



# PEDOMAN

PETUNJUK PRAKTIS  
TERAPI INSULIN PADA PASIEN  
DIABETES MELITUS  
2021

COPYRIGHT

# PEDOMAN

PETUNJUK PRAKTIS TERAPI INSULIN PADA  
PASIEN DIABETES MELITUS

**2021**

**TIM PENYUSUN REVISI**

**KETUA**

Dr. dr. Sony Wibisono, SpPD, K-EMD, FINASIM

**ANGGOTA TIM**

Prof. dr. Djoko Wahono Soetmadji, SpPD, K-EMD, FINASIM

Prof. Dr. dr. Agung Pranoto, SpPD, K-EMD, M. Kes, FINASIM

dr. Mardianto, SpPD, K-EMD, FINASIM

dr. Alwi Shahab, SpPD, K-EMD, FINASIM

Dr. dr. Jazil Karimi, SpPD, K-EMD, FINASIM

Dr. dr. Tri Juli Edi Taringan, SpPD, K-EMD, FINASIM

Dr. dr. Tjokorda Gede Dalem Pemanyun, SpPD, K-EMD, FINASIM

dr. R. Bowo Pramono, SpPD, K-EMD, FINASIM

dr. Nanang Miftah Fajari, SpPD, K-EMD, FINASIM

**Penerbit**  
**PB. PERKENI**

**Hak Cipta dilindungi Undang-Undang**

Pedoman Petunjuk Praktis Terapi Insulin Pada Pasien Diabetes Melitus 2021

**Disusun oleh:**

Tim Penyusun Buku Pedoman Petunjuk Praktis Terapi Insulin Pada Pasien Diabetes Melitus 2021

**Penerbit:** PB PERKENI

Dilarang memperbanyak, mencetak, dan menerbitkan sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara dan bentuk apapun juga tanpa seizin penulis dan penerbit.

© 2021 Program dilaksanakan tanpa ada '*conflict of interest*' dan intervensi dari pihak manapun, baik terhadap materi ilmiah maupun aktivitasnya.

Cetak pertama: Juli 2021

ISBN: 978-602-53035-8-6



# PEDOMAN

# PETUNJUK PRAKTIS TERAPI

# INSULIN PADA

# PASIEN DIABETES MELITUS

# 2021

TIM PENYUSUN REVISI

**KETUA** Dr. dr. Sony Wibisono, SpPD, K-EMD, FINASIM

## ANGGOTA TIM

Prof. dr. Djoko Wahono Soetmadji, SpPD, K-EMD, FINASIM

Prof. Dr. dr. Agung Pranoto, SpPD, K-EMD, M. Kes, FINASIM

dr. Mardianto, SpPD, K-EMD, FINASIM

dr. Alwi Shahab, SpPD, K-EMD, FINASIM

Dr. dr. Jazil Karimi, SpPD, K-EMD, FINASIM

Dr. dr. Tri Juli Edi Taringan, SpPD, K-EMD, FINASIM

Dr. dr. Tjokorda Gede Dalem Pemanyun, SpPD, K-EMD, FINASIM

dr. R. Bowo Pramono, SpPD, K-EMD, FINASIM

dr. Nanang Miftah Fajari, SpPD, K-EMD, FINASIM

Diterbitkan bersama oleh:

Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI)

**EDITOR dan MEDICAL WRITER** dr. Aldisa Ayu Pratiwi

Jakarta, Juli 2021

# DAFTAR NAMA PENANDATANGAN REVISI PEDOMAN PETUNJUK PRAKTIS TERAPI INSULIN PADA PASIEN DIABETES MELITUS

Prof. Dr. dr. A.A.G Budhiarta, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. A.A Gede Budhitresna, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Achmad Rudijanto, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Agung Pranoto, SpPD-KEMD, M.Kes, FINASIM  
dr. Agus Parintik Sambo, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Ali Baswedan, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Alwi Shahab, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Andi Makbul Aman, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Andra Aswar, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Ari Sutjahjo, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Aris Wibudi, SpPD-KEMD, PhD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Asdie H.A.H., SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Askandar Tjokroprawiro, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Asman Manaf, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Augusta Y.L. Arifin, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Aywar Zamri, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Bastanta Tarigan, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Med. Benny Santosa, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Boedisantoso Ranakusuma, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. R. Bowo Pramono, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Budiman, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Brama Ihsan Sazli, SpPD, K-EMD, FINASIM  
dr. Cornelia Wahyu Danawati, SpPD-KEMD, PhD, FINASIM  
dr. Dante Saksono Harbuwono, SpPD-KEMD, PhD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Darmono, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Deasy Ardiany, SpPD, K-EMD, FINASIM  
dr. Dewi Catur Wulandari, SpPD, K-EMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Dharma Lindarto, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Dian Anindita Lubis, SpPD, K-EMD  
dr. Diana Novitasari, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Dicky L Tahapary, SpPD, K-EMD, PhD, FINASIM  
dr. Dinda Aprilia, SpPD, K-EMD, FINASIM  
Prof. Dr. Djoko Wahono Soetmadji, SpPD- KEMD  
Dr. dr. R.R. Dyah Purnamasari, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Dwि Sutanegara, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Em Yunir, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Eva Decroli, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Fabiola MS Adam, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Fatimah Eliana, SpPD-KEMD, FINASIM

dr. FX Suharnadi, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Gatut Semiardji, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Hari Hendarto, SpPD-KEMD, PhD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Harsinen Sanusi, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Hemi Sinorita, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Hendra Zufry, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Harli Amir Mahmudji, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Hermawan Susanto, SpPD, K-EMD, FINASIM  
dr. Hermina Novida, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Hikmat Permana, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Himawan Sanusi, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Hoo Yumilia, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Husaini Umar, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Ida Ayu Made Kshanti, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. IGN Adhiarta, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Ikhsan Mokoagow, SpPD, K-EMD, FINASIM  
Dr. dr. I Made Pande Dwipayana, SpPD-KEMD  
Prof. Dr. DR. Imam Subekti, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. Indra Wijaya, SpPD-KEMD, FINASIM  
DR. Dr. Jazil Karimi, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Johan S. Masjhur, SpPD-KEMD, SpKN, FINASIM  
dr. Johanes Purwoto, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. John MF Adam, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Jongky Hendro Prayitno, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. K. Heri Nugroho H.S, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. K. Herry Nursetiyanto, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Karel Pandelaki, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Ketut Suastika, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Khomimah, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Krishna Wardhana Sucipto, SpPD-KEMD  
dr. Laksmi Sasiarini, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Latif Choibar Caropeboka, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Leny Puspitasari, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Libriansyah, SpPD, K-EMD, FINASIM  
dr. Lindawati, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Lita Septina, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Mardi Santoso, SpPD, K-EMD, FINASIM  
dr. Mardianto, SpPD, K-EMD, FINASIM  
Dr. dr. Made Ratna Saraswati, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Marina Epriliawati, SpPD, K-EMD, FINASIM  
dr. Melati Silvanni, SpPD, K-EMD, FINASIM

dr. Mohammad Robikhul Ikhsan, SpPD-KEMD, M.Kes, FINASIM  
dr. Munirulanam, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. M. Aron Pase, SpPD, K-EMD, FINASIM  
dr. Myrna Martinus, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Nanang Miftah Fajari, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Nanang Soebijanto, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Nanny Natalie M. Soetedjo, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Ndaru Murti Pangesti, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Nenfiati, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Nur Anna Calimah Sa'diah, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Nurmilawati, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Octo Indradjaja, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Olly Renaldi, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Olivia Cicilia Walewangko, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Pandji Muljono, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Pradana Soewondo, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Putu Moda Arsana, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Ratna Maila Dewi Anggraini, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Rochsismandoko, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Pugud Samodro, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Roy Panusunan Sibarani, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Rulli Rosandi, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Santi Syafril, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Sarwono Waspadji, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Sebastianus Jobul, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Sidartawan Soegondo, SpPD-KEMD, FINASIM  
FACE  
Prof. Dr. dr. Syafril Syahbuddin, SpPD-KEMD, FINASIM

Prof. dr. Slamet Suyono, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Soebagijo Adi Soelistijo, SpPD-KEMD, FINASIM, FACP  
dr. Soesilowati Soerachmad, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Sony Wibisono Mudjanarko, SpPD-KEMD, FINASIM  
Prof. dr. Sjafril Syahbuddin, SpPD, K-EMD, FINASIM  
Prof. Dr. dr. Sri Hartini Karjadi, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Sri Murtwi, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Suharko Soebardi, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Supriyanto Kartodarsono, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Surasmo, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Susie Setyowati, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Tania Tedjo Minuljo, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Teddy Ervano, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Tjokorda Gde Dalem Pemayun, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. Tony Suhartono, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Tri Juli Edi Tarigan, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Vina Yanti Susanti, SpPD-KEMD, PhD, FINASIM  
dr. Waluyo Dwi Cahyo, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Wardhana, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Wismandari Wisnu, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Wira Gotera, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Yensuari, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Yosephine Yossy, SpPD-KEMD, FINASIM  
Dr. dr. Yuanita Asri Langi, SpPD-KEMD, FINASIM  
dr. Yulianto Kusnadi, SpPD-KEMD, FINASIM

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, PEDOMAN PETUNJUK PRAKTIS TERAPI INSULIN PADA PASIEN DIABETES MELITUS – 2021 telah terbit. Tujuan dari penulisan pedoman terapi insulin ini sebagai panduan bagi sejawat dokter penyakit dalam maupun dokter konsultan endokrinologi dalam tatalaksana pasien Diabetes Melitus (DM) yang memerlukan terapi insulin. Pedoman ini merupakan penyempurnaan dari edisi 2019 dan telah disusun berdasarkan literature terbaru serta pengalaman ahli.

Seperti yang telah kita ketahui bahwa jumlah pasien DM di Indonesia terus meningkat. Kesadaran hidup sehat yang rendah serta kurangnya kepatuhan minum obat hipoglikemia oral (OHO) dapat membuat seseorang jatuh ke dalam kondisi komplikasi DM sehingga sering kali membutuhkan terapi insulin. Saat ini insulin telah diproduksi dalam berbagai jenis dengan spesifikasi yang berbeda – beda dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pasien.

Pedoman ini merupakan hasil kerjasama maksimal dari berbagai pihak, oleh karena itu, PERKENI mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dan membantu dalam penyusunan pedoman ini. Kami berharap pedoman ini dapat bermanfaat bagi para sejawat dalam memberikan pelayanan yang terbaik untuk pasien.

**Prof. Dr. dr. Ketut Suastika, SpPD, K-EMD, FINASIM**

Ketua PB PERKENI

# KATA SAMBUTAN

## KETUA UMUM PB PAPDI

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya atas diterbitkannya buku "**Pedoman Petunjuk Praktis Terapi Insulin Pada Pasien Diabetes Melitus 2021**"

Prevalensi diabetes melitus (DM) secara global terus meningkat hingga 3 kali lipat pada tahun 2030. Peningkatan ini sebenarnya telah diprediksi oleh *World Health Organization (WHO)* bahwa pada tahun 2030 akan mencapai 21,3 juta dan dari *International Diabetes Federation (IDF)* di tahun 2045 akan mencapai 16,7 juta. Kondisi di Indonesia tidak jauh berbeda, volume kejadian yang tinggi tentu saja diikuti dengan beban biaya yang tinggi pula. Diagnosis dini dan tatalaksana komprehensif pada penderita DM dapat menekan angka morbiditas dan mortalitas terhadap adanya penyakit komorbid ataupun komplikasinya. Namun, dalam upaya penatalaksanaan penderita DM masih terdapat kendala dari segi pasien, pelayanan ataupun pembiayaan kesehatan di Indonesia.

Dalam upaya menurunkan prevalensi DM yang semakin meningkat di masa depan, peran dari berbagai pihak terkait sangatlah diharapkan. Salah satu unsur yang memegang peranan penting adalah dokter dan tenaga kesehatan yang menangani kasus diabetes tersebut. Diabetes dengan segala keterkaitannya dengan penyakit lain akibat komplikasi akut dan kronik, membutuhkan penatalaksana yang komprehensif dan terintegrasi baik. Peran seorang dokter umum, dokter spesialis khususnya dokter spesialis penyakit dalam dan subspesialisasi endokrin, metabolismik dan diabetes beserta dokter subspesialisasi lain yang terkait memegang peranan penting.

Pada kesempatan ini saya sebagai Ketua Umum Pengurus Besar Perhimpunan Dokter Spesialis Penyakit Dalam Indonesia (PB PAPDI) menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) yang telah menyusun buku Pedoman Petunjuk Praktis Terapi

Insulin Pada Pasien Diabetes Melitus 2021 yang merupakan karya yang sangat berharga dan bermanfaat dari para Sejawat dari Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI).

