

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Susu Formula

2.1.1 Pengertian Susu Formula

Susu formula adalah cairan yang berisi zat yang mati yang didalamnya tidak ada sel hidup seperti sel darah putih, zat pembunuh bakteri, antibody, enzim, hormon dan juga tidak mengandung faktor pertumbuhan (Roesli,2009).

Susu formula merupakan susu pengganti ASI yang diformulasikan secara industri sesuai dengan standart Codex Alimentarius yang berlaku, untuk memenuhi persyaratan nutrisi normal bayi sampai berumur antara empat dan enam bulan, dan disesuaikan dengan karakteristik fisiologis mereka (WHO,1981). Didalam Kepmenkes No. 237/ SK/ IV/ 1997 susu formula adalah produk makanan yang formulanya dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan gizi bayi dari lahir sampai umur antara 4 dan 6 bulan sesuai dengan karakteristik fisiknya (Kepmenkes No. 237/ SK/ IV/ 1997)

2.1.2 Kandungan susu formula

Berikut sejumlah komponen zat gizi yang harus terdapat dalam sebuah produk susu formula :

1. Energi

Karbohidrat merupakan salah satu sumber energi atau tenaga.

2. Protein

Zat gizi ini diperlukan untuk berbagai proses pertumbuhan. Asam amino adalah unsur yang menyusun protein, sedangkan asam amino esensial merupakan unsur asam amino yang harus dipasok dari luar karena tak tersedia dalam tubuh.

3. Lemak

Sebagai sumber energi dan penghasil asam lemak yang diperlukan pada proses biokimia dalam sel. Susu formula yang memiliki kandungan asam lemak esensial linolenat (Omega-3) dan linoleat (Omega-6) lebih direkomendasikan karena diperlukan untuk menyuplai kebutuhan pertumbuhan sel-sel otak.

4. Vitamin

Berfungsi sebagai zat pengatur dalam berbagai proses biokimia yang berlangsung di setiap sel dan jaringan tubuh.

Vitamin-vitamin yang harus diperhatikan:

1) Vitamin B kompleks yang terdiri dari:

(1) B1 (*tiamin*)

Berfungsi untuk membantu pengolahan energi. Kekurangan vitamin ini dapat mengakibatkan penyakit beri-beri.

(2) B2 (*riboflavin*)

Berfungsi dalam proses pengolahan energy dari protein sekaligus menyuplai nukleotida (unsur yang diperlukan dalam beberapa proses sel-sel tubuh). Kekurangan vitamin ini bisa membuat kulit bersisik, timbul koreng-koreng di sekitar mulut, hidung dan gangguan kulit lainnya.

(3) B5 (*asam pantotenat*)

Berperan membantu proses pengolahan energy. kekurangan asam pantotenat memunculkan keluhan pusing/sakit kepala, sulit tidur/insomnia, kejang-kejang dan mualmual.

(4) B6 (*pyridoksin*)

Berfungsi dalam proses perubahan protein menjadi asam amino dan neurotransmitter (senyawa yang diperlukan sel-sel otak). Kekurangan vitamin ini mengakibatkan nafsu makan berkurang, kehilangan berat badan, muntah-muntah,diare, dan anemia.

(5) B12 (*sianokobalamin*)

Antara lain membantu proses pengolahan sel-sel darah merah. Kekurangan vitamin ini dapat menyebabkan anemia (kurang darah).

2) Niasin (*nikotinamida*)

Berfungsi untuk proses pengolahan energy maupun menurunkan kadar kolesterol darah. Kekurangan niasin akan menimbulkan penyakit kulit yang disebut pellagradan dermatitis, ataupun diare dan dimensia gangguan daya ingat).

3) Asam folat (*folic acid*)

Berfungsi mencegah anemia megaloblastik (sel darah membesar tapi awan pecah atau rusak). Tanda kekurangannya adalah hilang nafsu makan, berat badan turun, pelupa bahkan gampang pingsan.

4) Biotin

Berfungsi membantu pembentukan asam lemak, asam amino, dan purin. Kekurangan biotin bisa berakibat dermatitis, kulit gatal, rambut mudah rontok.

5) Vitamin C

Membantu meningkatkan daya tahan tubuh terhadap ancaman berbagai penyakit, sekaligus sebagai penawar racun atau antioksidan. Kekurangan vitamin C menyebabkan mulut mudah sariawan dan badan mudah sakit-sakitan.

6) Vitamin A

Berfungsi mengatur pertumbuhan tulang dan gigi serta penglihatan. Kurang vitamin A berakibat pada terganggunya pertumbuhan tulang, penglihatan dan kecerdasan. Balita Indonesia masih rawan terkena masalah kurang vitamin A.

7) Vitamin D

Berfungsi membantu proses pertumbuhan tulang. Kurang vitamin D akan mengganggu pertumbuhan tulang. Namun tak perlu khawatir karena vitamin D juga dapat diperoleh dengan berjemur pada waktu pagi sebelum pukul 09.00.

8) Vitamin E

Diperlukan dalam system pertahanan tubuh untuk melindungi sel-sel dari serangan senyawa beracun dan proses reproduksi. Kurang vitamin E bisa mengakibatkan kulit cepat menua dan keriput serta terganggunya sel-sel reproduksi.

9) Vitamin K

Diperlukan dalam proses pembekuan darah dan pembentukan tulang. Kurang vitamin K mengakibatkan tulang cepat rapuh. Kalau mengalami luka yang mengeluarkan darah, darahnya akan lebih lama membeku.

5. Mineral

Fungsinya juga sebagai zat pengatur dalam berbagai proses biokimia yang berlangsung di setiap sel dan jaringan tubuh.

Mineral-mineral yang perlu diperhatikan ialah:

1) Kalsium dan fosfor

Diperlukan untuk pembentukan dan pertumbuhan tulang. Kekurangan mineral ini mengakibatkan pertumbuhan tulang terganggu. Bila kelak sudah berumur, akan mudah terkena osteoporosis yakni tulangnya jadi rapuh.

2) Yodium (I)

Diperlukan untuk perkembangan otak dan kelenjar tiroid. Kekurangan yodium berakibat anak menjadi kretinism, IQ rendah, terhambat perkembangan mentalnya atau idiot.

3) Fe (zat besi)

Diperlukan untuk pembentukan sel darah merah dan pengolahan energi serta sel-sel otak. Zat besi merupakan salah satu mineral yang sangat penting karena dapat mencegah terjadinya anemia pada bayi.

4) Zn (seng)

Diperlukan untuk pertumbuhan badan dan organ reproduksi serta meningkatkan daya tahan tubuh. Kekurangan seng pada balita akan

menghambat pertumbuhan, kecerdasan dan terhambatnya perkembangan organ reproduksi atau alat kelamin.

5) Selenium

Diperlukan untuk meningkatkan daya tahan tubuh terhadap penyakit dan senyawa beracun. Kekurangan selenium pada bayi membuatnya mudah sakit-sakitan dan mengganggu pertumbuhan tubuhnya.

6) Flour (F)

Diperlukan untuk pembentukan tulang dan gigi. Penting untuk bayi yang sedang tumbuh.

6. Omega 3 dan Omega 6

Asam lemak omega 3 dan omega 6 adalah esensial karena tidak dapat dibuat oleh tubuh, dan harus diperoleh dari makanan. Asam lemak terdapat pada membrane-membran dari seluruh sel yang terdapat dalam tubuh, akan tetapi asam lemak esensial terutama terdapat pada membran - membran sel otak, jantung dan imun.

1) Asam arachidonic (*arachidonic acid*)

Merupakan asam lemak rantai panjang yang paling penting dalam keluarga omega 6 yang berguna untuk meningkatkan pertumbuhan.

2) DHA (*Docosahexaenoic acid*)

Merupakan asam lemak omega 3 yang esensial dan penting untuk pertumbuhan otak pada anak yang baru lahir dimana kekurangan asam lemak ini hanya sedikit saja dapat memberi dampak jangka lama terhadap tingkat kecerdasan anak. Beberapa penelitian medis

menemukan bahwa rasio optimal untuk omega 6 terhadap omega 3 adalah 4:1 atau lebih rendah.

