omega 3), memiliki peranan yang penting di dalam tubuh. Hal ini diketahui berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap orang-orang Eksimo yang banyak makan ikan. Omega 6, omega 3 dan omega 9 terbukti berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tubuh, serta berfungsi untuk mencegah berbagai penyakit kronis.
- c. Minyak-minyak *volatile* atau minyak esensial sebagai obat antibakteri, antioksidatif, dan fungisida.
- d. Fitosterol yang memiliki kemampuan untuk berkompetisi dengan kolesterol dalam hal penyerapannya di dalam usus. Selain itu, juga berfungsi mencegah terjadinya kanker.
- e. Alkaloid (*nigelleine* dan *nigellamine-n-oxide*).
- f. Asam-asam amino.
- g. Di dalam setiap bijinya, jintan hitam mengandung protein sebanyak 21%, karbohidrat 35%, lemak 35-38%, monosakarida, dan polisakarida non-*starch* merupakan sumber yang berguna untuk serat diet.

- h. Jintan hitam juga mengandung arginin yang berperan penting dalam masa pertumbuhan.
- i. Analisis kimia lanjutan menemukan bahwa biji jintan hitam juga mengandung karoten yang kemudian diubah oleh liver menjadi vitamin A.
- j. Biji jintan hitam juga mengandung kalsium, zat besi, sodium, dan potassium.
- k. Kandungan lain yang terdapat dalam jintan hitam adalah thymoquinon (TQ), ditiymoquinon (DTQ), thymohydroquinon (THQ), dan thymol (THY).

2.4.4 Jintan Hitam dalam Penyembuhan luka

Kandungan jintan hitam yang mempercepat penyembuhan luka adalah *thymoquinone*, zink, saponin, dan asam lemak (omega-3 dan omega-6). *Thymoquinone* berfungsi sebagai anti-inflamasi dengan cara menghambat jalur siklo-oksigenase dan lipooksigenase yang berfungsi sebagai mediator alergi dan peradangan. Jintan hitam juga dapat menstimulasi sitokin *Macrophage Activating Factor* (MAF) sehingga meningkatkan fungsi makrofag (sistem imun seluler). Zink diketahui memiliki kemampuan untuk pembentukan sel dan jaringan ikat dalam mempercepat penyembuhan luka, baik sebagai aktifator enzim yang penting pada pembentukan protein dan proses pertahanan tubuh. Zink juga membantu dalam pembentukan kolagen. Saponin sebagai anti inflamasi yang juga mempercepat pembentukan darah baru dalam angiogenesis, dan asam lemak omega-3 dan omega-6 yang membantu dalam pembentukan sel baru (Yusuf, 2014).

2.5 Kerangka Teori



Sumber: Modifikasi dari Arisanty (2013)

2.6 Hipotesis

Ha: Ada perbedaan efektifitas madu dan jintan hitam terhadap penyembuhan luka akut pada tikus wistar di Laboratorium Hewan Uji Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.

H₀: Tidak ada perbedaan efektifitas madu dan jintan hitam terhadap penyembuhan luka akut pada tikus wistar di Laboratorium Hewan Uji Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.