Semoga pedoman ini dapat bermanfaat dan menjadi panduan bagi para dokter di Indonesia dalam penanganan diabetes melitus secara komprehensif.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

**Dr. dr. Sally Aman Nasution, SpPD, K-KV, FINASIM, FACP**

Ketua Umum PB PAPDI

# DAFTAR

# SINGKATAN

AIC	Hemoglobin-glikosilat/HbA1c
AACE	American Association of Clinical Endocrinologist
ADA	American Diabetes Association
CSII	Continous Subcutaneous Insulin Infusion
DM	Dabetes Melitus
DMT1	Dabetes Melitus Tipe 1
DMT2	Dabetes Melitus Tipe 2
FRC	<i>Fixed Ratio Combination</i>
GD	Glukosa Darah
GDP	Glukosa Darah Puspa
GDPP	Glukosa Darah Post Prandial
GDS	Glukosa Darah Sewaktu
GGK	Gagal Ginjal Kronik
GLP-1 RA	Glucagon Like Peptide-1 Receptor Agonist
IV	Intravena
KAD	Keto Asidosis Dabetik
LFG	Laju Filtrasi Glomerulus
OHD	Obat Hpglikemik Oral
SMBG	<i>Self Monitoring Blood Glucose</i>
SK	Subkutan
SH	Status Hperglikemia Hperosmolar

# DAFTAR ISI

BAB I	PENDAHULUAN	1
BAB II	SEDAAN INSULIN	2
	A Klasifikasi Insulin	2
	B Konsep Insulin Basal dan Prandial	6
	C Insulin Biosimilar	7
	D Insulin Premixed	7
	E Fixed Ratio Combination	7
	F Fungsi dan Efek Insulin	9
BAB III	TERAPI INSULIN PADA RAWAT JALAN	10
	A Farmakoterapi	10
	B Indikasi Insulin	10
	C Terapi Insulin	11
	D Penentuan Jenis Insulin	16
	E Strategi Praktis Terapi Insulin	16
	F Cara Pemberian Insulin	24
	G Sasaran Kendali Glikemik	24
BAB IV	TERAPI INSULIN PADA PASIEN DIABETES DENGAN TERAPI STEROID	25
	A Faktor Predisposisi Risiko Hipoglikemia	25
	B Sasaran Glukosa Darah Pasien dengan Pemakaian Steroid	25
	C Pilihlah Insulin	25
	D Terapi Insulin pada Pasien DM dengan Terapi Steroid	26
	E Terapi Insulin pada Pasien Hiperglikemia karena Induksi Steroid	27
BAB V	TERAPI INSULIN PADA PASIEN RAWAT INAP DENGAN HIPERGLIKEMIA	32
	A Indikasi Terapi Insulin	32
	B Sasaran Kendali Glikemik	33
	C Kebutuhan Insulin pada Pasien Rawat Inap	33
	D Protokol Terapi Insulin	36
	E Pemantauan Glukosa Darah	38
	F Transisi Terapi Insulin dari Intravena ke Subkutan	39
BAB VI	TERAPI INSULIN PADA PEROPERATIF	40
BAB VII	TERAPI INSULIN PADA KRISIS HPERGLIKEMIA	42
	A Definisi dan Diagnosis Krisis Hiperglikemia	42
	B Terapi Krisis Hiperglikemia	43

BAB VIII	KEAMANAN DAN EFEK SAMPING INSULIN	47
A	Penggunaan pada Wanita Hamil	47
B	Hipoglikemia	48
C	Kenaikan Berat Badan	49
D	Edema Insulin	49
E	Lipodistrofi	49
BAB IX	TEKNIK PENYUNTIKKAN DAN PENYIMPANAN INSULIN	50
A	Teknik Penyuntikkan Insulin	50
B	Teknik Penyimpanan Insulin	51

# DAFTAR TABEL

II.1	Karakteristik Insulin	5
III.1	Regimen Terapi Insulin pada Anak dengan DM Tipe 1	12
III.2	Sasaran Kendali Glikemik pada Masa Transisi DM Tipe 1	14
III.3	Terapi Insulin Pasien Dewasa dengan DM Tipe 1	14
III.4	Terapi Insulin Pasien Dewasa dengan DM Tipe 2	15
III.5	Kelebihan dan Kekurangan <i>Human Insulin</i> dan Insulin Analog	18
III.6	Sasaran Glikemik untuk Pasien Diabetes	24
IV.1	Petunjuk Umum Terapi Insulin pada Pasien DM dengan Terapi Steroid	26
IV.2	Petunjuk Umum Terapi Insulin pada Pasien Dewasa dengan DM Tipe 2 dan Terapi Steroid	27
IV.3	Petunjuk Umum Terapi Insulin pada Pasien Dewasa dengan DM Tipe 1 dan Terapi Steroid	28
IV.4	Petunjuk Penanganan Hiperglikemia yang Diinduksi Steroid pada Pasien Rawat Inap	29
IV.5	Petunjuk Penanganan Hiperglikemia yang Diinduksi Steroid pada Pasien Rawat Jalan	30
IV.6	Petunjuk Pemantauan Glukosa Darah Pasien Diabetes dengan Pemakaian Steroid	30
V.1	Regimen Terapi Dosis Insulin Terbagi pada Pasien Rawat Inap	37
V.2	Regimen Terapi Dosis Insulin Koreksional pada Pasien Rawat Inap	38
V.3	Pemantauan Glukosa Darah pada Pasien Rawat Inap	38
V.4	Contoh Perhitungan Perubahan Dosis dari Pemberian Infus Intravena ke Subkutan	39
VI.1	Strategi Pemberian Insulin pada Pasien Perioperatif	41
VII.1	Kriteria Diagnosis KAD dan SHH	43
VII.2	Skema Penatalaksanaan KAD dan SHH	45
VIII.1	Klasifikasi Hipoglikemia	48

# DAFTAR GAMBAR

II.1	Pola Farmakokinetik Berbagai Jenis Insulin	6
II.2	Efek Multipel Insulin	9
III	Terapi Inisiasi dan Intensifikasi Insulin	20
III.2	Algoritma Strategi Umum Terapi Insulin Rawat Jalan	23
IV.1	Algoritma Kontrol Glukosa Darah Pasien DM Terinduksi Steroid	28
V.1	Kebutuhan Insulin pada Pasien Rawat Inap	34
V.2	Insulin Intravena Kontinyu pada Pasien Rawat Inap	36
VI.1	Skema Tatalaksana Pasien Perioperatif	40
VI.2	Tatalaksana Insulin Perioperatif pada DM Tipe 2	40



## BAB I

# Pendahuluan

Federasi Diabetes Internasional (IDF) Atlas 2017 edisi ke-8 mengungkapkan Indonesia saat ini menduduki peringkat ke-6 dunia dengan jumlah pasien terbesar yaitu sebanyak 10,3 juta jiwa. Angka tersebut diprediksi akan terus meningkat hingga 16,7 juta jiwa pada tahun 2045.<sup>1</sup> Hasil Riset Kesehatan Dasar (Risksdas) Tahun 2018 menunjukkan bahwa prevalensi pasien diabetes naik menjadi 8,5% dari 6,9% (Tahun 2013).<sup>2</sup> Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit kompleks dan progresif yang terapinya secara bertahap perlu ditingkatkan.<sup>3</sup> Jika tidak dikelola dengan baik DM dapat menyebabkan terjadinya komplikasi jangka panjang. Kendali glukosa darah pasien DM dapat dicapai mulai dari perubahan pola hidup, obat anti hiperglikemia oral, hingga insulin.<sup>4,5,6,7,8</sup>

Pasien dengan Diabetes Melitus Tipe 1 (DMT1), Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2), DM tipe lain, maupun Diabetes Gestasional yang membutuhkan insulin perlu dikonsultasikan pada sejawat penyakit dalam atau sejawat konsultan endokrin untuk menentukan jenis maupun dosis insulin.<sup>9,10</sup> Pada buku konsensus terbaru ini terdapat beberapa perubahan dengan adanya insulin modern serta pemakaian insulin baru dalam pengelolaan pasien DM tipe 2 rawat jalan maupun rawat inap. Panduan ini disusun berdasar pengalaman serta pengetahuan yang mendalam dari berbagai sumber. Buku ini sangat tepat untuk sejawat penyakit dalam dan sejawat konsultan endokrin dalam pengelolaan pasien DM yang membutuhkan insulin.

## BAB II

# Sediaan Insulin

Insulin telah digunakan sejak tahun 1922, lama sebelum obat hipoglikemik oral ditemukan.<sup>11</sup> Tujuan terapi insulin adalah menyamakan dengan pola sekresi insulin endogen pada individu normal.<sup>12</sup> Oleh sebab itu setiap dokter harus memahami farmakokinetik dan farmakodinamik sediaan insulin, agar dalam praktik sehari-hari dapat menggunakan insulin dengan tepat tanpa efek samping.

## A. KLASIFIKASI INSULIN

Terdapat berbagai ketersediaan Insulin di Indonesia, yang dapat dikelompokkan berdasarkan 3 hal yaitu fungsi insulin terhadap kontrol glukosa darah, jenis bahan pembuatan insulin, dan profil farmakokinetik.

### A.1. Karakteristik Insulin berdasarkan Fungsi Kontrol Glukosa Darah

#### a. Insulin Prandial

Insulin yang berfungsi untuk mengontrol kenaikan kadar glukosa darah setelah makan (*post-prandial*). Insulin prandial diberikan sebelum makan (*pre-meal*). Jenis insulin yang tergolong dalam kategori ini adalah insulin yang memiliki lama kerja pendek atau cepat.<sup>13</sup>

#### b. Insulin Basal

Insulin basal dapat diberikan sebanyak satu atau dua kali sehari, diantara waktu makan malam dan tengah malam dengan menyesuaikan produksi glukosa hepatis endogen. Berdasarkan profil farmakokinetiknya, insulin yang termasuk ke dalam golongan ini adalah insulin kerja menengah atau lama.<sup>13</sup>

### A.2. Karakteristik Insulin berdasarkan Jenis Insulin

#### a. Human Insulin

#### b. Insulin analog<sup>14</sup>

#### c. Insulin biosimilar<sup>15</sup>

### A.3. Karakteristik Insulin berdasarkan Lama Kerja

- a. Insulin kerja pendek/cepat : lama kerja 4 → 8 jam, digunakan untuk mengendalikan glukosa darah sesudah makan, dan diberikan sesaat sebelum makan.<sup>16,17,18</sup>
- b. Insulin kerja menengah: lama kerja 8 → 12 jam, diabsorpsi lebih lambat, dan menirukan pola sekresi insulin endogen (insulin basal). Digunakan untuk mengendalikan glukosa darah puasa (saat tidak makan/puasa).<sup>19</sup>
- c. Insulin kerja panjang: lama kerja 12 → 24 jam, diabsorpsi lebih lambat, mengendalikan glukosa darah puasa. Digunakan 1 kali (malam hari sebelum tidur) atau 2 kali (pagi dan malam hari).<sup>20</sup>
- d. Untuk memenuhi kebutuhan pasien tertentu, juga tersedia insulin campuran (*premixed*), yang merupakan campuran antara insulin kerja pendek dan kerja menengah (*Human Insulin*) atau insulin kerja cepat dan kerja menengah (insulin analog). Insulin campuran tersedia dalam perbandingan tetap (*fixed-dose ratio*) antara insulin kerja pendek atau cepat dan menengah.<sup>21</sup>

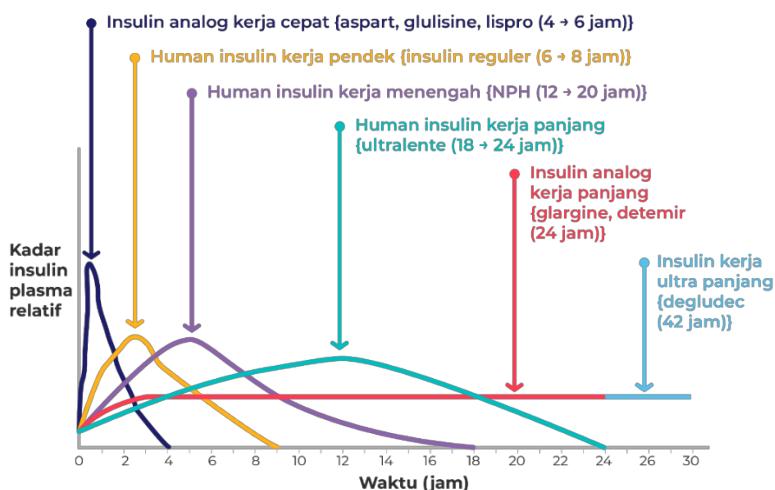
Dengan karakteristik yang dimilikinya (Tabel II.1), setiap insulin dapat dipilih dan digunakan sesuai dengan kebutuhan pasien DM.