Selain diatas, susu sapi (susu formula) dan ASI mengandung dua macam protein utama, yaitu whey, kasein (*casein*) dan Laktosa. Whey adalah protein halus, lembut, dan mudah dicerna. Kasein adalah protein yang bentuknya kasar, bergumpal, dan sukar dicerna oleh usus bayi. Laktosa merupakan sumber energi yang dibutuhkan bayi dan juga dapat memperbaiki kesehatan sistem pencernaan dengan cara membantu perkembangbiakan flora normal dalam sistem pencernaan. Protein susu yang utama adalah whey, sedangkan susu sapi yang utama adalah casein, ASI mengandung alfa-laktalbumin, sedangkan susu sapi mengandung lactoglobulin dan bovine serum albumin yang sering menyebabkan alergi. Susu sapi tidak mengandung taurin, taurin adalah protein otak, susunan saraf juga penting untuk pertumbuhan retina, mengandung kalsium, sedikit mengandung zat besi, mengandung natrium, kalium, fosfor dan chlor dan susu formula tidak terdapat sel darah putih, zat pembunuh bakteri anti bodi, mengandung enzim, hormon dan juga tidak mengandung factor pertumbuhan (Referensi kesehatan, 2010).

2.1.3 Macam-macam Susu Formula

1. Formula adaptasi

Susu formula ini mempunyai komposisi sebagai berikut :

- 1) Lemak : mempunyai kadar lemak antara 2,7 – 41 g setiap 100ml atau setara 8,5% kandungan energinya terdiri dari asam linoleic.
- 2) Protein : kadarnya berkisar antara 1,2 sampai 1,9g/100 ml dengan rasio kasein kurang lebih 60/40. Karena itu komposisi asam

aminonya identik dengan yang terdapat dalam ASI. Alasannya hanya protein itulah yang dimanfaatkan bayi.

- 3) Karbohidrat kandungannya antara 5,4 sampai 8,2g/ 100 ml, karbohidratnya terdiri dari laktosa dan selebihnya glukosa atau dekstrin-maltosa. Dalam hal ini tidak dibenarkan menggunakan karbohidrat dari tepung, madu.
- 4) Mineral : sebagian besar mineral dalam susu sapi adalah natrium, kalium, fosfor, magnesium dan klorida. Karena itu komposisinya diturunkan sekitar 0,25 sampai 0,34 g tiap 100 ml. ini dimaksudkan untuk menghindari gangguan keseimbangan air dan dehidrasi hipertonik selain timbulnya hipertensi dikemudian hari.
- 5) Vitamin harus ditambahkan dalam pembuatan susu formula
- 6) Energy harus disesuaikan dengan ASI yang jumlahnya sekitar 72 kkal.

2. Formula awal

Memiliki susunan gizi yang lengkap untuk bayi baru lahir, susu ini sedikit berbeda dari formula adaptasi karena mempunyai kadar protein tinggi rasio proteinnya tidak disesuaikan dengan rasio protein yang terkandung dalam ASI. Begitu juga dengan mineral yang lebih tinggi dari susu formula adaptasi.

3. Susu hipoalergenik

Susu hipoalergenik adalah susu sapi yang kandungan proteinnya telah dihidrolisis sedemikian rupa sehingga dapat dengan mudah dicerna oleh pencernaan bayi

4. Susu soya

Susu yang berasal dari sari kedelai ini umumnya diperuntukkan bagi bayi yang memiliki alergi terhadap protein susu sapi, tetapi tidak alergi terhadap protein soya. Fungsinya sama dengan susu sapi yang protein susunya lebih terhidrolisis dengan sempurna. Jadi dapat digunakan sebagai pencegahan terhadap alergi tersier. Bayi yang alergi susu kedelai harus beralih ke susu formula dengan asam amino yang sudah terhidrolisis.

5. Susu rendah laktosa

Susu rendah laktosa adalah susu sapi yang bebas dari kandungan laktosa (*low lactose* atau *free lactose*). Sebagai gantinya susu formula jenis ini akan menambahkan gula jagung. Susu ini cocok untuk bayi yang tidak mampu mencerna laktosa karena gula darahnya tidak memiliki enzim untuk mengolah laktosa.

6. Susu formula lanjutan

Susu formula lanjutan ditujukan untuk bayi usia 6 bulan keatas, tidak ada perbedaan yang mencolok dalam kandungan nutrisinya. Jumlah kalori yang dihasilkan juga tidak berbeda jauh.

7. Susu formula khusus

Susu formula khusus disediakan bagi bayi yang memiliki masalah pencernaan. Ada bayi yang memiliki gangguan penyerapan karbohidrat, lemak, protein atau zat gizi lainnya. Pemberian susu ini biasanya atas pengawasan dan petunjuk dokter.

2.1.4 Kelebihan Susu Formula

- 1) Lebih fleksibel
- 2) Bayi yang diberi susu formula tidak harus sepenuhnya pada ibu saat dia lapar atau haus
- 3) Jika sedang bisa di berpergian, siapa saja bisa dimintai tolong untuk memberikan susu
- 4) Tidak hanya ibu, ayah juga bisa dilibatkan dalam pemberian susu pada sikecil
- 5) Selain itu ibu yang memberi susu formula tidak perlu repot mencari tempat untuk menyusui bayinya

(Suryoprajogo Nadine,2009)

2.1.5 Kekurangan Susu Formula

1. Susu formula tidak akan bisa menyamai kompleksitas komposisi komponen ASI yang sempurna bagi bayi
2. Susu formula tidak cukup memberikan antibodi yang dibutuhkan bayi untuk melawan infeksi dan penyakit
3. Menyiapkan susu formula tidak semudah menyiapkan ASI yang setiap saat bisa diberikan pada bayi
4. Susu formula perlu dipersiapkan dalam botol yang disterilkan terlebih dahulu
5. Suhu harus sudah sesuai dengan kebutuhan bayi
6. Lebih mahal dari pada ASI

(Suryoprajogo Nadine,2009)

2.1.6 Beberapa keadaan yang menganjurkan pemberian susu formula

Air Susu Ibu (ASI) tetap yang utama. Oleh karena itu Kemenkes tidak menganjurkan pemberian susu formula, tetapi pada kasus-kasus tertentu misalnya ada indikasi medis bagi ibu, maka susu formula boleh diberikan (www.dokteranankku.net).

Beberapa keadaan yang menganjurkan pemberian susu formula:

1. Jika si ibu adalah penderita HIV positif (dan tinggal di Negara berkembang)
2. Jika si ibu menderita tuberculosis yang tidak dirawat.
3. Jika ibu meminum obat-obat tertentu yang dapat membahayakan bayinya, seperti litium atau obat radioaktif untuk penelitian atau pengobatan medis.
4. Jika ibu menggunakan obat-obat terlarang seperti heroin, kokain, atau metamphetamine.
5. Jika ibu mendapat metadon dosis tinggi.
6. Jika si ibu menjalani bedah payudara yang besar, membuatnya hampir tidak mungkin untuk menyusui bayinya.
7. Jika bayi menderita galaktosemia, suatu kondisi langka yang membuat bayi tidak mampu mencerna gula yang ada dalam susu.
8. Jika ibu tidak merasa nyaman, tidak suka atau tidak bahagia bila menyusui

(Simkin, 2007: 375).

2.2 Billirubin

2.2.1 Pengertian Bilirubin

Bilirubin adalah hasil pemecahan sel darah merah. Salah satu komponen sel darah merah adalah hemoglobin. Satu gram hemoglobin akan menghasilkan 35 mg bilirubin (Murray *et al.*, 2014). Bilirubin merupakan suatu produk utama

dalam pemecahan sel darah merah pada sistem retikuloendotelial. Sekitar 20% bilirubin berasal dari perombakan zat-zat lain. Sel retikuloendotel membuat bilirubin tidak larut dalam air. Bilirubin yang disekresikan dalam darah harus diikatkan kepada albumin untuk diangkut dalam plasma menuju hati (Anggraeni, 2014). Kadar bilirubin serum normal pada bayi baru lahir adalah kurang dari 2 mg/dL. Pada konsentrasi yang berlebihan yaitu sekitar 5 mg/dL, bilirubin akan tampak secara klinis berupa warna kuning pada kulit dan membran mukosa yang disebut ikterus. Ikterus biasanya ditemukan pada minggu pertama setelah kelahiran. Kejadian ikterus 50% terjadi pada bayi cukup bulan atau *aterm* dan 5% bayi kurang bulan atau *preterm* (Winkjosastro, 2012).