**Tabel II.1 Karakteristik Insulin** <sup>17,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40</sup>

Fungsi Insulin	Jenis Insulin	Profil Farmakokinetik	Awitan (Onset)	Puncak Efek	Lama Kerja	Kemasan	
<b>Basal</b>	Human Insulin	Kerja Menengah <ul style="list-style-type: none"> <li>• Humulin® N</li> <li>• Insulatard®</li> <li>• Insuman® Basal</li> </ul>	1,5 → 4 jam	4 → 10 jam	5 → 12 jam	Vial Penfill Vial	
		Kerja Panjang <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glargine (Lantus®)</li> <li>• Detemir (Levemir®)</li> </ul>	1 → 3 jam	Hampir tanpa puncak	12 → 24 jam	Pen/Vial 100 U/mL Pen 100 U/mL	
		Kerja Ultra-Panjang <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degludec (Tresiba®)</li> </ul>	30 → 60 menit	Hampir tanpa puncak	Sampai 48 jam	Pen	
	Biosimilier Analog	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glargin (Basaglar ®)</li> </ul>	1 → 3 jam	Tanpa puncak	>24 jam	Pen 300 U/mL	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glargline (Ezelin ®)</li> </ul>	1 → 2 jam	Tanpa puncak	24 jam	Vial catridge disposable Penfill catridge 100 U/mL	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glargin (Basaglar ®)</li> </ul>	1 → 2 jam	Tanpa puncak	24 jam	Pen/flexpen 100 U/mL	
	Human Insulin (Reguler)	Kerja Pendek <ul style="list-style-type: none"> <li>• Humulin R®</li> <li>• Actrapid ®</li> <li>• Insuman®</li> <li>• Sansulin®</li> </ul>	30 → 45 menit	2 → 4 jam	6 → 8 jam	Vial Penfill	
		Kerja Cepat <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lispro (Humalog®)</li> <li>• Aspart (Novorapid®)</li> <li>• Glulisin (Apidra®)</li> </ul>	5 → 15 menit	1 → 2 jam	4 → 6 jam	Vial/pen Flexpen Vial/pen	
<b>Premixed</b>	Human Insulin	• Humulin® 30/70 regular, 70% NPH*	(30% regular, 70% NPH*)	30 → 60 menit	3 → 12 jam	14 – 24 jam	Vial 30/70 Penfill

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mixtard® 30/70 (30% regular, 70% NPH*)</li> </ul>				
Analog		<ul style="list-style-type: none"> <li>Humalog® Mix 25/75 (25% lispro, 75% protamin lispro)</li> </ul>	15 → 30 menit	1 → 4 jam	4 → 6 jam	Vial 10 mL; Pen 3 mL Penfill/flexpen
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Humalog® Mix 50/50 (50% protamin lispro, 50% lispro)</li> </ul>				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Novomix® 30/70 (30% aspart, 70% protamin aspart)</li> </ul>				
		<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Co-formulation Degludec-Aspart : Ryzodeg® 70/30 atau iDegAsp (70% degludec, 30% aspart)</i></li> </ul>	9 → 14 menit	72 → 80 menit	24 jam	Prefilled pen : 3 mL; 100 U/mL
<b>Fixed-Ratio Combination (Insulin Basal dan GLP-1 RA)</b>		Glargline/Lixisenatide (iGlarLixi) → Soliqua ®	Segera saat makan besar	Tanpa puncak	24 jam	<i>Pre-filled pen :</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Soliqua® 10 – 40 (mengandung 100 unit Glargine/mL + 50 mcg Lixisenatide/mL solution for injection)</li> <li>Soliqua® 30 – 60 (mengandung 100 unit Glargine/mL + 33 mcg Lixisenatide/mL solution for injection)</li> </ul>
		Degludec/Liraglutide (iDegLira) → Victoza ® dan Xultophy ® 100/3.6	Segera saat makan atau tanpa makan	Tanpa puncak	24 jam	<i>Pre-filled pen :</i> Xultophy® 100/3.6 (mengandung 1 unit Degludec + 0.036 mg Liraglutide)

Keterangan : GLP-1 RA (*Glucagon like peptide-1 receptor agonist*), NPH (*Neutral Protamine Hagedorn*)



Gambar II.1 Pola Farmakokinetik Berbagai Jenis Insulin<sup>41</sup>

## B. KONSEP INSULIN BASAL DAN PRANDIAL

Pada individu normal, insulin disekresikan oleh sel beta pada kondisi basal (puasa) untuk mengendalikan glukosa darah puasa.<sup>42</sup> Insulin juga disekresikan pada saat makan untuk mengendalikan glukosa darah sesudah makan.<sup>43</sup> Insulin basal merupakan insulin kerja panjang untuk memenuhi kebutuhan insulin basal metabolism tubuh (mengatur produksi glukosa hepar). Insulin basal merupakan formulasi insulin inisial untuk pasien dengan DMT2. Dosis awal bergantung pada berat badan ( $5 \rightarrow 10$  unit/hari atau  $0,1 \rightarrow 0,2$  unit/kgBB/hari) dan episode hiperglikemia, selain itu insulin ini memerlukan penyesuaian.<sup>44</sup> Pilihan insulinnya antara lain NPH kerja menengah 1 atau 2 kali sehari dan insulin glargine (100 unit atau 300 unit) sekali sehari atau degludec (100 unit atau 200 unit). Insulin analog kerja panjang (degludec, glargine, detemir) memiliki risiko hipoglikemia lebih rendah dibanding NPH namun lebih mahal.<sup>29,45</sup>

Pasien dengan DMT2 memerlukan insulin sebelum makan sebagai tambahan insulin basal. Dosis awal insulin pada waktu makan adalah 4 unit atau 10% dari dosis basal setiap makan.<sup>46</sup> Dosis penyesuaian dihitung berdasarkan pemantauan glukosa darah.

Apabila insulin prandial diberikan signifikan terutama saat makan malam maka dipertimbangkan untuk menurunkan dosis insulin basal.<sup>47</sup>

## C. INSULIN BIOSIMILAR

Insulin biosimilar dibuat sangat mirip dengan produk insulin original/rujukan, dengan menggunakan teknik yang serupa tapi tidak identik dengan yang digunakan oleh pemegang paten original. Jadi meskipun memiliki asam amino yang sama namun karakteristik dan profil klinisnya sedikit berbeda dengan originatornya. Imunogenitas, pembuatan, regulasi, dan substitusi merupakan aspek-aspek yang perlu dipertimbangkan dalam menggunakan insulin biosimilar.<sup>48</sup> Produsen biosimilar tidak harus mengeluarkan biaya riset dan pengembangan maupun uji klinis skala penuh, sehingga harganya mungkin lebih murah dari originatornya. Hal ini dapat mengurangi biaya pengobatan DM, memperluas kompetisi pasar, serta meningkatkan aksetabilitas dan menambah alternatif insulin bagi pasien DM.<sup>49</sup>

## D. INSULIN PREMIXED

Insulin campuran mengandung komponen basal dan prandial sehingga dapat memenuhi kebutuhan basal dan prandial dalam 1 kali injeksi. Terdapat 3 jenis insulin premixed antara lain NPH/regular premixed dan IDegAsp (Ryzodeg® 70/30). NPH/regular premixed terdiri dari 70% insulin NPH dan 30% insulin regular dua kali sehari sebelum sarapan dan sebelum makan malam. Dosis yang digunakan adalah 5 – 10 unit dua kali sehari ( $0,1 \rightarrow 0,2$  unit/kgBB dua kali sehari).<sup>50,51,52</sup> IDegAsp (Ryzodeg® 70/30) merupakan kombinasi insulin kerja panjang degludec 70% (Insulin analog) dan insulin kerja cepat aspart 30% (Insulin analog). Insulin ini disuntikkan subkutan 10 unit satu atau dua kali sehari ( $0,1 \rightarrow 0,2$  unit/kgBB satu kali sehari) sebelum makan. Penyesuaian dosis dilakukan 3 → 4 hari dengan algoritma 2 – 0 – 2 (tambahkan 2 unit jika glukosa darah puasa atau glukosa sebelum makan tidak tercapai; nol jika sasaran glukosa darah tercapai; turunkan 2 unit jika terjadi hipoglikemia).<sup>35,362</sup>

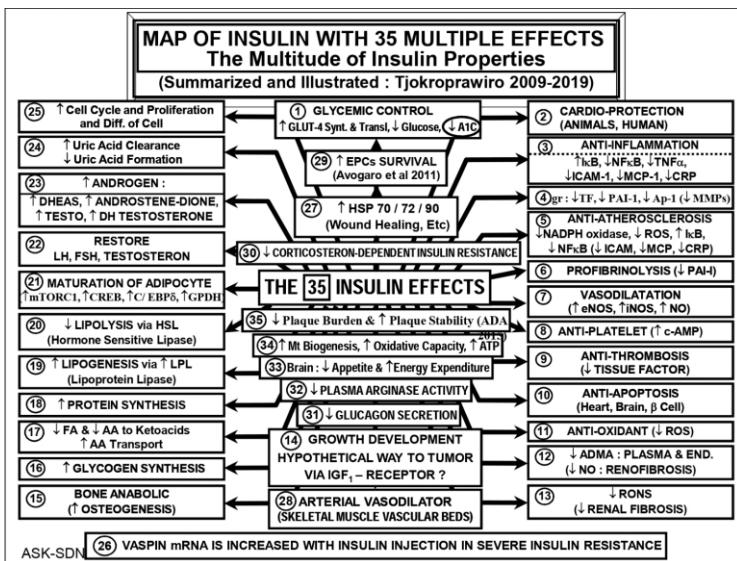
## E. FIXED-RATIO COMBINATION /FRC

### (BASAL INSULIN DAN AGONIS RESEPTOR GLP-1/GLP-1 RA)

*Fixed-ratio combination* merupakan terapi kombinasi dua jenis injeksi insulin yang memiliki mekanisme aksi yang saling melengkapi dalam satu dosis tunggal.<sup>53,54,55</sup> Insulin yang termasuk dalam golongan *fixed-ratio combination* antara lain IGlarLixi (Soliqua®) merupakan kombinasi Glargin dan Lixisenatide serta

IdegLira (Xultophy®) merupakan kombinasi Degludec dan Liraglutide.<sup>40,56,57</sup> IGlarLixi (Soliqua®) tersedia dalam bentuk pre-filled pen dalam dua sediaan antara lain Soliqua® 10 – 40 (mengandung 100 unit glargine/ml + 50 mcg lixisenatide/ml *solution for injection*) dan Soliqua® 30 – 60 (mengandung 100 unit glargine/ml + 33 mcg lixisenatide/ml *solution for injection*).<sup>37,38</sup> IdegLira tersedia dalam bentuk *pre-filled pen* yaitu Xultophy® 100/3.6 (mengandung 1 unit degludec + 0.036 mg liraglutide).<sup>40</sup>

## F. FUNGSI DAN EFEK INSULIN



Gambar II.2 Efek Multipel Insulin<sup>58</sup>

## BAB III

# Terapi Insulin pada Rawat Jalan

Manajemen terapi insulin pada pasien DM rawat jalan merupakan tantangan bagi klinisi karena pasien harus dapat melakukan pemantauan kontrol glukosa darah mandiri. Pasien harus sadar mengenai pentingnya modifikasi gaya hidup, monitoring glukosa darah mandiri, serta penggunaan insulin yang mudah dan aman. Selain itu, penting juga bagi klinisi untuk mengetahui informasi terkini mengenai berbagai produk insulin baru serta potensinya untuk mengoptimalkan kontrol glikemik dan menurunkan resiko komplikasi.<sup>59</sup> Bab ini akan menjelaskan mengenai jenis dan farmakoterapi insulin, indikasi, serta cara pemberiannya pada pasien rawat jalan.

## A. FARMAKOTERAPI

Penanganan DM dilakukan dengan modifikasi gaya hidup disertai dengan pilihan farmakoterapi antara lain yaitu<sup>60,61</sup> :

1. *Insulin sensitizers* : biguanid (metformin), tiazolidindion (pioglitazon)
2. *Insulin secretagogues* : sulfoniluria (glibenklamid, glipizid, glimepirid, gliclazid), glinid (repaglinid)
3.  $\alpha$ -glucosidase inhibitor : acarbose
4. agonis reseptor GLP-1/GLP-1 RA
5. Penghambat DPP4
6. Penghambat reseptor SGLT2
7. Insulin (**Lihat pada Tabel II.1**)

## B. INDIKASI INSULIN

### B.1 Indikasi Absolut

- a. DMT1
- b. DM Gestasional yang tak terkontrol<sup>62</sup>

## B.2 Indikasi Temporer

- a. Gagal mencapai sasaran dengan penggunaan kombinasi OHO (Obat Hipoglikemia Oral) dosis optimal ( $3 \rightarrow 6$  bulan).
- b. Dekompensasi metabolik, yang ditandai antara lain dengan: gejala klasik diabetes (polidipsia, poliuria, polifagia) dan penurunan berat badan disertai glukosa darah puasa (GDP)  $\geq 250$  mg/dL atau glukosa darah sewaktu (GDS)  $> 300$  mg/dL atau HbA1c  $> 9\%$ , dan/atau sudah mendapatkan terapi OHO.<sup>63</sup>
- c. Terapi steroid dosis tinggi yang menyebabkan glukosa darah tidak terkendali.<sup>64</sup>
- d. Perencanaan operasi yang kadar glukosa darahnya perlu segera diturunkan (lihat Bab VI. Terapi Insulin Pada Perioperatif).<sup>65</sup>
- e. Beberapa kondisi tertentu yang dapat memerlukan pemakaian insulin, seperti infeksi (tuberkulosis), penyakit hati kronik, dan gangguan fungsi ginjal.<sup>66,67,68</sup>

## C. TERAPI INSULIN

### C.1 Terapi Insulin pada DM Tipe 1

Pada pasien DMT1, terapi insulin mulai diberikan pada saat diagnosis ditegakkan. Jumlah insulin yang diberikan disesuaikan dengan aktivitas fisik, pola makan, dan berat badan yang sesuai dengan proses tumbuh kembang. Prinsip terapi insulin pada DMT1 sesuai dengan Konsensus Nasional Pengelolaan Diabetes Melitus Tipe 1 yang dikeluarkan oleh UKK Endokrinologi Anak & Remaja Ikatan Dokter Anak Indonesia (2015) adalah sebagai berikut:

1. Regimen insulin sangat bersifat individual.
2. Pemilihan regimen harus memperhatikan faktor umur, lama menyandang DMT1, gaya hidup (pola makan, kegiatan fisik, sekolah, dll.), sasaran kendali glikemik, dan kebiasaan individu/keluarga.
3. Kecil kemungkinannya untuk mencapai normoglikemiasa pada anak dan remaja dengan pemberian insulin 1 kali/hari.
4. Insulin tidak boleh dihentikan meskipun pada keadaan sakit.
5. Konsep basal-bolus memiliki kemungkinan terbaik menyerupai sekresi insulin fisiologis.