2.2.2 Pembentukan Bilirubin

Pembentukan bilirubin berlangsung terutama di hati. Pembentukan ini dapat dibagi menjadi tiga proses yaitu penyerapan bilirubin oleh sel parenkim hati, konjugasi bilirubin dengan glukuronat di retikulum endoplasma dan sekresi bilirubin terkonjugasi ke dalam empedu (Murray *et al.*, 2014). Proses yang pertama adalah biliverdin dibentuk dari heme dengan bantuan enzim heme oksigenase yang merupakan enzim yang sebagian besar terdapat dalam sel hati dan beberapa organ lain. Pada proses ini juga terbentuk besi yang akan digunakan kembali untuk pembentukan hemoglobin dan karbonmonoksida yang dieksresikan ke dalam paru. Selanjutnya biliverdin akan direduksi menjadi bilirubin oleh enzim biliverdin reduktase (Kosim *et al.*, 2014).

Biliverdin bersifat larut dalam air dan diubah langsung menjadi bilirubin melalui reaksi bilirubin reduktase, sedangkan bilirubin bersifat lipofilik dan terikat

dengan hidrogen dan pada PH normal bersifat tidak larut. Mekanisme transport dan eliminasi sangat diperlukan dalam mengekskresikan bilirubin. Pada bayi yang baru dilahirkan, sebanyak 75% bilirubin diproduksi dari katabolisme heme haemoglobin dari eritrosit sirkulasi. Satu gram hemoglobin akan menghasilkan sebanyak 34 mg bilirubin dan sisanya sekitar 25% disebut juga dengan *early labelled*. Bilirubin ini berasal dari pelepasan hemoglobin karena eritropoesis yang tidak efektif didalam sumsum tulang, jaringan yang mengandung protein heme seperti mioglobin, sitokrom, katalase, peroksidase, dan heme bebas. Pada bayi baru lahir akan memproduksi bilirubin 8-10 mg/kgbb/hari, sedangkan pada orang dewasa sekitar 3-4 mg/kgbb/hari. Peningkatan kadar bilirubin pada bayi baru lahir disebabkan karena masa hidup eritrosit bayi relatif lebih pendek yaitu 70-90 hari, sedangkan pada orang dewasa selama 120 hari. Faktor lain yang mempengaruhi peningkatan kadar bilirubin pada bayi baru lahir adalah degradasi heme, *turn over sitokrom* yang meningkat dan juga reabsorpsi bilirubin dari usus yang meningkat disebut juga dengan sirkulasi enterohepatik (Kosim *et al.*, 2014).

2.2.3 Transportasi Bilirubin

Pembentukan bilirubin terjadi di sistem retikuloendotelial yang selanjutnya akan dilepaskan ke sirkulasi dan akan berikatan dengan albumin. Bayi baru lahir mempunyai kapasitas ikatan plasma yang rendah terhadap bilirubin karena konsentrasi albumin yang rendah dan kurangnya kapasitas ikatan molar. Bilirubin yang terikat pada albumin serum ini merupakan zat non polar dan tidak larut dalam air. Bilirubin ini akan ditransport ke sel hepar. Bilirubin yang terikat mempunyai afinitas yang tinggi terhadap obat-obatan yang bersifat asam seperti penisilin dan sulfonamid. Obat-obatan yang dapat melepaskan bilirubin dari

albumin dengan cara menurunkan afinitas albumin adalah digoksin, gentamisin, dan furosemid (Kosim *et al.*, 2014).

Menurut Kosim *et al.* (2014), ikatan bilirubin pada bayi prematur akan lebih lemah yang pada dasarnya merupakan komplikasi dari hipoalbumin, hipoksia, hipoglikemi, asidosis, hipotermia, hemolisis, dan septikemi. Hal ini akan mengakibatkan peningkatan jumlah bilirubin bebas dan juga menyebabkan nerotoksisitas. Bilirubin dalam serum terbagi atas 4 bentuk yang berbeda, yaitu:

- Bilirubin tak terkonjugasi yang terikat dengan albumin
- Bilirubin bebas
- Bilirubin terkonjugasi yang dieksresikan melalui ginjal atau sistem bilier
- Bilirubin terkonjugasi yang terikat dengan albumin serum

Pada keadaan kompleks bilirubin dan albumin akan mencapai membran plasma hepatosit, albumin terikat ke reseptor permukaan sel. Kemudian bilirubin ditransport melalui sel membran yang terikat dengan ligandin (protein Y) dan protein ikatan sitosolik lainnya (Kosim *et al.*, 2014).

Faktor-faktor yang memengaruhi konsentrasi bilirubin tak terkonjugasi dalam serum diantaranya jumlah bilirubin yang masuk ke sirkulasi, dari sintesis *de novo*, resirkulasi enterohepatik, perpindahan bilirubin antar jaringan, pengambilan bilirubin oleh sel hati dan konjugasi bilirubin. berkurangnya kapasitas pengambilan hepatic bilirubin tak terkonjugasi akan berpengaruh terhadap pembentukan ikterus fisiologis. Hal ini dapat terjadi juga karena adanya defisiensi ligandin. Defisiensi ini dapat menyebabkan hiperbilirubinemia terkonjugasi ringan pada minggu kedua kehidupan (Kosim *et al.*, 2014).

2.2.4 Konjugasi Bilirubin

Bilirubin tak terkonjugasi akan diubah menjadi bilirubin konjugasi yang bersifat larut dalam air di retikulum endoplasma dengan bantuan enzim *uridinediphosphate glucuronosyl transferase* (UDPG-T). Enzim ini akan mengubah bentuk menjadi bilirubin monoglukorida yang kemudian akan dikonjugasi menjadi bilirubin diglukoronida. Substrat yang digunakan dalam transglukoronidase kanalikuler adalah bilirubin monoglukoronida. Enzim tersebut akan memindahkan satu molekul asam glukoronida dari satu molekul bilirubin monoglukoronida ke molekul lain serta menghasilkan satu molekul bilirubin diglukoronida. Kemudian bilirubin ini akan dieksresikan ke dalam kanalikulus empedu. Satu molekul bilirubin tak terkonjugasi akan kembali ke retikulum endoplasmik untuk rekonjugasi berikutnya (Kosim *et al.*, 2014).

2.2.5 Eksresi Bilirubin

Bilirubin akan dieksresikan ke dalam kandung empedu, kemudian masuk melalui saluran cerna dan dikeluarkan bersamaan dengan feses. Ketika berada dalam usus halus, bilirubin yang terkonjugasi tidak dapat langsung di reabsorpsi kecuali jika sudah diubah menjadi bilirubin tidak terkonjugasi oleh enzim betaglukoronidase yang ada di usus. Pada bayi baru lahir mokosa usus halus dan feses bayi mengandung enzim β -glukoronidase yang dapat menghidrolisa monoglukoronida dan diglukoronida kembali menjadi bilirubin tidak terkonjugasi yang diabsorpsi kembali. Lumen usus pada bayi baru lahir juga steril sehingga bilirubin konjugasi tidak dapat diubah menjadi sterkobilin (Kosim *et al.*, 2014). Konsentrasi bilirubin tak terkonjugasi pada bayi baru lahir relatif tinggi di dalam usus. Hal ini disebabkan karena produksi bilirubin meningkat, hidrolisis glukoronida yang berlebih dan konsentrasi bilirubin yang tinggi dalam mekonium.