6. Sangat dianjurkan paling tidak menggunakan 2 kali injeksi insulin per hari (campuran insulin kerja cepat/pendek dengan insulin basal).
7. Pada fase remisi seringkali hanya memerlukan 1 kali suntikan insulin kerja menengah, panjang atau basal untuk mencapai kendali metabolismik yang baik.<sup>69</sup>

Pada umumnya, kebutuhan insulin basal adalah  $0,5 \rightarrow 1$  unit/kgBB/hari. Penyesuaian dosis biasanya dibutuhkan pada *honeymoon period* (saat fase awal DMT1 sel beta pankreas masih memiliki kemampuan untuk memproduksi insulin), masa remaja, masa sakit, dan sedang menjalani pembedahan. Dalam konsensus yang sama, IDAI merekomendasikan beberapa regimen insulin yang dapat digunakan (**Tabel II.1**). Regimen apa pun yang digunakan, sangat dianjurkan untuk memantau glukosa darah secara mandiri di rumah untuk memudahkan dosis penyesuaian insulin ataupun diet. Parameter objektif keadaan metabolisme glukosa darah yang dapat dipercaya saat ini adalah pemeriksaan serum HbA1c, sehingga wajib dilakukan setiap 3 bulan.<sup>69</sup>

**Tabel III.1 Regimen Terapi Insulin pada Anak – Anak Pasien DMT1**

Regimen	Keterangan
<b>Regimen Campuran</b>	
<b>Injeksi 1 kali/hari</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Insulin kerja menengah atau kombinasi kerja cepat/pendek dengan kerja menengah.</li> <li>Seringkali tidak sesuai untuk diterapkan pada pasien anak/remaja dengan DMT1.</li> <li>Dapat diberikan untuk sementara pada fase remisi.</li> </ul>
<b>Injeksi 2 kali/hari</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campuran insulin kerja cepat/pendek dan kerja menengah.</li> <li>Diberikan sebelum makan pagi dan sebelum makan malam.</li> <li>Biasanya diberikan kepada anak-anak yang lebih muda.</li> </ul>
<b>Injeksi 3 kali/hari</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campuran insulin kerja cepat/pendek dengan menengah.</li> <li>Diberikan sebelum makan pagi dan malam.</li> <li>Insulin kerja cepat/pendek diberikan sebelum makan siang/selingan sore.</li> <li>Biasanya digunakan pada anak yang lebih tua dan remaja yang kebutuhan insulinnya tidak terpenuhi dengan regimen 2 kali/hari.</li> </ul>
<b>Regimen Basal-bolus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Insulin kerja cepat/pendek diberikan sebelum makan utama (makan pagi, siang, malam) dengan insulin kerja menengah atau kerja panjang diberikan 1 kali/hari (pagi atau malam hari).</li> </ul>

## Pompa Insulin

- Hanya boleh menggunakan insulin kerja cepat yang diprogram sebagai insulin basal sesuai kebutuhan pasien (biasanya 40% → 60% dari dosis total insulin harian).
- Untuk koreksi hiperglikemia saat makan, diberikan dosis insulin bolus yang diaktifkan oleh pasien.

### C.1.1 Masa Transisi Remaja menjadi Dewasa pada DM Tipe 1

Pada masa transisi dari remaja ke dewasa, secara bertahap akan terjadi pergeseran dari perawatan DM yang disupervisi orang tua menjadi tata laksana rawat-diri. Saat ini merupakan saat di mana perawatan menjadi lebih mandiri, tidak lagi di bawah pengawasan orang tua sehingga dikhawatirkan akan terjadi kemunduran kendali glikemik, risiko komplikasi akut maupun kronis. Masa transisi menitikberatkan pada tata laksana rawat-diri untuk mencegah komplikasi akut maupun kronis. Pada tatalaksana rawat-diri pasien diharapkan mampu mengetahui masalah klinis yang dihadapi serta membuat keputusan sendiri mengenai terapi yang akan diberikan. Oleh karena itu diperlukan persiapan yang menyeluruh dari pasien, anggota keluarga, serta penyedia layanan kesehatan.<sup>70</sup>

Catatan medik penderita diabetes remaja diharapkan bisa didapatkan dari dokter yang merawat sebelumnya. Edukasi harus dilakukan sebelum transisi ke pelayanan kesehatan dewasa dimulai. Pada masa transisi ini, remaja perlu dipersiapkan minimal 1 tahun sebelumnya untuk mulai melakukan manajemen diri, diantaranya pemakaian insulin, pemantauan mandiri glukosa darah, dan pengenalan tanda atau gejala komplikasi akut. Pada remaja dan dewasa dengan DMT1 lazimnya digunakan regimen basal bolus. Sasaran glikemik pada masa transisi dari remaja menjadi dewasa muda hendaknya disesuaikan secara bertahap (Tabel III.2).<sup>70</sup>

**Tabel III.2 Sasaran Kendali Glikemik pada Masa Transisi DM Tipe 1<sup>70</sup>**

Usia (tahun)	Kadar HbA1c (%)	Kadar GD puasa (mg/dL)	Kadar GD 2 jam PP (mg/dL)	Keterangan
<b>13 → 18</b>	< 7,5%	72 → 126	90 → 180	Dapat dipertimbangkan untuk sasaran $\leq$ 6% GDP 72 → 108 mg/dL, GD2JPP 90 → 144 mg/dL
<b>&gt; 19</b>	< 7,0%			

**Tabel III.3. Terapi Insulin Pasien Dewasa dengan DM Tipe 1<sup>47</sup>**

1. Berikan edukasi pada individu dengan DMT1 untuk menyesuaikan dosis insulin prandial dengan intake karbohidrat, kadar glukosa darah sebelum makan, dan aktivitas fisik.
2. Pilihan terapi insulin pasien yaitu injeksi multipel harian insulin basal dan prandial atau infus insulin subkutan secara kontinyu.
3. Individu dengan DMT1 yang menggunakan insulin subkutan kontinyu harus melanjutkan terapi hingga setelah usia 65 tahun.
4. Gunakan *Human Insulin* kerja pendek dengan dosis insulin 10 unit/hari atau  $0,1 \rightarrow 0,2$  unit/kgBB/hari. Dosis tinggi dibutuhkan selama pubertas, kehamilan, dan kondisi medis lain.
5. Pasien dewasa dengan DMT1 yang sering mengalami episode hipoglikemia disarankan menggunakan insulin analog kerja cepat untuk mengurangi risiko hipoglikemia.

## C.2 Terapi Insulin pada DM Tipe 2

Untuk mengendalikan hiperglikemia, pasien DMT2 tidak selalu membutuhkan insulin eksogen. Kebutuhan akan insulin eksogen pada DMT2 dipengaruhi oleh derajat kendali glikemik, progresivitas penyakit, dan kepatuhan pasien dalam melaksanakan prinsip pengelolaan DM (perbaikan pola hidup dan konsumsi obat). Memulai terapi insulin pada DMT2 dilakukan sesuai algoritma yang telah disusun dalam Konsensus Penatalaksanaan Diabetes. Dalam pemilihan alternatif pengobatan, hendaknya dilakukan pendekatan individualisasi.

### Tabel III.4 Terapi Insulin Pasien Dewasa dengan DM Tipe 2

1. Gunakan insulin dini pada keadaan hiperkatabolisme (penurunan berat badan) disertai :
  - Gejala hiperglikemia (polidipsia, polifagia, poliuria) atau,
  - Kadar HbA1c > 9% atau,
  - GDS  $\geq 250$  mg/dL.<sup>47</sup>
2. Terapi insulin pada DMT2 dengan beberapa regimen dan tipe insulin :
  - Gunakan NPH satu atau dua kali sehari tergantung kebutuhan.
  - Pertimbangkan pemberian kombinasi NPH dan insulin kerja pendek (terutama jika HbA1c > 7%) secara kombinasi terpisah atau sebagai sediaan Human Insulin premixed.<sup>71</sup>
3. Pertimbangkan insulin basal analog jika :
  - Pasien menginginkan satu kali suntikan perhari atau,
  - Pasien sering mengalami episode hipoglikemia atau,
  - Pasien lebih suka menyuntikkan insulin segera sebelum makan atau glukosa darah meningkat drastis setelah makan.<sup>71</sup>
4. Monitoring glukosa darah.<sup>71</sup>

### C.3 Terapi Insulin pada Keadaan Khusus

Terapi insulin pada keadaan khusus, seperti kehamilan, gagal ginjal, penyakit hati, lanjut usia, dan steroid akan dibuat panduan tersendiri.

#### C.3.1 Kehamilan

Pemberian obat-obatan pada wanita hamil selalu menjadi perhatian para dokter karena harus mempertimbangkan keamanan ibu dan bayi yang dikandungnya. Penggunaan *Human Insulin* pada wanita hamil sudah teruji keamanannya. Beberapa jenis insulin analog juga dinyatakan aman pada beberapa penelitian. Keamanan insulin analog pada kehamilan selanjutnya dibahas pada **BAB VIII. KEAMANAN DAN EFEK SAMPING INSULIN**.

#### C.3.2 Gagal ginjal

Resistensi insulin dan hiperinsulinemia dapat memengaruhi pencapaian sasaran kendali glikemik pada pasien gagal ginjal. Terapi insulin intensif merupakan pilihan adekuat untuk memperbaiki kendali glikemik pada Gagal Ginjal Kronik (GGK) meskipun mungkin akan meningkatkan risiko hipoglikemia. Direkomendasikan pemberian insulin kerja pendek.

### C.3.3 Penyakit hati

Insulin merupakan terapi lini pertama pada pasien dengan penyakit hati menahun seperti sirosis atau hepatitis kronik. Sebaiknya digunakan insulin kerja pendek karena durasi aksinya pada penyakit hati kemungkinan bervariasi. Hanya dapat diberikan Human Insulin karena antibodi insulin terperangkap oleh sel-sel Kuffer dan hal ini dapat menginduksi reaksi inflamasi lebih lanjut. Jadi pada penyakit hati direkomendasikan untuk menggunakan Human Insulin kerja pendek.

### C.3.4 Lanjut usia

Pada pasien lanjut usia, penting untuk melakukan pendekatan terapi insulin secara individu karena populasi ini memiliki keragaman faktor klinis dan praktis. Terapi insulin campuran memberikan kenyamanan dan kendali glikemik yang lebih baik karena lebih sederhana. Direkomendasikan untuk menggunakan sediaan pen. Lakukan pemantauan ketat untuk menghindari hipoglikemia.

### C.3.5 Steroid

Pemberian steroid juga mengubah metabolisme karbohidrat melalui mekanisme kompleks termasuk efek fungsi sel beta dan menginduksi resistensi insulin dengan mempengaruhi reseptor insulin pada hati, otot, dan jaringan adiposa sehingga menyebabkan hiperglikemia pada individu dengan faktor risiko.<sup>72</sup>

Cara pemberian insulin pada pemakai steroid akan dibahas pada bab berikutnya ([lihat BAB IV. TERAPI INSULIN PADA PASIEN DIABETES DENGAN TERAPI STEROID](#)).

## D. PENENTUAN JENIS INSULIN

Memulai terapi insulin dapat diawali dengan insulin kerja menengah (NPH) atau insulin analog kerja panjang 1 kali/hari. Umumnya cara penambahan pemberian insulin malam hari, dengan tetap melanjutkan OHO (*bedtime insulin, daytime hypoglycemic oral*), cukup mudah diterima pasien DM. Pemilihan terapi insulin kerja

panjang sebaiknya mempertimbangkan beberapa hal, antara lain risiko hipoglikemia dan biaya.

Terapi insulin basal dapat dimulai dengan menggunakan *Human Insulin* maupun insulin analog. *Human Insulin* dan insulin analog memiliki efikasi yang sama dalam hal pencapaian kendali glukosa darah, tetapi insulin analog memiliki fleksibilitas yang lebih baik. Dibandingkan dengan insulin analog, dari segi biaya, NPH lebih ekonomis.

*Human Insulin* kerja cepat dan kerja menengah sama efektifnya dengan insulin analog dalam mengatasi komplikasi mikrovaskular, makrovaskular dan penyebab kematian, namun memiliki rerata hipoglikemia berat yang lebih sering.

Insulin NPH memiliki kadar puncak yang lebih lama dibandingkan dengan insulin analog, sehingga kadang-kadang menyebabkan hipoglikemia nokturnal. Tetapi jika dimulai dengan dosis rendah dan disertai dengan kehati-hatian dalam mentirasi dosis, maka pemakaian insulin NPH tergolong aman. Pada analisis lima tahun terakhir mengenai perbandingan efikasi dan keamanan insulin analog dan Human Insulin menunjukkan walaupun insulin analog dapat mencegah kejadian hipoglikemia berat maupun hipoglikemia nokturnal, hal tersebut tidak signifikan secara klinis.<sup>73</sup>

Bila pada penyesuaian dosis terjadi hipoglikemia (nokturnal), pertimbangkan untuk beralih ke insulin analog kerja panjang. Insulin analog kerja cepat dan kerja panjang memiliki keuntungan yaitu jarang menyebabkan hipoglikemia, jarang menyebabkan kenaikan berat badan, dan dapat menurunkan HbA1c lebih baik dibanding Human Insulin pada pasien DMT1. Analog basal kerja panjang (glargine 300 unit atau degludec) memiliki risiko hipoglikemia lebih rendah dibandingkan glargin 100 unit pada pasien DMT1.<sup>47</sup>

Dalam pemakaian insulin hendaknya diperhatikan aspek biaya, aksestabilitas/ketersediaan obat, dan cara pemberian. Sangat disarankan untuk tidak mengganti jenis dan nama insulin dalam 1 sekvens perawatan karena dapat meningkatkan risiko terjadinya kesalahan.

**Tabel III.5 Kelebihan dan Kekurangan *Human Insulin* dan Insulin Analog**

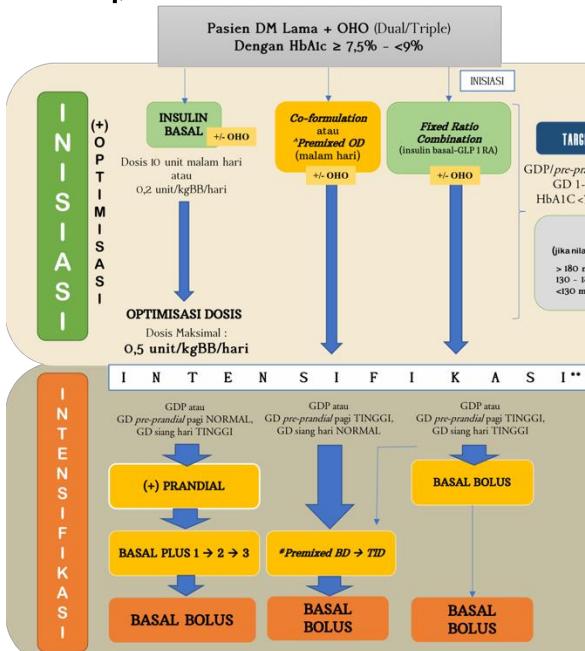
Jenis insulin	Kelebihan	Kekurangan	Pemakaian
<b>Human Insulin</b>	Biaya relatif lebih murah.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insulin kerja pendek : awitan lebih lama.</li> <li>• Insulin kerja panjang : puncak dan lama kerja bervariasi, tergantung respons individu.</li> <li>• Efek samping : kenaikan berat badan, lebih sering menyebabkan hipoglikemia.<sup>47</sup></li> </ul>	Pada individu dengan kepatuhan yang lebih baik.
<b>Insulin analog</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insulin kerja cepat : segera bekerja setelah disuntikkan.</li> <li>• Insulin kerja panjang : relatif tidak memiliki aktivitas puncak sehingga kerjanya mudah diprediksi dan risiko hipoglikemia lebih rendah.</li> <li>• Meminimalkan kenaikan tajam glukosa darah segera setelah makan.</li> </ul>	Efek samping : letargi, kenaikan berat badan.	Pada individu dengan kepatuhan diet yang relatif tidak terlalu baik.

## E. STRATEGI PRAKTIS TERAPI INSULIN

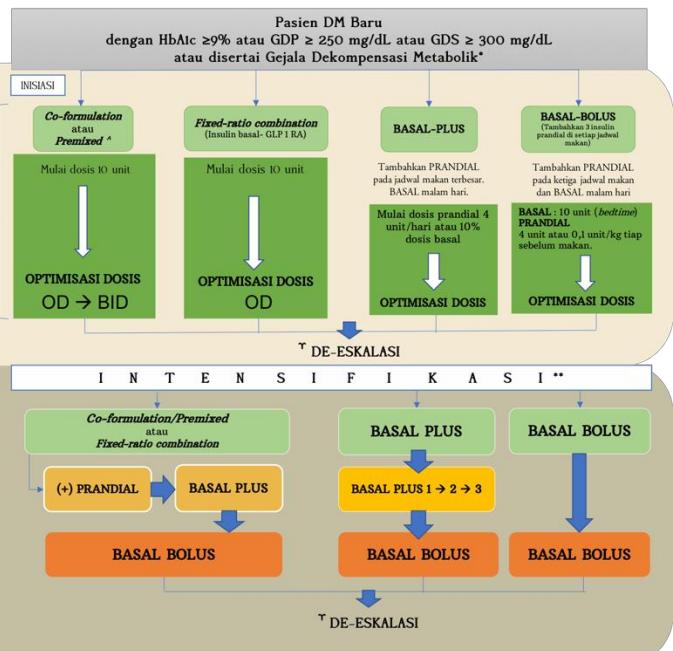
Sebagai regimen awal dapat digunakan insulin basal dengan dosis 0,2 unit/kgbb, dengan waktu pemberiannya disesuaikan dengan rutinitas pasien dan jenis insulin yang digunakan. Implementasi terapi insulin memerlukan 3 tingkatan proses, yaitu<sup>13</sup> :

- I. **Inisiasi**, dimulainya pemberian insulin pertama kali kepada pasien. membutuhkan pemilihan regimen insulin, tipe insulin dan penyesuaian dosis awal terapi.
- II. **Optimisasi**, titrasi atau penyesuaian dosis. Dosis insulin perlu disesuaikan minimal dalam mingguan untuk mencapai target.

- III. **Intensifikasi**, modifikasi regimen insulin untuk mencapai kontrol glikemik lebih baik, diperlukan perubahan ke regimen insulin yang lebih intensif untuk kontrol glikemik lebih baik.



GAMBAR III.A



GAMBAR III.B

Gambar (III A). Algoritma Terapi Inisiasi dan Intensifikasi Pengobatan Injeksi pada Pasien DM Lama yang Tidak Terkontrol dengan Kombinasi Obat Hipoglikemik Oral, (III.B) Terapi Inisiasi dan Intensifikasi Pengobatan Injeksi pada Pasien Baru dengan Dekompensasi Metabolik.

## Keterangan Bagan :

OHO : obat hipoglikemik oral; GLP-1 RA (*Glucagon Like Peptide-1 Receptor Agonist*); GD: glukosa darah; GDP : glukosa darah puasa; GD 1-2 PP: glukosa darah 1-2 jam *post-prandial*; OD : 1 kali sehari; BD: 2 kali sehari; TID : 3 kali sehari

\*Gejala dekompensasi metabolik seperti bukti katabolisme (penurunan berat badan yang signifikan tanpa terprogram, ketosis, hipertrigliserida) atau gejala hiperglikemia berat (poliuria atau polipdipsia memberat).

\*\*Intensifikasi sesuai dengan indikasi

<sup>†</sup>DE-ESKALASI dilakukan jika dekompensasi metabolik atau glukotoksitas telah teratasi

<sup>‡</sup>Premixed dengan regimen kombinasi insulin 30/70 atau 25/75

#Intensifikasi regimen *premixed* BD menjadi TID, dengan syarat fungsi ginjal baik

## Gambar III.A – Terapi Inisiasi dan Intensifikasi Pengobatan Injeksi pada Pasien DM Lama yang Tidak Terkontrol dengan Kombinasi OHO

Terapi inisiasi insulin pada pasien DM lama dengan terapi kombinasi 2 atau 3 OHO dengan HbA1C  $\geq 7,5\% < 9\%$ , dapat dilakukan dengan beberapa regimen berikut :

1. Insulin basal dengan 10 unit/hari atau 0,2 unit per kgBB/hari (dapat disertai atau tidak dengan pemberian OHO)
2. *Co-formulation* (IDegAsp) atau Premixed (30/70 atau 25/75) 1 kali sehari dengan dosis 10 unit pada malam hari (dapat disertai atau tidak dengan pemberian OHO)
3. *Fixed ratio combination* (kombinasi insulin basal dan GLP-1 RA) seperti IdegLira atau IglarLixi dengan dosis 10 unit/hari, dapat disertai atau tidak dengan pemberian OHO.

### Terapi Intensifikasi

- Pada kelompok dengan regimen inisiasi basal  $\pm$  OHO : jika HbA1c belum mencapai target ( $>7\%$ ) dengan dosis insulin basal telah mencapai  $>0,5$  unit/kgBB/hari, maka perlu dilakukan intensifikasi dengan insulin prandial 1 kali dosis  $\rightarrow$  2 kali dosis  $\rightarrow$  3 kali dosis (penambahan prandial menyesuaikan nilai GD *pre-prandial* tertinggi dalam satu hari)
- Pada kelompok dengan regimen *co-formulation* : jika setelah di titrasi ke dosis optimal namun kontrol glikemik belum mencapai target, maka intensifikasi dosis 2 kali sehari pagi dan sore
- Pada kelompok dengan regimen *premixed* OD  $\pm$  OHO : jika GDP atau GD *pre-prandial* pagi tinggi sedangkan GD siang hari normal, perlu dilakukan intensifikasi dengan peningkatan pemberian regimen

premixed dari 1 kali sehari menjadi 2 kali sehari, dengan syarat fungsi ginjal baik. Jika belum mencapai target kontrol glikemik yang diinginkan maka dapat ditingkatkan menjadi 3 kali dosis pemberian insulin *premixed*. Jika pada evaluasi berikutnya target belum tercapai, maka *premixed* diganti dengan basal bolus.

- Pada kelompok dengan regimen *fixed ratio combination* : regimen FRC hanya diperbolehkan optimisasi 1 kali dosis/hari. Jika pada evaluasi bulan berikutnya, target kontrol glikemik belum tercapai dengan didapatkan GDP atau GD *pre-prandial* pagi tinggi maka dilakukan intensifikasi 1 kali FRC + Prandial 1 kali lanjut 2 kali/hari. Jika intensifikasi belum berhasil maka FRC dihentikan dan diganti dengan regimen basal bolus.

Gambar III.B- Terapi Inisiasi dan Intensifikasi Pengobatan Injeksi pada Pasien DM Baru dengan  $\text{HbA1c} > 9\%$  atau  $\text{GDP} \geq 250 \text{ mg/dL}$  atau  $\text{GDS} \geq 300 \text{ mg/dL}$  atau Gejala Dekompensasi Metabolik

Terapi Inisiasi dapat dilakukan dengan beberapa regimen berikut :

1. *Co-formulation* (iDegAsp) atau *premixed* 30/70 atau 25/75
2. *Fixed ratio combination* seperti IdegLira atau IglarLixi dengan pemberian 1 kali suntikan/hari dosis 10 unit
3. Basal plus dengan optimisasi dosis hingga 0,5 unit/kgbb/hari
4. Basal bolus dengan optimisasi dosis hingga mencapai target.

#### Terapi Intensifikasi

Pada kelompok *Co-formulation* atau FRC : penyesuaian terapi intensifikasi sesuai dengan penjelasan pada gambar III.A

- Pada kelompok basal plus : jika target kontrol glikemik belum tercapai maka dapat ditingkatkan menjadi basal plus 1 → plus 2 → plus 3 (atau basal bolus)

Pada pasien baru yang mengalami dekompensasi metabolik pada fase inisiasi dan/atau intensifikasi dapat dilakukan de-escalasi sesuai kondisi pasien, terutama jika kondisi dekompensasi metabolik telah teratasi

JUMLAH

KOMPLEKSITAS

1

## INSULIN BASAL

Biasanya dengan metformin +/- non-insulin lainnya

- Awal : 5 → 10 unit/hari (referensi BB = 50 kg)
- Penyesuaian : 10% → 15% atau 2 → 4 unit, 1→2 kali/minggu sampai tercapai sasaran GD Puasa
- Hipoglikemia : Tentukan dan atasi penyebab, turunkan dosis 4 unit atau 10% → 20%

2

TAMBAHKAN 1 INJEKSI  
INSULIT KERJA CEPAT  
SEBELUM MAKAN TERBESAR

**Awal** : 4 unit, 0,1 unit/kgBB atau 10% dosis basal. Jika A1C <8% pertimbangkan untuk menurunkan basal dalam jumlah yang sama.