Bayi baru lahir hanya memiliki sedikit flora yang berfungsi untuk mengurangi bilirubin menjadi urobilinogen dan akan meningkatkan *pool* bilirubin usus dibandingkan dengan orang dewasa. Peningkatan hidrolisis bilirubin konjugasi pada bayi baru lahir dipengaruhi oleh aktivitas β -glukuronidase yang tinggi dan ekskresi monoglukuronida terkonjugasi (Kosim *et al.*, 2014). Bakteri yang terdapat di usus dapat mencegah sirkulasi enterohepatik dengan mengubah bilirubin ke urobilinoid yang bukan substrat untuk β -glucuronidase. Kondisi patologis seperti: penurunan asupan enteral, atresia usus, meconium ileus dan penyakit *irschsprung* dapat mengarah ke peningkatan sirkulasi enterohepatik (Cloherty *et al.*, 2008).

2.2.6 Hiperbilirubinemia

2.2.6.1 Pengertian Hiperbilirubinemia

Hiperbilirubinemia adalah kadar total serum bilirubin dalam darah meningkat hingga mencapai > 5 mg/dl. Sebanyak 80% neonatus mengalami hiperbilirubinemia pada awal kehidupan. Hal ini disebabkan oleh penumpukan bilirubin di dalam jaringan tubuh sehingga kulit, mukosa, dan sklera mengalami perubahan warna menjadi kuning yang disebut juga ikterus. Peningkatan kadar bilirubin terjadi pada hari ke-2 dan hari ke-3. Peningkatan mencapai puncaknya pada hari ke-5 sampai hari ke-7. Kemudian menurun kembali pada hari ke-10 sampai hari ke-14 (Dewi *et al.*, 2016).

Insiden kuning pada bayi baru lahir merupakan keadaan yang tidak terlalu berbahaya, tetapi pada kadar bilirubin yang tinggi dapat berbahaya terhadap sistem saraf pusat bayi. Hiperbilirubin dengan konsentrasi bilirubin yang sangat tinggi menjurus ke arah terjadinya kernikterus. Gejala klinis kernikterus seperti mata yang berputar, letargi, kejang, tidak mau menghisap, tonus otot meninggi, leher

kaku, opistotonus, spasme otot, ketulian, gangguan bicara dan retardasi mental (Hassan dan Atalas, 2007). Kernikterus dapat ditemukan pada bayi *aterm* dengan konsentrasi bilirubin 20-25 mg/dl dan < 20 mg/dl pada bayi *preterm*. (Marcdante *et al.*, 2014).

2.2.6.2 Epidemiologi

Insiden ikterus di Amerika Serikat ditemukan sebanyak 65% dari 4 juta bayi baru lahir dalam minggu pertama kehidupannya, sedangkan di Indonesia insiden ikterus neonatorum pada bayi cukup bulan berkisar 13,7% hingga 18,5% (Depkes RI, 2014). Pada bayi *aterm* insiden ikterus sebanyak 50% mengalami perubahan warna kulit, mukosa, dan sklera pada mata, sementara itu pada bayi *preterm* ditemukan sebanyak 75% (Depkes RI, 2014). Insiden ikterus neonatal meningkat pada bayi keturunan Indian Asli, Mediterania (Yunani, Turki, dan Sardinia) Sephardic Jewish, dan keturunan Asia Timur. Orang Yunani asli lebih rentan terkena insiden ini dari orang-orang Yunani di Amerika Serikat (Marcdante *et al.*, 2014).

2.2.6.3 Patofisiologi

Mekanisme umum yang menyebabkan hiperbilirubinemia dan ikterus terbagi atas empat. Hiperbilirubinemia indirek terutama disebabkan oleh tiga mekanisme pertama, sedangkan hiperbilirubinemia direk disebabkan oleh mekanisme keempat.

Mekanismenya sebagai berikut:

1. Pembentukan bilirubin yang berlebihan

Penyakit hemolitik atau peningkatan laju destruksi eritrosit merupakan penyebab tersering dari pembentukan bilirubin yang berlebihan, disebut juga

ikterus hemolitik. Konjugasi dan transfer berlangsung normal, akan tetapi suplai bilirubin indirek melewati kemampuan hati. Hal ini menyebabkan peningkatan kadar indirek dalam darah. Meskipun demikian kadar bilirubin serum jarang melampaui 5 mg/dl dan ikterus bersifat ringan. Bilirubin tidak larut dalam air sehingga tidak dapat dieksresikan bersama urine dan menyebabkan peningkatan pembentukan urobilinogen yang menyebabkan feses dan urine berwarna gelap.

2. Gangguan pengambilan bilirubin indirek oleh hati

Bilirubin indirek yang terikat dengan albumin oleh sel hati dengan memisahkan dan mengikat bilirubin terhadap protein penerima. Ikterus akan menghilang bila obat pencetus dihentikan. Ikterus bukan disebabkan oleh defisiensi protein penerima dan gangguan ambilan oleh hati, tetapi disebabkan oleh adanya defisiensi *glukoronil transferase*.

3. Gangguan konjugasi bilirubin

Hiperbilirubinemia yang timbul pada hari kedua dan kelima setelah lahir disebut ikterus fisiologis neonatus. Ikterus neonatus yang normal ini disebabkan oleh imaturitas enzim *glukoronil transferase*. Aktivitas *glukoronil transferase* akan meningkat hingga minggu kedua setelah itu akan menghilang. Jika kadar bilirubin >20 mg/dl maka akan menyebabkan kernikterus pada bayi.

4. Penurunan ekskresi bilirubin direk dalam empedu

Gangguan ekskresi bilirubin, baik yang disebabkan oleh faktor fungsional maupun obstruktif akan menyebabkan bilirubin direk yang larut dalam air sehingga dapat dieksresikan dalam urine yang menimbulkan bilirubinuria serta urine gelap. Urobilinogen feses dan urobilinogen urine sering menurun sehingga feses terlihat pucat. Peningkatan kadar bilirubin direk dapat disertai bukti-bukti

kegagalan eksresi hati lainnya, seperti peningkatan kadar fosfatase al-kali, kolesterol dan garam empedu dalam serum.

2.2.6.4 Faktor Risiko

Menurut Wong dan Connel (2018), faktor risiko hiperbilirubinemia pada neonatus dapat dibagi menjadi dua yaitu faktor maternal dan faktor neonatus.

1. Faktor maternal:

- 1) Tipe darah golongan ABO dan rhesus tidak sesuai
- 2) Etnis: Asia dan Amerika Latin
- 3) Pemberian ASI eksklusif
- 4) Obat-obatan

2. Faktor neonatal:

- 1) Trauma lahir: *cephalohematoma, cutaneous bruising, instrumented delivery*
- 2) Berat badan turun setelah lahir
- 3) Infeksi: TORCH
- 4) Jenis kelamin laki-laki
- 5) Bayi makrosomik dari ibu diabetes
- 6) Saudara bayi sebelumnya mengalami hiperbilirubinemia
- 7) *Polycytemia*
- 8) Prematuritas

2.2.6.5 Manifestasi Klinis

Bayi baru lahir akan tampak kuning apabila kadar bilirubin serumnya kira-kira 6 mg/dl (Berk dan Korenblat, 2016). Ikterus terjadi akibat penimbunan bilirubin indirek pada kulit yang akan menimbulkan warna kuning muda atau

jingga, sedangkan ikterus obstruksi (bilirubin direk) memperlihatkan warna kuning kehijauan atau kuning kotor. Perbedaan ini dapat ditemukan hanya pada ikterus yang berat (Marcdante *et al.*, 2014). Menurut Kosim *et al.* (2014), gambaran klinis ikterus fisiologis dan patologis adalah sebagai berikut:

1. Gambaran klinis ikterus fisiologis:
 - a. Bayi tampak sehat (normal)
 - b. Kadar bilirubin total <12mg/dl
 - c. Ikterus akan menghilang paling lambat 10-14 hari
 - d. Tidak ada faktor risiko
2. Gambaran klinik ikterus patologis:
 - a. Ikterus terjadi sebelum umur 24 jam
 - b. Peningkatan kadar bilirubin total >0,5 mg/dl/jam
 - c. Bertahan selama 8 hari pada bayi *aterm* dan 14 hari pada bayi *preterm*
 - d. Ada faktor risiko seperti muntah, letargis, penurunan berat badan, apnea, takipnea dan suhu tubuh yang tidak stabil.