**Penyesuaian** : naikkan dosis 1 → 2 unit atau 10 - 15% dalam 1-2 kali seminggu hingga sasaran SMBG tercapai.

**Hipoglikemia** : tentukan dan atasi penyebab, turunkan dosis 2 → 4 unit atau 10% - 20%

GANTI DENGAN INSULIN  
PREMIXED  
2 KALI SEHARI

**Awal** : Dosis insulin basal dibagi menjadi 2 dosis/hari yaitu 2/3 pagi dan 1/3 malam atau ½ pagi dan ½ malam.

**Penyesuaian** : naikkan dosis 1 → 2 unit atau 10 - 15% dalam 1-2 kali seminggu hingga sasaran SMBG tercapai.

**Hipoglikemia** : tentukan dan atasi penyebab, turunkan dosis 2 → 4 unit atau 10% - 20%

3

TAMBAHKAN  $\geq 2$  INJEKSI INSULIN KERJA CEPAT SEBELUM  
MAKAN (BASAL BOLUS)

- **Awal** : 4 unit, 0,1 unit/kgBB atau 10% dosis basal. Jika A1C <8% pertimbangkan untuk menurunkan basal dalam jumlah yang sama.
- **Penyesuaian** : naikkan dosis 1 → 2 unit atau 10 - 15% dalam 1-2 kali seminggu hingga sasaran SMBG tercapai.
- **Hipoglikemia** : tentukan dan atasi penyebab, turunkan dosis 2 → 4 unit atau 10% - 20%

FLEKSIBILITAS

LEBIH FLEKSIBEL

FLEKSIBEL

RENDAH

SEDANG

TINGGI

Gambar III.2 Algoritma Strategi Umum Terapi Insulin Rawat Jalan

## F. CARA PEMBERIAN INSULIN

Cara pemberian insulin yang umum dilakukan adalah dengan semprit insulin (1mL dengan skala 100 unit/mL) dan jarum, pen insulin, atau pompa insulin (*continuous subcutaneous insulin infusion/CSII*). Beberapa tahun yang lalu yang paling banyak digunakan adalah semprit dengan jarum, tetapi saat ini banyak pasien yang merasa lebih nyaman menggunakan pen insulin. Pen insulin lebih sederhana dan mudah digunakan, jarumnya juga lebih kecil sehingga lebih nyaman pada saat diinjeksikan, pengaturan dosisnya lebih akurat, dan dapat dibawa ke mana-mana dengan mudah. Penggunaan CSII membutuhkan keterampilan. Meskipun demikian, cara ini merupakan cara pemberian yang paling mendekati keadaan fisiologis.

## G. SASARAN KENDALI GLIKEMIK

Sasaran HbA1c < 7% juga merupakan sasaran yang memadai untuk pasien di Indonesia. Meskipun demikian, pada pasien dengan keadaan tertentu yang memiliki risiko hipoglikemia lebih besar, dapat dipertimbangkan sasaran kendali glikemik yang kurang ketat (<7,5%).

Beberapa uji klinis besar terkini melaporkan bahwa sasaran HbA1c yang terlalu ketat, terutama pada usia lanjut dan penyakit kardiovaskular, menyebabkan angka kematian yang lebih tinggi. Salah satu alasannya adalah kelompok ini lebih mudah jatuh ke dalam keadaan hipoglikemia dan mudah terjadi fluktuasi kadar glukosa darah yang membahayakan jantung dan otak.

	ADA 2015	Perkeni	IDF	NICE (Inggris)
HbA1c (%)	< 7,0	< 7,0	6,2 → 7,5	< 6,5 → 7,5
Glukosa darah puasa/Preprandial capillary plasma glucose (mg/dL)	80 → 130	80 → 110	91 → 120	72 → 144
Glukosa darah 1-2 jam PP kapiler/ <i>Peak postprandial capillary plasma glucose (mg/dL)</i>	< 180	< 180	136 → 160	< 180

**Tabel III.6 Sasaran Glikemik untuk Pasien Diabetes**

ADA=American Diabetes Association; IDF=International Diabetes Federation; NICE=National Institute of Health and Clinical Excellence.

## BAB IV

# *Terapi Insulin pada Pasien Diabetes dengan Terapi Steroid*

### A. FAKTOR PREDISPOSISI RISIKO HIPERGLIKEMIA

Faktor predisposisi yang meningkatkan risiko hiperglikemia pada terapi steroid antara lain<sup>72</sup> :

1. Pasien dewasa dengan riwayat DMT1 dan DMT2.
2. Orang-orang dengan peningkatan risiko DM (obesitas, riwayat keluarga DM, riwayat diabetes gestasional, etnik minoritas, PCOS).
3. Glukosa darah puasa terganggu atau toleransi glukosa terganggu, HbA1c >7%.
4. Pasien yang sebelumnya mengalami hiperglikemia dengan terapi steroid.

### B. SASARAN GLUKOSA DARAH PASIEN DM DENGAN PEMAKAIAN STEROID

Menurut JBDS (*Joint British Diabetes Societies*) 2014, sasaran glukosa darah pada pasien rawat inap adalah 108 → 180 mg/dL dengan range antara 72 → 216 mg/dL. Pasien-pasien tertentu tidak membutuhkan kontrol ketat dan yang mengalami disabilitas karena hipoglikemia seperti<sup>72</sup> :

1. Pasien dengan demensia.
2. Kebingungan.
3. Pasien tua dan lemah.
4. Pasien dengan risiko jatuh.
5. Pasien dengan berbagai nafsu makan dan intake makanan.

### C. PILIHAN INSULIN

Pilihan yang paling tepat adalah insulin subkutan (SK) basal atau injeksi multipel harian. Jika hiperglikemia tidak terkendali dengan OHO atau insulin 1 kali/hari, bisa diberikan premixed, basal bolus, atau regimen insulin yang lebih kompleks 2 kali/hari. Penyesuaian dosis insulin perlu dilakukan untuk

mempertahankan kendali glikemik pada penambahan/pengurangan dosis steroid. Pada pasien kritis akut dengan hiperglikemia berat kadang diperlukan infus insulin intravena (IV).

Insulin NPH memiliki farmakokinetik paralel dengan prednison dan metilprednisolon. Pemberian insulin NPH bersama kortikosteroid secara bermakna mengatasi keadaan hiperglikemia terinduksi steroid tanpa hipoglikemia yang bermakna.

## D. TERAPI INSULIN PADA PASIEN DM DENGAN TERAPI STEROID

**Tabel IV.1 Petunjuk Umum Terapi Insulin pada Pasien DM dengan Terapi Steroid**

1. Pasien dengan terapi steroid 1 kali sehari
  - Berikan Human Insulin basal jika dengan Gliclazide 320 mg/hari (dosis maksimal), jika sasaran glukosa darah tidak tercapai.<sup>72</sup>
  - Pemberian pagi Human Insulin basal (Humulin® I, Insuman® Basal, Insulatard®) dapat mengatasi peningkatan glukosa yang dinduksi obat steroid oral dosis satu kali sehari pagi hari.<sup>72</sup>
  - Disarankan menggunakan Human Insulin basal 10 unit dengan dosis harian ditingkatkan antara 10% → 20%, sesuaikan dosis sesuai glukosa darah, beberapa orang membutuhkan 40%.<sup>72</sup>
  - Insulin analog basal diperlukan jika hiperglikemia terjadi sepanjang hari dari pagi hingga malam hari. Dalam hal ini, insulin basal paling baik diberikan pagi hari.

Perawat pasien harus dapat mengenali dan mencegah terjadinya hipoglikemia malam dan pagi hari jika dalam hal ini insulin analog (glargin, detemir, atau degludec) digunakan.<sup>72</sup>

2. Pasien dengan dosis multipel harian steroid
  - Dosis multipel harian steroid seperti hidrokortison IV atau deksametason oral dapat menyebabkan hiperglikemia sepanjang hari selama 24 jam.<sup>72</sup>
  - Insulin subkutan dengan insulin basal atau regimen injeksi multipel harian merupakan pilihan paling sesuai untuk mencapai sasaran glukosa darah pada kebanyakan pasien.<sup>72</sup>
  - Insulin campuran dua kali sehari, basal bolus, atau regimen insulin kompleks lainnya diperlukan jika terapi insulin satu kali sehari tidak dapat mengontrol hiperglikemia. Monitoring glukosa darah dan intervensi dini perlu dilakukan untuk mencegah gejala hiperglikemia berkelanjutan. Penyesuaian dosis insulin dilakukan untuk kontrol glukosa darah jika dosis steroid ditingkatkan atau dikurangi.<sup>72</sup>

Pasien rawat inap dengan kondisi akut yang jelek dengan hiperglikemia signifikan, terapi oral non insulin tidak dapat mencapai sasaran glukosa darah sehingga penggunaan sementara infus insulin intravena dapat dilakukan.<sup>72</sup>

## E. TERAPI INSULIN PADA PASIEN HIPERGLIKEMIA KARENA INDUKSI STEROID

### E.1 Steroid dan DM Tipe 2

#### E.1.1. Regimen insulin campuran

Peningkatan dosis insulin pagi dapat efektif menurunkan hiperglikemia diinduksi steroid.<sup>72</sup>

#### E.1.2 Regimen basal bolus

1. Diperlukan peningkatan bolus kerja pendek pada makan siang dan makan malam.
2. Jika pada insulin basal ingin diganti menjadi pemberian pagi dan peningkatan dosis 2 → 4 unit atau dengan 10% → 20% setiap 24 → 48 jam, maka harus disesuaikan dengan hasil monitoring glukosa darah.
3. Monitor hipoglikemia pagi hari jika menggunakan insulin basal analog.<sup>72</sup>

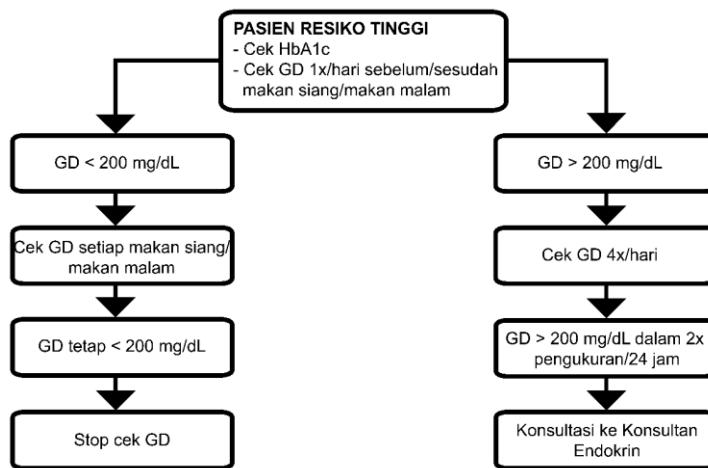
**Tabel IV.2 Petunjuk Umum Terapi Insulin pada Pasien Dewasa dengan DM Tipe 2 dan Terapi Steroid**

- 
1. Tetapkan sasaran glukosa darah 108 → 180 mg/dL.
  2. Berikan lagi edukasi DM kepada pasien.
  3. Jika hiperglikemia pada pasien dengan terapi insulin:
    - Jika dosis Human Insulin diberikan satu kali sehari saat malam hari, maka pertimbangkan untuk diberikan pada pagi hari
    - Jika hiperglikemia tidak terkontrol atau menggunakan dosis multipel steroid harian maka dipertimbangkan untuk mengganti insulin menjadi insulin basal analog (atau regimen alternatif) dan libatkan tim DM pada rumah sakit atau komunitas.Hati-hati dengan hipoglikemia malam hari dan pagi hari.
  4. Monitoring glukosa darah
    - Cek glukosa darah 1 kali sehari, 1 → 2 jam setelah makan siang atau malam.
    - Jika GD ≥ 200 mg/dL maka monitoring glukosa darah 4 kali sehari.
    - Jika GD ≥ 200 mg/dL dalam 2 kali pengukuran dalam 24 jam maka konsultasi ke dokter.<sup>72</sup>

## E.2 Steroid dan DM Tipe 1

**Tabel IV.3 Petunjuk Umum Terapi Insulin pada Pasien Dewasa dengan DM Tipe 1 dan Terapi Steroid**

1. Komunitas DMT1 perlu dilibatkan.
2. Dosis insulin dapat disesuaikan sedikitnya 2 unit atau 40% setiap 2 hari sekali untuk mencapai sasaran glukosa darah.
3. Jika menggunakan regimen basal bolus maka tingkatkan dosis insulin bolus kerja pendek pada makan siang dan makan malam.
4. Sebagai alternatif, ganti regimen insulin, contoh : ganti insulin premixed dua kali sehari menjadi insulin basal bolus.
5. Monitoring glukosa darah
  - Cek glukosa darah 1 kali sehari, 1 → 2 jam setelah makan siang atau malam.
  - Jika GD  $\geq 200$  mg/dL maka monitoring glukosa darah 4 kali sehari.
  - Jika GD  $\geq 200$  mg/dL dalam 2 kali pengukuran dalam 24 jam maka konsultasi ke dokter.<sup>72</sup>



**Gambar IV.1 Algoritma Kontrol Glukosa Darah pada Pasien DM Terinduksi Steroid**

#### **Tabel IV.4 Petunjuk Penanganan Hiperglikemia yang Diinduksi Steroid pada Pasien Rawat Inap**

(Satu atau lebih pemeriksaan glukosa darah > 180 mg/dL setelah diterapi glukokortikoid)

	<b>Tanpa Riwayat DM</b> (Atau diet/olahraga terkontrol dengan A1C ≤ 6.5%)	<b>Dengan Riwayat DM</b> (Atau didiagnosis DM baru dengan A1C ≥ 8%)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 → 39 mg Prednison/Prednisolon</li> <li>• 40 → 159 mg Hidrokortison</li> <li>• 8 → 31 mg Metilprednisolon</li> <li>• 1,5 → 5,9 mg Deksametason/24 jam</li> </ul>	5 unit NPH	10 unit NPH <sup>74</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 40 mg Prednison/Prednisolon</li> <li>• ≥ 160 mg Hidrokortison</li> <li>• ≥ 32 mg Metilprednisolon</li> <li>• ≥ 5 mg Deksametason/24 jam</li> </ul>	10 unit NPH	20 unit NPH
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurangi dosis NPH 25% ketika diberikan setelah jam 20.00 untuk mencegah hipoglikemia nokturnal.</li> <li>- Mulai NPH pada setengah dosis apabila pasien dalam kondisi NPO (puasa).</li> </ul>		

Catatan : Deksametason memiliki waktu paruh yang sangat panjang sehingga memerlukan dua dosis NPH.<sup>75</sup>

**Tabel IV.5 Petunjuk Penanganan Hiperglikemia yang diinduksi Steroid pada Pasien Rawat Jalan**

NPH diberikan pada setiap dosis Glukokortikoid <sup>76</sup>			
0,15 unit/kgBB NPH		0,30 unit/kgBB NPH	
Prednison/Prednisolon	10 → 39 mg/dosis	Prednison/ Prednisolon	≥ 40 mg/dosis
Hidrokortison	40 → 159 mg/dosis	Hidrokortison	≥ 160 mg/dosis
Metilprednisolon (Solu-medrol)	8 → 31 mg/dosis	Metilprednisolon (Solu-medrol)	≥ 32 mg/dosis

Dosis NPH untuk Dexamethasone (Decadron)			
0,15 unit/kgBB NPH dua kali		0,30 unit/kgBB NPH dua kali	
Dosis pertama NPH dengan steroid dan dosis kedua NPH 8-10 jam berikutnya		Dosis pertama NPH dengan steroid dan dosis kedua NPH 8 – 10 jam berikutnya	
Dexamethasone (Decadron)	1,5 → 5,9 mg/dosis	Dexamethasone (Decadron)	≥ 6 mg/dosis

Sesuaikan dosis NPH jika terdapat penurunan eGFR :

1. Turunkan 50% jika eGFR < 30 mL/menit/1,73 m<sup>2</sup>
2. Turunkan 40% jika eGFR 31 → 45 mL/menit/1,73 m<sup>2</sup>
3. Turunkan 25% jika eGFR 46 → 60 mL/menit/1,73 m<sup>2</sup>

### E.3 Pemantauan Glukosa Darah

**Tabel IV.6 Petunjuk Pemantauan Glukosa Darah Pasien Diabetes dengan Pemakaian Steroid**

#### 1. Pasien Tanpa Riwayat DM Sebelumnya

- Cek glukosa darah 1 kali/hari sebelum makan siang atau makan malam atau 1 → 2 jam setelah makan siang atau makan malam. Jika glukosa darah < 216 mg/dL lanjutkan cek glukosa darah 1 kali/hari sebelum atau sesudah makan siang atau makan malam.
- Jika hasil glukosa darah selanjutnya > 216 mg/dL, naikkan frekuensi cek glukosa darah menjadi 4 kali/hari, sebelum makan dan sebelum tidur.
- Jika glukosa darah tetap > 216 mg/dL dalam 2 kali pemeriksaan dalam 24 jam, lakukan algoritma terapi.

## 2. Pasien Dengan Riwayat DM

- Lakukan cek glukosa darah 4 kali/hari, sebelum atau sesudah makan, dan sebelum tidur.
- Jika glukosa darah tetap  $> 216 \text{ mg/dL}$  dalam 2 kali pemeriksaan dalam 24 jam, lakukan algoritma terapi.<sup>72</sup>

## BAB V

### *Terapi Insulin pada Pasien Rawat Inap dengan Hiperglikemia*

Terapi insulin untuk pasien yang menjalani rawat inap tidak saja ditujukan untuk pasien yang telah diketahui menderita DM, tetapi juga pasien dengan hiperglikemia yang baru diketahui saat dirawat di rumah sakit. Mereka yang baru diketahui menderita DM atau hiperglikemia kalau dibiarkan maka luarannya lebih buruk (angka kesakitan dan kematian lebih tinggi) dari pada mereka yang telah diketahui menderita DM, sebaliknya akan mempunyai luaran yang lebih baik daripada mereka yang sebelumnya telah diketahui menderita DM jika glukosa darahnya dikelola dengan baik.

#### A. INDIKASI TERAPI INSULIN

Sebenarnya tidak semua pasien yang dirawat di rumah sakit memerlukan terapi insulin. Bagi mereka dengan penyakit ringan, yang kendali glukosa darahnya tercapai dengan OHO yang biasa digunakan sebelum dirawat di rumah sakit, terapi OHO dapat diteruskan tanpa harus menggantinya dengan insulin. Tetapi pasien DM yang menjalani rawat inap seringkali memerlukan penyesuaian jenis dan dosis OHO yang selama ini dikonsumsi secara teratur, akibat adanya perubahan sebagai berikut :

1. Stres metabolismik yang dapat berasal dari infeksi atau kejadian kardiovaskular.
2. Gangguan asupan makanan
3. Pemeriksaan penunjang yang memerlukan persiapan puasa.
4. Adanya obat-obatan yang memengaruhi konsentrasi glukosa darah (kortikosteroid).
5. Adanya komplikasi gangguan organ akibat stres metabolismik yang dialami (gagal ginjal akut).

Dilihat dari derajat keparahan penyakit, sasaran glukosa darah, dan pemantauannya, terapi insulin pada pasien DM yang menjalani rawat inap dibagi menjadi 2 bagian besar :

## 1. Pasien DM dengan penyakit kritis.

Yaitu pasien DM yang mengalami penyakit berat dan mengancam keselamatan pasien dalam waktu 24 jam, antara lain :

- Kritis dengan kegawatdaruratan DM (krisis hiperglikemia).
- Kritis dengan kegawatdaruratan non-DM.

## 2. Pasien DM dengan penyakit non-kritis

Yaitu pasien DM yang tidak mengalami penyakit berat dan dirawat di perawatan non-intensif, tetapi memerlukan regulasi glukosa darah yang optimal dan cepat, antara lain:

- Tidak terkontrol dengan OHO.
- Pemakaian kortikosteroid.
- Persiapan operasi.
- Diabetes gestasional.
- Keadaan khusus yang menyebabkan gangguan metabolisme insulin.

## B. SASARAN KENDALI GLIKEMIK

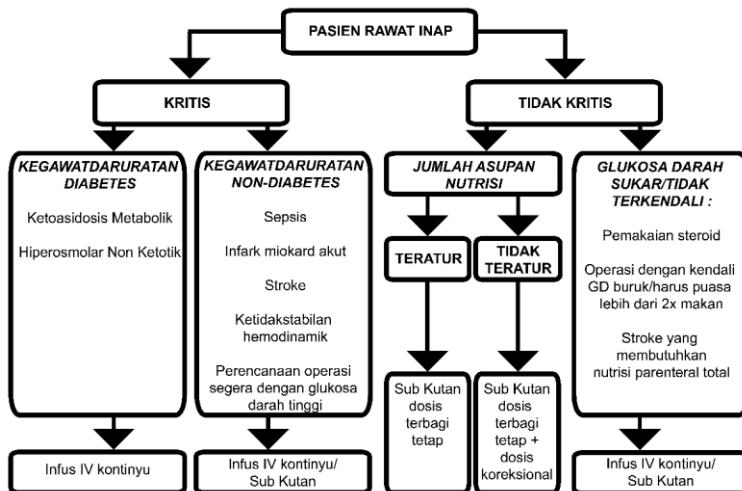
Sasaran kendali glikemik diharapkan dapat dicapai tanpa menimbulkan komplikasi akibat insulin, dengan cara melakukan penurunan kadar glukosa darah secara hati-hati. Adapun sasaran kendali glikemik pada rawat inap adalah sebagai berikut:

- Pasien DM dengan penyakit kritis:  $140 \rightarrow 200 \text{ mg/dL}$
- Pasien DM dengan penyakit non-kritis:
  - Sebelum makan:  $100 \rightarrow 140 \text{ mg/dL}$
  - Acak:  $< 180 \text{ mg/dL}$ .

## C. KEBUTUHAN INSULIN PADA PASIEN RAWAT INAP

Dalam keadaan yang memerlukan regulasi glukosa darah yang relatif cepat dan tepat, insulin adalah yang terbaik karena kerjanya cepat dan dosisnya dapat disesuaikan dengan hasil kadar glukosa darah. Seperti halnya terapi insulin pada pasien DM yang menjalani rawat jalan, prinsip terapi insulin untuk pasien yang dirawat inap adalah sama, yaitu memulai dari dosis kecil yang kemudian dinaikkan secara bertahap, untuk mencegah hipoglikemia. Mungkin memerlukan terapi kombinasi oral dan insulin atau insulin saja.

Terapi insulin dapat diberikan secara infus intravena kontinyu atau subkutan, secara terprogram atau terjadwal (insulin prandial, 1 → 2 kali insulin basal, dan kalau diperlukan ditambah insulin koreksi atau suplemen). Kebutuhan insulin harian total (IHT) dapat didasarkan pada dosis insulin sebelum perawatan atau dihitung sebagai  $0,5 \rightarrow 1$  unit/kgBB/hari. Untuk lanjut usia atau pasien dengan gangguan fungsi ginjal, hendaknya diberikan dosis yang lebih rendah, misalnya 0,5 unit/kgBB/hari.



**Gambar V.1 Kebutuhan Insulin pada Pasien Rawat Inap**

Kebutuhan insulin SK(Sub Kutan) pada pasien rawat inap dapat berupa :

1. Insulin basal  
Kebutuhan insulin basal didasarkan pada asumsi jumlah insulin yang dibutuhkan sesuai dengan produksi glukosa hepatis (endogen), yaitu  $40 \rightarrow 50\%$  dari kebutuhan IHT.
2. Insulin prandial  
Kebutuhan insulin prandial ditentukan berdasarkan asumsi jumlah insulin yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan peningkatan glukosa darah sesudah makan.
3. Insulin koreksional  
Kebutuhan insulin koreksional merupakan jumlah insulin yang diperlukan untuk mengoreksi kadar glukosa darah yang melebihi sasaran glikemik yang

telah ditentukan pada waktu tertentu. Secara umum, kebutuhan prandial/nutrisional atau koreksi/supplemental per dosis biasanya sekitar 10% → 20% dari kebutuhan IHT.

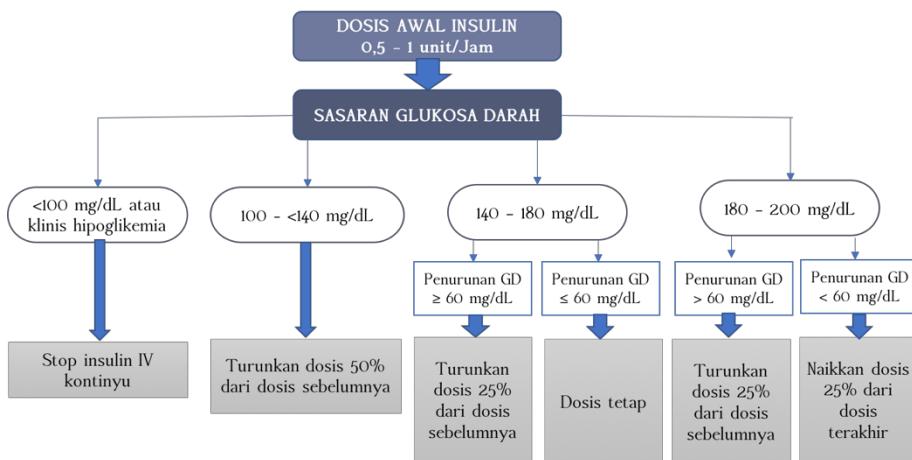
Ketiga jenis kebutuhan insulin tersebut diatas dapat mengalami perubahan dari kebutuhan harian pasien sebelum dirawat, tergantung dari beratnya stres metabolismik yang dialami.

## D. PROTOKOL TERAPI INSULIN

### D.1 Terapi Insulin Intravena Kontinyu

Persyaratan memulai insulin IV kontinyu :

1. Sesuai indikasi.
2. Secara teknis memungkinkan: prasarana tersedia (*syringe pump*, mikrodrip, alat pemeriksaan glukosa darah mandiri/glukometer), tenaga kesehatan yang terampil, memungkinkan untuk dilakukan pemeriksaan glukosa darah yang intensif (yang pada awalnya perlu dilakukan setiap jam).
3. Kadar kalium > 3mEq/L.
4. Jenis insulin yang digunakan: kerja pendek.
5. Upayakan konsentrasi insulin 1 unit/mL



**Gambar V.2. Insulin IV Kontinyu pada Pasien Rawat Inap**

## D.2 Regimen Subkutan Dosis Terbagi

**Tabel V.1 Regimen Terapi Dosis Insulin terbagi pada Pasien Rawat Inap**

Dosis Permulaan	Dosis Penyesuaian
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bila pasien sudah pernah menggunakan insulin dan glukosa darah terkendali baik, gunakan dosis sebelumnya.</li> <li>2. Bila pasien belum pernah menggunakan insulin, dan sebelumnya mendapatkan insulin IV kontinyu, dihitung dosis total/24 jam terlebih dahulu. Dapat diberikan dalam bentuk :           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Insulin prandial dengan dosis 80% dari total dibagi 3 atau</li> <li>b. Kombinasi basal dan prandial dengan rasio 50% basal dan 50% prandial dibagi 3 kali pemberian dari 80% dosis total/24 jam.</li> </ol> </li> <li>3. Bila pasien belum pernah menggunakan insulin dan sebelumnya tidak mendapatkan insulin IV kontinyu, dimulai dengan insulin prandial 3 kali 5 → 10 IU.</li> <li>4. Insulin kerja panjang mulai diberikan bila :           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Glukosa darah siang dan malam sudah terkendali, tetapi glukosa darah puasa masih tinggi.</li> <li>b. Total short-acting yang diberikan &gt; 30 atau 50 unit/hari, tetapi glukosa darah belum terkendali.</li> </ol> </li> </ol>	<p>Dosis insulin basal dan prandial dinaikkan/diturunkan secara bertahap 2 → 4 unit setiap kali pemberian, berdasarkan hasil kurva glukosa darah harian.</p>

## D.3 Regimen Subkutan Dosis Koreksional

Jika kadar glukosa darah puasa tidak mencapai sasaran, perlu dilakukan penyesuaian dosis insulin malam untuk memenuhi kebutuhan basal. Dosis koreksional ini ditentukan berdasarkan:

1. Pola kadar glukosa darah yang terekam pada catatan pemantauan pasien
2. Dosis insulin, asupan makanan, dan kegiatan fisik pasien sebelumnya
3. Asupan makanan dan kegiatan fisik pasien yang akan diberikan selama periode pemberian dosis koreksional.