2.2.6.6 Diagnosis Hiperbilirubinemia Indirek

1. Anamnesis

Anamnesis dilakukan pada ibu atau keluarga pasien. Menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2006), hal yang perlu ditanyakan kepada ibu atau keluarga pasien seperti:

- Hari dimulainya ikterus
- Golongan darah dan rhesus ibu
- Riwayat ikterus, anemia, dan splenektomi dalam keluarga
- Riwayat penyakit hati dalam keluarga

- Saudara bayi yang mengalami ikterus atau anemia
- Penyakit ibu (diabetes atau gangguan imunitas)
- Konsumsi obat ibu seperti sulfonamides, aspirin, dan antimalaria
- Riwayat perinatal: trauma lahir, tertundanya penjepitan tali pusat, dan asfiksia

2. Pemeriksaan fisik

Pemeriksaan fisik berperan penting dalam menentukan diagnosis pada pasien ikterus. Menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2006), pemeriksaan fisik pada bayi ikterus dapat berupa:

- Mikrosefali
- Ekstravasasi darah misalnya sefalhematoma atau memar
- Pucat, *plethora* dan *petekiae*
- Hepatosplenomegali
- Tanda hipotiroidisme
- Tanda sepsis neonatorum
- Tanda bilirubin ensefalopati yang sama dengan kernikterus

3. Pemeriksaan Laboratorium

Pemeriksaan penunjang sangat dibutuhkan dalam penegakan diagnosa ini untuk menyingkirkan diagnosa lain. Menurut *American Academy of Pediatrics* (2004), pemeriksaan laboratorium yang harus dilakukan seperti:

- a. Pemeriksaan kadar bilirubin total dan direk
- b. Pemeriksaan golongan darah ABO dan Rhesus
- c. Tes antibodi direct (*coombs*)
- d. pemeriksaan serum albumin
- e. pemeriksaan jumlah retikulosit

- f. ETCO (bila tersedia)
- g. pemeriksaan G6PD
- h. Urinalisa

2.2.7 Klasifikasi Ikterus Neonatorum

Menurut Ngastiyah (1997) ikterus neonatorum dibagi menjadi 2, yaitu:

1) Ikterus fisiologis

Warna kuning akan timbul pada hari ke -2 atau hari ke-3 dan tampak jelas pada hari ke 5 sampai ke-6 dan akan menghilang pada hari ke-10. Bayi tampak biasa, minum baik, berat badan naik biasa. Kadar bilirubin serum pada bayi cukup bulan tidak lebih dari 12 mg/dl dan pada BBLR 10 mg/dl, dan akan menghilang pada hari ke-14. Penyebab ikterus fisiologis diantaranya karena kurang protein Y dan Z, enzim glikoronil transferase yang belum cukup jumlahnya.

Prinsip utama ikterus fisiologis adalah (Meadow, R, 2005)

1. Kuning tidak terlihat pada 24 jam pertama
2. Bayi tetap sehat
3. Serum bilirubin tidak mencapai kadar yang harus mendapat perawatan
4. Kuning hilang dalam 14 hari

2) Ikterus Patologis

Ikterus yang timbul dalam 24 jam pertama kehidupan, serum bilirubin total lebih dari 12 mg/dl. Peningkatan kadar bilirubin 5 mg% atau lebih dalam 24 jam. Konsentrasi bilirubin serum melebihi 10 mg% pada bayi kurang bulan (BBLR) dan 12,5 mg% pada bayi cukup

bulan. Ikterus yang disertai proses hemolysis (inkompabilitas darah, defisiensi enzim G-6-PD dan sepsis). Bilirubin direk lebih dari 1 mg/dl atau kenaikan bilirubin serum 1 mg/dl/jam atau lebih dari 5 mg/dl/hari. Ikterus menetap setelah bayi berumur 10 hari(bayi cukup bulan) dan lebih dari 14 hari pada bayi baru lahir dengan berat badan lahir rendah.

Ikterus dikatakan Patologis bila (Meadow,R, 2005)

1. Ikterus terjadi dalam 24 jam pertama
2. Kadar bilirubin melebihi 10 mg% pada neonatus cukup bulan atau melebihi 12,5 mg% pada neonatus kurang bulan.
3. Peningkatan bilirubin lebih dari 5 mg % perhari.
4. Ikterus menetap sesudah 2 minggu pertama.
5. Kadar bilirubin direct melebihi 1 mg %.
6. Mempunyai hubungan dengan proses hemolitik

2.2.7.1 Penyebab Ikterus Pada Bayi Baru Lahir

Kuning pada bayi baru lahir paling sering timbul karena fungsi hati masih belum sempurna untuk membuang bilirubin dari aliran darah. Kuning juga biasa terjadi karena beberapa kondisi klinis, diantaranya adalah (Gusliham, 2009)

2.2.7.2 Patofisiologi

- 1) Bilirubin merupakan produk yang bersifat toksin dan harus dikeluarkan oleh tubuh. Sebagian besar hasil bilirubin berasal dari degradasi hemoglobin darah dan sebagian lagi berasal dari hem bebas atau dari proses eritropoesis yang tidak efektif. Pembentukan bilirubin tadi

dimulai dengan proses oksidasi yang menghasilkan biliverdin serta beberapa zat lain. Biliverdin Ikterus fisiologis merupakan bentuk yang paling sering terjadi pada bayi baru lahir. Jenis bilirubin yang menyebabkan pewarnaan kuning pada ikterus disebut Bilirubin tidak terkonjugasi, merupakan jenis yang tidak mudah dibuang dari tubuh bayi. Hati bayi akan mengubah bilirubin ini menjadi bilirubin terkonjugasi yang lebih mudah dibuang oleh tubuh. Hati bayi baru lahir masih belum matang sehingga masih belum mampu untuk melakukan perubahan ini dengan baik sehingga akan terjadi peningkatan kadar bilirubin dalam darah yang ditandai sebagai pewarnaan kuning pada kulit bayi. Bila kuning tersebut murni disebabkan oleh faktor ini maka disebut sebagai ikterus fisiologis.

- 2) *Breastfeeding jaundice*, dapat terjadi pada bayi yang mendapat ASI eksklusif. Terjadi akibat kekurangan ASI yang biasanya timbul pada hari kedua atau ketiga pada waktu ASI belum banyak dan biasanya tidak memerlukan pengobatan.
- 3) Ikterus ASI (*breastmilk jaundice*), berhubungan dengan pemberian ASI dari seorang ibu tentu dan biasanya akan timbul pada bayi yang disusukannya bergantung pada kemampuan bayi tersebut mengubah bilirubin indirek. Jarang mengancam jiwa dan timbul setelah 4-7 hari pertama dan berlangsung lebih lama dari ikterus fisiologis yaitu 3-12 minggu.
- 4) Ikterus pada bayi baru lahir akan terjadi pada kasus ketidakcocokan golongan darah (inkompatibilitas ABO) dan rhesus (inkompatibilitas

rhesus) ibu dan janin. Tubuh ibu akan memproduksi antibodi yang akan menyerang sel darah merah janin sehingga akan menyebabkan pecahnya sel darah merah sehingga akan meningkatkan pelepasan bilirubin dari sel darah merah.

- 5) Lebam pada kulit kepala bayi yang disebut dengan sefalhematom dapat timbul dalam proses persalinan. Lebam terjadi karena penumpukan darah beku di bawah kulit kepala. Secara alamiah tubuh akan menghancurkan bekuan ini sehingga bilirubin juga akan keluar yang mungkin saja terlalu banyak untuk dapat ditangani oleh hati sehingga timbul kuning.
- 6) Ibu yang menderita diabetes dapat mengakibatkan bayi menjadi kuning.

2.2.7.3 Gejala ikterus

Menurut Kramer, ikterus dimulai dari kepala leher dan seterusnya. Untuk penilaian ikterus, Kramer membagi tubuh bayi baru lahir dalam 5 bagian yang dimulai dari kepala dan leher, dada sampai pusar, pusar bagian bawah sampai tumit. Tumit pergelangan kaki dan bahu pergelangan tangan dan kaki serta tangan termasuk telapak kaki dan telapak tangan, cara pemeriksaannya adalah dengan menekankan jari telunjuk ditempatkan yang tulangnya menonjol seperti tulang hidung, tulang dada, lutut dan lain-lain. Kemudian penilaian kadar bilirubin dari tiap-tiap nomor disesuaikan dengan angka rata-rata didalam tabel 2.2 dibawah. Cara ini juga menunjukkan intensitas ikterus yang tepat didalam plasma bayi baru lahir. Nomor urut menunjukan arah meluasnya ikterus(Asrining,dkk,2003)

Tabel 2.1 Penilaian Kramer (hubungan kadar bilirubin dengan ikterus)

Derajat icterus	Daerah icterus	Perkiraan kadar bilirubin(rata-rata)	
		aterm	Premature
1	Kepala sampai leher	5,4	-
2	Kepala,badan,sampai umbilicus	8,9	9,4
3	Kepala,badan,paha sampai lutut	11,8	11,4
4	Kepala,badan, ekstremitas sampai pergelangan tangan dan kaki	15,8	13,3
5	Kepala,badan,semua ekstremitas sampai ujung jari		

(Sumber Asrining s,dkk,2003)

Gejala utama pada ikterus adalah kuning dikulit, konjungtiva dan mukosa. Disamping itu dapat pula disertai gejala:

1) Dehidrasi

Asupan kalori tidak adekuat (misalnya kurang minum,mual,muntah)

2) Pucat

Sering berkaitan dengan anemia hemolitik (misalnya ketidakcocokan golongan darah ABO, rhesus, defisiensi R6PD) atau kehilangan darah ekstrasvaskuler

3) Trauma lahir

Bruisingng, sephalhematom (perdarahan kepala)

4) Pletorik(Penumpukan darah)

5) Letargik dan gejala sepsis lainnya

- 6) Ptekie(bintik merah dikulit)
- 7) Sering dikaitkan dengan infeksi kongenital,sepsis atai eritroblastosis
- 8) Mikrosefali(Ukuran kepala lebih kecil dari normal)
Sering berkaitan dengan anemia hemolitik, infeksi kongnital, penyakit hati
- 9) Hepatosplenomegali(pembesaran hati dan limpa)
- 10)Omfalitis
- 11)Hipotiroidisme(defiisiensi aktivitas tiroid)
- 12)Massa abdominal kanan(sering berkaitan dengan duktus koledokus)
- 13)Feses dempul dan urine berwarna coklat
- 14)Pikirkan kearah icterus obstruktif, selanjutnya konsultasikan ke bagian hepatologi

2.2.7.4 Penatalaksanaan ikterus

- 1) Sinari bayi dengan cahaya matahari pagi jam 07.00 - 08.00 sampai 2 - 4 hari
- 2) Atur posisi kepala bayi agar wajah tidak langsung menghadap ke cahaya matahari.
- 3) Lakukan penyinaran selama 30 menit, 15 menit bayi dalam posisi terlentang, 15 menit bayi dalam posisi terlungkup.
- 4) Lakukan penyinaran pada kulit seluas mungkin dan bayi tidak memakai pakaian (telanjang).
- 5) Lakukan asuhan perawatan dasar pada bayi muda.
- 6) Beri penjelasan ibu kapan sebaiknya bayi dibawa ke petugas kesehatan.

7) Beri penjelasan ibu kapan kunjungan ulang, setelah hari ke-7

Tujuan utama penatalaksanaan ikterus neonatal adalah untuk mengendalikan agar kadar bilirubin serum tidak mencapai nilai yang dapat menimbulkan kernikterus/ensofalopati biliaris, serta mengobati penyebab langsung ikterus tersebut. Pengendalian bilirubin juga dapat dilakukan dengan mengusahakan agar konjugasi bilirubin dapat dilakukan dengan mengusahakan mempercepat proses konjugasi. Hal ini dapat dilakukan dengan merangsang terbentuknya glukoronil transferase dengan pemberian obat seperti luminal atau fenobarbital (Jejeh, 2010).

Menurut Nur 2010, cara pengendalian ikterus yang dapat dilakukan adalah mestikulasi konjugasi bilirubin, misalnya dengan glukosa atau pemberian albumin, menambah zat-zat yang kurang dalam transportasi dan metabolisme bilirubin, misalnya albumin dan glukosa, melakukan fotoisomerisasi dengan terapi sinar, membatasi siklus enterohepatik, misalnya dengan memberikan minum oral secara dini, pemberian kolesteramin (questran), mengeluarkan bilirubin secara mekanis dengan transfusi tukar, serta mengatasi penyebab bila mungkin.

Gusliham, 2009 menyebutkan penanganan ikterus pada bayi terdiri dari:

1) Penanganan sendiri di rumah

1. Berikan ASI yang cukup 8 sampai 12 kali sehari.
2. Sinar matahari dapat membantu memecah Bilirubin sehingga lebih mudah diproses oleh hati.

3. Tempatkan bayi dekat dengan jendela terbuka untuk mendapatkan matahari pagi antara jam 7 sampai jam 8 pagi agar bayi tidak kepanasan, atur posisi kepala agar wajah tidak menghadap matahari langsung.
4. Lakukan penyinaran selama 30 menit, 15 menit terlentang dan 15 menit terkurap. Usahakan kontak sinar dengan kulit seluas mungkin

2) Terapi Medis

Dokter akan memutuskan untuk melakukan Fototerapi sesuai dengan peningkatan kadar bilirubin karena itu bayi tidak memakai pakaian atau terlanjang tetapi hati-hati jangan sampai kedinginan.pada nilai tertentu berdasarkan usia bayi dan apakah bayi cukup bulan atau Prematur. Bayi akan ditempatkan di bawah sinar khusus. Sinar ini akan mampu untuk menembus kulit bayi akan mengubah bilirubin menjadi Lumirubin yang lebih mudah oleh tubuh bayi. Selama terapi sinar penutup khusus akan dibuat untuk melindungi mata.Jika terapi sinar yang standar tidak menolong untuk menurunkan kadar Bilirubin, maka bayi akan ditempatkan pada selimut Fiber Optic atau terapi sinar ganda atau Triple. Jika gagal dengan terapi sinar maka dilakukan Transfusi tukar yaitu penggantian darah bayi dengan darah donor.

2.3 Fototerapi

Fototerapi digunakan sebagai terapi pengobatan bayi baru lahir yang mengalami hiperbilirubinemia karena aman dan efektif menurunkan bilirubin dalam darah (Potts & Mondleco,2007). Fototerapi bekerja

memaparkan neonatus pada cahaya dengan intensitas tinggi (*a bound of fluorescent light bulbs or bulbs in the blue light spectrum*) akan menurunkan bilirubin dalam kulit. Fototerapi menurunkan kadar bilirubin dengan cara memfasilitasi ekskresi bilirubin tak terkonjugasi (Klaus, Fanarof, 1998).

Fototerapi digunakan sebagai terapi pengobatan pada bayi baru lahir yang mengalami hiperbilirubinemia karena aman dan efektif untuk menurunkan ikterus dalam darah. Fototerapi merupakan terapi dengan memanfaatkan energi sinar untuk mengubah bentuk dan struktur bilirubin yakni mengubah bilirubin indirek menjadi direk, didalam usus bilirubin direk akan terikat oleh makanan menjadi molekul yang diekskresikan melalui feses (Maissels, 2008).

2.3.1 Prinsip Fototerapi

Foto terapi dapat memecah bilirubin menjadi dipirol yang tidak toksis dan di ekskresikan dari tubuh melalui urine dan feses. Cahaya yang dihasilkan oleh terapi sinar menyebabkan reaksi fotokimia dalam kulit (fotoisomerisasi) yang mengubah bilirubin tak terkonjugasi ke dalam fotobilirubin dan kemudian di eksresi di dalam hati kemudian ke empedu, produk akhir reaksi adalah reversible dan di ekresikan ke dalam empedu tanpa perlu konjugasi. Energi sinar dari foto terapi mengubah senyawa 4Z-15Z bilirubin menjadi senyawa bentuk 4Z-15E bilirubin yang merupakan bentuk isomernya yang mudah larut dalam air.

2.3.2 Alat Fototerapi

Alat fototerapi menggunakan bola lampu berkisar antara 6 – 8 buah, terdiri dari biru (F20T12), cahaya biru khusus (F20T12/BB) atau *daylight fluorescent tubes* (Porter & Dennis, 2002). Berdasarkan *American Academy of Pediatrics* (2004), spectrum cahaya yang dikirim oleh unit fototerapi ditentukan oleh tipe sumber cahaya dan filter yang digunakan, biasanya terdiri dari *daylight, cool white, blue* atau “ *special blue* “ *fluorescent*. “ *special blue*” *fluorescent tubes* diberi label F20T12/BB atau TL52/20W.



2.3.3 Mekanisme kerja

Cara kerja fototerapi adalah dengan mengubah bilirubin menjadi bentuk yang larut dalam air untuk diekskresikan melalui empedu atau urine. Ketika bilirubin mengabsorpsi cahaya, terjadi reaksi fotokimia yaitu isomerisasi. Juga terdapat konversi irreversible menjadi isomer kimia lainnya bernama lumirubin yang dengan cepat dibersihkan dari plasma melalui empedu. Lumirubin adalah produk terbanyak degradasi bilirubin akibat fototerapi pada manusia. Sejumlah kecil bilirubin plasma tak

terkonjugasi diubah oleh cahaya menjadi *dipyrole* yang diekskresikan lewat urine. Foto lebih polar dibandingkan bentuk asalnya dan secara langsung bisa diekskresikan melalui empedu. Hanya produk foto oksidan saja yang bisa diekskresikan lewat urin(Maisels & Mc Donagh,2008).

Paparan sinar terhadap permukaan tubuh bayi secara terus menerus menyebabkan peningkatan suhu tubuh dan mengawali terjadinya peningkatan aliran darah perifer dan kehilangan cairan yang tidak disadari selama proses fototerapi(Maisels & Donagh,2008).

2.3.4 Durasi Fototerapi

Durasi fototerapi dihitung berdasarkan waktu mulai fototerapi sampai fototerapi dihentikan. Pencatatan durasi fototerapi yang akurat merupakan tanggung jawab perawat karena berkaitan dengan penggantian tabung dan lama penggunaan tabung fototerapi. Tabung diganti setelah 2000 jam penggunaan atau setelah 3 bulan, walaupun tabung masih bisa berfungsi(Moeslichan,dkk.2004). Durasi fototerapi ditentukan oleh penurunan nilai total serum bilirubin sampai mencapai nilai yang diharapkan, sehingga tidak ada penentuan berapa jam sebaiknya fototerapi diberikan (*American Academy of Pediatric*,2004).

2.3.5 Prosedur Fototerapi

Prosedur fototerapi berdasarkan hasil rapat tim *Health Technology assestmen* Indonesia (2004) adalah memulai fototerapi, bila ikterus diklasifikasikan sebagai ikterus berat kemudian apakah bayi memiliki factor resiko berikut : berat lahir < 2,5 kg, lahir sebelum usia kehamilan 37 minggu, hemolysis atau sepsis dengan mengambil contoh darah,

memeriksa kadar bilirubin serum dan hemoglobin, menentukan golongan darah bayidan melakukan tes coombs. Bila kadar bilirubin dibawah nilai yang dibutuhkan untuk terapi sinar maka hetikan fototerapi akan tetapi bila kadar serum bilirubin berada pada atau diatas nilai yang dibutuhkan terapi sinar maka lakukan fototerapi (Moeslichan,dkk.2004;*American Academy of Pediatric*,2004).

Fototerapi diulang bila ikterus kembali ditemukan atau bilirubin serum berada diatas nilai untuk memulai fototerapi sampai bilirubin serum dari hasil pemeriksaan atau perkiraan melalui metode klinis berada dibawah nilai untuk memulai fototerapi sudah tidak diperlukan maka bayi bisa segera dipulangkan (Moeslichan,dkk.2004;*American Academy of Pediatric*,2004).

Tabel 2.2 indikasi fototerapi berdasarkan kadar bilirubin serum

usia	Bayi cukup bulan sehat		Dengan faktor resiko	
	Mg/dl	Umol/l	Mg/dl	Umol/l
Hari ke 1	Kuning terlihat pada bagian tubuh manapun			
Hari ke 2	15	260	13	220
Hari ke 3	18	310	16	270
Hari ke 4 dan seterusnya	20	340	17	290

Keterangan :

a) Dengan faktor resiko :

Faktor resiko meliputi bayi kecil(berat lahir < 2,5 kg atau lahir sebelum kehamilan usia 37 minggu), hemolysis, sepsis.

b) Kuning terlihat pada bagian tubuh manapun

Bila kuning terlihat pada bagian tubuh manapun pada hari pertama dan terlihat pada lengan, tungkai dan kaki pada hari kedua, maka digolongkan sebagai ikterus sangat parah dan memerlukan fototerapi secepatnya, tidak perlu menunggu hasil pemeriksaan kadar bilirubin untuk memulai fototerapi.

2.3.5.1 Cara Operasional Fototerapi

1) Mempersiapkan Unit Fototerapi

1. Pastikan bahwa tutup plastik atau pelindung berada pada posisinya. Hal ini mencegah cedera pada bayi jika lampu pecah dan membantu menapis sinar ultraviolet yang berbahaya.
2. Hangkatkan ruangan tempat unit diletakkan, bila perlu, sehingga suhu dibawah sinar adalah 28°C sampai 30°C.
3. Nyalakan unit, dan pastikan bahwa semua tabung fluoresen bekerja
4. Ganti tabung fluoresen yang terbakar atau yang berkedip-kedip
5. Gunakan seprai putih pada pelbet, tempat tidur bayi, atau inkubator, dan letakkan tirai putih disekitar tempat area tempat unit diletakkan untuk memantulkan sinar sebanyak mungkin kembali ke bayi

2) Memberikan Fototerapi

1. Letakkan bayi di bawah fototerapi
 - a. Jika berat badan bayi 2 kg atau lebih, letakkan bayi telanjang pada pelbet atau tempat tidur. Letakkan atau jaga bayi kecil dalam inkubator.

- b. Perhatikan adanya bilier atau obstruksi usus, Reaksi fototerapi dikontraindikasikan pada kondisi ini karena fotoisomer bilirubin yang diproduksi dalam kulit dan jaringan subkutan dengan pemajanan pada terapi sinar tidak dapat diekskresikan.
 - c. Ukur kuantitas foto energi bola lampu fluorensen (sinar putih atau biru) dengan menggunakan fotometer.
 - d. Intensitas sinar menembus permukaan kulit dari spectrum biru menentukan seberapa dekat bayi ditempatkan terhadap sinar. Sinar biru khusus dipertimbangkan lebih efektif daripada sinar putih dalam meningkatkan pemecahan bilirubin.
 - e. Letakkan bayi di bawah sinar sesuai dengan yang di indikasikan.
 - f. Tutupi mata bayi dengan potongan kain, pastikan bahwa potongan kain tersebut tidak menutupi hidung bayi. Inspeksi mata setiap 2 jam untuk pemberian makan. Sering pantau posisi. Prosedur mencegah kemungkinan kerusakan retina dan konjungtiva dari sinar intensitas tinggi. Pemasangan yang tidak tepat dapat menyebabkan iritasi, abrasi kornea dan konjungtivitis, dan penurunan pernapasan oleh obstruksi pasase nasal.
 - g. Tutup testis dan penis bayi pria. Prosedur mencegah kemungkinan kerusakan penis dari panas
2. Ubah posisi bayi setiap 2 jam.

Prosedur memungkinkan pemajanan seimbang dari permukaan kulit terhadap sinar fluoresen, mencegah pemajanan berlebihan dari bagian tubuh individu dan membatasi area tertekan.

3. Pastikan bayi diberi makan
 - a. Dorong ibu menyusui sesuai kebutuhan tetapi minimal setiap 2 jam
 - b. Selama pemberian makan, pindahkan bayi dari unit fototerapi dan lepaskan kain penutup mata.
 - c. Memberikan suplemen atau mengganti ASI dengan jenis makanan atau cairan lain tidak diperlukan (mis: pengganti ASI, air, air gula, dsb)
 - d. Jika bayi mendapatkan cairan IV atau perasaan ASI, tingkatkan volume cairan dan/atau susu sebanyak 10% volume harian total perhari selama bayi dibawah sinar fototerapi
 - e. Jika bayi mendapatkan cairan IV atau diberi makan melalui selang lambung, jangan memindahkan bayi dari sinar fototerapi.
4. Perhatikan bahwa feses bayi warna dan frekuensi defekasi dapat menjadi encer dan urin saat bayi mendapatkan fototerapi. Hal ini tidak membutuhkan penanganan khusus. Prosedur defekasi encer, sering dan kehijauan serta urin kehijauan menandakan keefektifan fototerapi dengan pemecahan dan ekskresi bilirubin.
5. Dengan hati-hati cuci area perianal setelah setiap defekasi, inspeksi kulit terhadap kemungkinan iritasi dan kerusakan.

Prosedur membantu mencegah iritasi dan ekskoriasi dari defekasi yang sering atau encer.

6. Lanjutkan terapi dan uji yang diprogramkan lainnya:
 - a. Pindahkan bayi dari unit fototerapi hanya selama prosedur yang tidak dapat dilakukan saat dibawah sinar fototerapi
 - b. Jika bayi mendapatkan oksigen, matikan sinar sebentar saat mengamati bayi untuk mengetahui adanya sianosis sentral (lidah dan bibir biru).
7. Pantau kulit bayi dan suhu inti setiap 2 jam atau lebih sering sampai stabil (mis, suhu aksila 97,8 F, suhu rectal 98,9 F). Prosedur fluktuasi pada suhu tubuh dapat terjadi sebagai respons terhadap pemajanan sinar, radiasi dan konveksi.
8. Pantau masukan dan haluaran cairan, timbang BB bayi dua kali sehari. Perhatikan tanda- tanda dehidrasi (mis, penurunan haluaran urine, fontanel tertekan, kulit hangat atau kering dengan turgor buruk, dan mata cekung). Tingkatkan masukan cairan per oral sedikitnya 25%. peningkatan kehilangan air melalui feses dan evaporasi dapat menyebabkan dehidrasi.
9. Ukur kadar bilirubin serum setiap 12 jam: penurunan kadar bilirubin menandakan keefektifan fototerapi, peningkatan yang kontinu menandakan hemolisis yang kontinu dan dapat menandakan kebutuhan terhadap transfusi tukar.

- a. Hentikan fototerapi jika kadar bilirubin serum di bawah kadar saat fototerapi di mulai atau 15mg/dl (260umol), mana saja yang lebih rendah.
 - b. Jika bilirubin serum mendekati kadar yang membutuhkan tranfusi tukar atau pemindahan dan segera rujuk bayi kerumah sakit tersier atau pusat spesialisasi untuk tranfusi tukar, jika memungkinkan. Kirim sampel darah ibu dan bayi.
10. Jika serum bilirubin tidak dapat diukur, hentikan fototerapi setelah tiga hari. Bilirubin pada kulit dengan cepat menghilang dibawah fototerapi. Warna kulit tidak dapat digunakan sebagai panduan kadar bilirubin serum selama 24 jam setelah penghentian fototerapi
11. Setelah fototerapi dihentikan :
 - a. Amati bayi selama 24 jam dan ulangi pengukuran bilirubin serum, jika memungkinkan atau perkiraan ikterus dengan menggunakan metode klinis.
 - b. Jika ikterus kembali ke atau di atas kadar di mulainya fototerapi, ulangi fototerapi dengan banyak waktu yang sama seperti awal pemberian. Ulangi langkah ini setiap kali fototerapi dihentikan sampai pengukuran atau perkiraan bilirubin tetap di bawah kadar yang membutuhkan fototerapi.

12. Jika fototerapi tidak lagi dibutuhkan, bayi makan dengan baik dan tidak terjadi masalah lain yang membutuhkan hospitalisasi, pulangkan bayi.
13. Ajari ibu cara mengkaji ikterus, dan anjurkan ibu kembali jika bayi menjadi lebih ikterus.

2.4 Keaslian Penelitian

Penelitian tentang “ Bilirubin “ yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu.

No	Judul penelitian	Variabel penelitian	Jenis penelitian	Hasil penelitian
1	Studi Komperatif Kadar bilirubin Pada Bayi Baru Lahir Dengan Fototerapi Yang Diberikan ASI Eksklusif Dan Non Eksklusif Di RST Malang	Variabel terikat : ASI eksklusif Variabel bebas: kadar bilirubin pada BBLR yang dilakukan fototerapi	Komperatif Non Eksperimental dengan rancangan prospektif	Ada perbedaan yang signifikan antara nilai kadar bilirubin total pada bayi yang diberi ASI eksklusif dan Non eksklusif (Rata-rata nilai penurunan bilirubin pada bayi baru lahir yang dilakukan fototerapi dengan pemberian Non eksklusif lebih tinggi dari pada pemberian ASI eksklusif
2	Pemberian ASI Efektif Mempersingkat Durasi pemberian Fototerapi	Variable terikat : ASI dan Susu formula, ASI, Susu	Deskriptif dengan rancangan prospektif	Tidak terdapat perbedaan status hidrasi dan persentase penurunan nilai total serum

		<p>formula</p> <p>Variabel bebas : kadar bilirubin yang dilakukan fototerapi</p>		<p>bilirubin. Tetapi durasi fototerapi pada bayi yang diberikan ASI lebih singkat dari pada yang diberikan tambahan susu formula</p>
3	<p>Pemberian Fototerapi Dengan Penurunan Kadar Bilirubin Dalam Darah Bayi BBLR Dengan Hiperbilirubinemia</p>	<p>Variabel terikat : kadar bilirubin</p> <p>Variabel bebas : waktu fototerapi</p>	<p>Deskriptif Kolerasi</p>	<p>Ada hubungan yang signifikan antara tingkat lamanya waktu pemberian fototerapi dengan penurunan kadar bilirubin dalam darah BBLR dengan hiperbilirubinemia</p>
4	<p>Pengaruh cahaya terhadap kadar bilirubin total serum segera dan serum simpan pada suhu 20 – 25 ° C selama 24 jam</p>	<p>Variable terikat : Kadar Bilirubin Total serum segera dan serum simpan suhu 20 – 25 ° C</p> <p>Variabel bebas : Serum simpan suhu 20 – 25 ° C selama 24 jam</p>	<p>Eksperimen dengan pendekatan <i>Cross Sectional</i></p>	<p>Pemeriksaan BilirubinTotal tidak bisa dilakukan setelah penyimpanan 24 jam pada suhu ruang dengan paparan cahaya lampu</p>

- Nama Peneliti : Deddie Nova Hermansyah
- Judul Penelitian : Perbedaan penurunan Kadar Bilirubin sebelum dan sesudah Fototerapi pada Bayi Baru Lahir dengan pemberian Susu Formula.
- Tahun : 2019-2020
- Jenis Penelitian : Observasi dengan pendekatan cross sectional analitik komparatif yaitu mengetahui perbedaan penurunan kadar bilirubin sebelum dan sesudah fototerapi pada Bayi Baru Lahir dengan pemberian Susu Formula.
- Variabel penelitian :
- ❖ Variabel bebas : Pemberian Susu Formula
 - ❖ Variabel terikat : Kadar Bilirubin pada bayi yang dilakukan Fototerapi.