Koreksi biasanya dilakukan dengan menaikkan dosis insulin kerja cepat atau kerja pendek sejumlah 1 → 2 unit, atau bisa juga dengan menaikkan sejumlah 3% dari kebutuhan insulin harian total.

**Tabel V.2 Regimen Terapi Dosis Insulin Koreksional pada Pasien Rawat Inap**

Dosis awal	Dosis Penyesuaian
<ol style="list-style-type: none"> <li>Biasanya digunakan pada pasien pasca insulin IV kontinyu yang glukosa darahnya relatif terkendali tetapi terdapat peningkatan glukosa darah sewaktu yang tinggi.</li> <li>Insulin basal dimulai dari dosis <math>0,25 \rightarrow 0,5</math> unit/kgBB/hari.</li> <li>Insulin kerja pendek atau kerja sangat pendek dimulai dengan dosis <math>5 \rightarrow 10</math> unit setiap kali pemberian.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Insulin basal dinaikkan bertahap <math>5 \rightarrow 10</math> unit sampai glukosa darah puasa tercapai.</li> <li>Insulin kerja pendek atau kerja sangat pendek diberikan sesuai dengan pola glukosa darah yang meningkat pada evaluasi kurva glukosa darah harian, dinaikkan <math>5 \rightarrow 10</math> unit setiap kali pemberian.</li> </ol>

## E. PEMANTAUAN GLUKOSA DARAH

Pemantauan glukosa darah pada pasien rawat inap hendaknya selalu berpegang pada prinsip kehati-hatian terhadap kejadian hipoglikemia. Semakin agresif pemberian insulin, pemantauan glukosa darah dilakukan semakin ketat. Hal ini disesuaikan tidak hanya atas indikasi klinis tetapi juga berdasarkan kemampuan operasional sarana dan prasarana yang ada. Misalnya, meskipun harus dilakukan pemantauan ketat, tetapi jika tenaga kesehatan jumlahnya terbatas, maka agresivitas pemberian insulin hendaknya disesuaikan.

**Tabel V.3 Pemantauan Glukosa Darah pada Pasien Rawat Inap**

Insulin IV Kontinyu	Insulin SK Dosis Terbagi	Insulin SK Dosis Koreksional
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cek glukosa darah setiap jam dalam 3 jam pertama untuk evaluasi kemungkinan hipoglikemia.</li> <li>Selanjutnya glukosa darah dimonitor sesuai agresivitas pemberian insulin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kurva glukosa darah diperiksa <math>2 \rightarrow 3</math> kali/minggu.</li> <li>Kurva glukosa darah harian terdiri dari pemeriksaan glukosa darah sebelum makan pagi, siang, dan sore/malam.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Glukosa darah diperiksa berkala dalam 1 hari, misalnya tiap 6 jam atau sebelum makan.</li> </ul>

## F. TRANSISI TERAPI INSULIN DARI INTRAVENA KE SUBKUTAN

Pasien yang mendapatkan terapi insulin IV kontinyu biasanya akan membutuhkan transisi ke insulin subkutan jika mereka memulai memakan makanan biasa atau akan pindah ke ruang rawat biasa. Biasanya, dosis insulin subkutan diberikan antara 75 → 80% dari dosis harian total insulin IV kontinyu, yang kemudian dibagi secara proporsional menjadi komponen basal dan prandial. Perlu dicatat, bahwa insulin SK harus diberikan 2 jam sebelum infus insulin IV dihentikan untuk mencegah hiperglikemia.

**Tabel V.4 Contoh Perhitungan Perubahan Dosis Insulin dari Pemberian Infus Intravena ke Subkutan**

Misalnya :

- Pasien dewasa DMT2 mendapatkan insulin IV kontinyu 2 unit/jam dalam 6 jam terakhir, berarti dosis insulin harian total adalah 48 unit.
- Kebutuhan insulin subkutan adalah 80% → 100% dari insulin harian total yang diberikan secara IV kontinyu.

Kebutuhan insulin subkutan :  $80\% \times 48 \text{ unit} = 38 \text{ unit}$ .

Dosis insulin basal subkutan : 50% dari 38 unit = 19 unit.

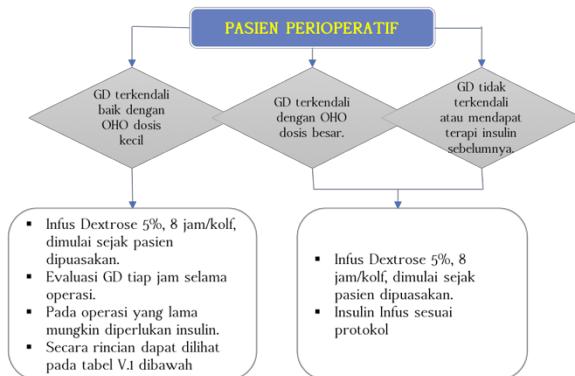
Dosis insulin prandial subkutan : 50% dari 38 unit = 19 unit; dibagi tiga masing-masing 6 unit setiap kali sebelum makan (makan pagi, siang, dan malam).

Sumber: ADA. Diabetes Care 2010;33:S11-S61.

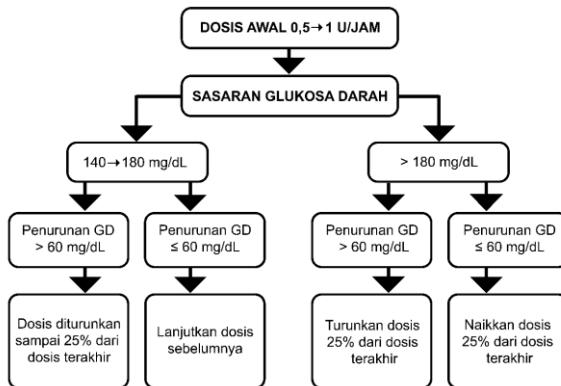
## BAB VI

# *Terapi Insulin pada Pasien Perioperatif*

Terapi insulin perioperatif umumnya dipengaruhi oleh tipe DM, jenis prosedur pembedahan yang akan dijalani, terapi farmakologis sebelumnya, dan status kendali glikemik sebelum pembedahan. Pada prinsipnya, regimen terapi terdiri dari insulin basal dan prandial. Jika GD terkendali baik dengan diet dan olahraga, tidak perlu intervensi perioperatif khusus.



Gambar VI.1 Skema Tatalaksana Pasien Perioperatif



Gambar VI.2 Tatalaksana Insulin Perioperatif pada DM Tipe 2

**Tabel VI.1 Strategi Pemberian Insulin pada Pasien Perioperatif**

Periode	Jenis Insulin
<b>Pre-operatif</b>	Insulin basal <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosis : 0,1 → 0,2 unit/kgBB.</li> <li>• Pasien yang mendapat insulin : lanjutkan dosis insulin basal atau kurangi 25% + insulin koreksional.</li> <li>• Pasien yang mendapat insulin kombinasi atau insulin campuran: dosis harian total yang biasa diberikan dan 40% → 50% diberikan sebagai injeksi insulin analog.</li> </ul>
<b>Intraoperatif</b>	Insulin IV, tergantung jenis pembedahan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedah minor dan durasi &lt; 6 jam : lanjutkan prosedur preoperatif.</li> <li>• Prosedur yang lebih kompleks dan lama : infus IV kontinyu (lihat Gambar V.1).</li> </ul>
<b>Post-operatif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setelah kendali glikemik stabil, dari infus IV kontinyu beralih ke insulin SK.</li> <li>• Transisi dilakukan 12 → 24 jam sebelum menghentikan pemberian insulin infus kontinyu.</li> </ul>

## BAB VII

### Terapi Insulin pada Krisis Hiperglikemia

#### A. DEFINISI DAN DIAGNOSIS KRISIS HIPERGLIKEMIA

Ketoasidosis diabetik (KAD) dan status hiperglikemia hiperosmolar (SHH) termasuk bagian dari spektrum krisis hiperglikemia yang merupakan komplikasi metabolik akut DM yang serius. Manifestasi utamanya adalah defisiensi insulin dan hiperglikemia berat.

KAD terjadi bila terdapat defisiensi insulin yang berat sehingga tidak saja menimbulkan hiperglikemia dan dehidrasi berat, tapi juga mengakibatkan peningkatan produksi keton dan asidosis. Sementara SHH terjadi ketika terdapat defisiensi insulin yang relatif (terhadap kebutuhan insulin) sehingga menimbulkan dehidrasi dan hiperosmolaritas tanpa disertai asidosis. Kriteria diagnosis KAD dan SHH dapat dilihat pada Tabel VII.1.

Indikasi Perawatan Intensif pada Krisis Hiperglikemia :

1. Kadar keton darah melebihi 6 mmol/L
2. Kadar bikarbonat di bawah 5 mmol/L
3. Asidosis metabolism berat dengan pH arterial/vena dibawah 7.0
4. Hipokalemia dibawah 2.5 mmol/L
5. Penurunan kesadaran dengan GCS dibawah 12
6. Saturasi oksigen dibawah 92% dengan room air
7. Tekanan darah sistolik dibawah 90 mmHg
8. Nadi diatas 100 atau dibawah 60 detik per menit
9. Anion gap >16

## Tabel VII.1 Kriteria Diagnosis KAD dan SHH

	KAD			SHH
	Glukosa plasma > 250 mg/dL			Glukosa plasma > 600 mg/dL
	Ringan	Sedang	Berat	
pH arteri	7,25 → 7,30	7,00 → < 7,24	< 7,00	> 7,30
Serum bikarbonat, mEq/L	15 → 18	10 → < 15	< 10	> 18
Keton urin*	Positif	Positif	Positif	Kecil
Keton serum*	Positif	Positif	Positif	Kecil
Osmolalitas serum efektif	Bervariasi	Bervariasi	bervariasi	> 320 mOsm/kg
Kesenjangan anion	> 10	> 12	> 12	Bervariasi
Status mental	Siaga	Siaga/mengantuk	Stupor/koma	Stupor/koma

\*metode reaksi nitroprusid, osmolalitas serum efektif=2[Na<sup>+</sup> (mEq/L)]+glukosa (mg/ dL)/18, kesenjangan anion=(Na<sup>+</sup>)-[Cl<sup>-</sup> +HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mEq/L)]

Sumber: Kitabchi AE, Umpierrez GE, Miles JM, Fisher JN. Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. Diabetes Care. 2009;32:1335-43

## B. TERAPI KRISIS HIPERGLIKEMIA

Terapi krisis hiperglikemia bertujuan untuk mengoreksi kelainan patofisiologis yang mendasari, yaitu gangguan keseimbangan cairan dan elektrolit, kadar glukosa darah, gangguan asam basa, serta mengatasi faktor pencetus. Tujuan utama pengobatan pada KAD adalah menghentikan proses ketosis. Bagian utama dari terapi KAD dan SHH yaitu pemberian cairan, koreksi elektrolit dan asam basa, dan terapi insulin. Hal pertama yang harus dilakukan pada kasus krisis hiperglikemia adalah resusitasi cairan untuk memperbaiki deplesi volume cairan dalam tubuh. Selain itu perlu dilakukan koreksi terhadap gangguan elektrolit yang ada. Bila kadar kalium awal kurang dari 3,3 mEq/L, suplemen kalium harus diberikan lebih dahulu sebelum infus insulin dimulai. Gangguan asam basa yang cukup berat juga memerlukan penanganan khusus.

Pada umumnya infus insulin intravena 5 → 7 unit/jam mampu menurunkan kadar glukosa darah sebesar 50 → 75 mg/dL/jam serta dapat menghambat lipolisis, menghentikan ketogenesis, dan menekan proses glukoneogenesis di hati. Kecepatan infus insulin harus selalu disesuaikan. Bila terdapat faktor lain yang menyebabkan penurunan kadar glukosa darah kurang dari 60 mg/dL/jam, misalnya rehidrasi yang kurang adekuat dan asidosis yang memburuk, maka kecepatan infus insulin perlu ditingkatkan. Bila kadar glukosa darah sudah turun < 250 mg/dL, dosis insulin infus harus dikurangi menjadi 50% dari dosis sebelumnya. Infus insulin terus dilanjutkan sampai ketosis teratasi dan pasien sudah bisa makan/minum.

## B.1. Metode Pemberian Insulin pada Krisis Hiperglikemia

### B.1.1. Insulin Infus IV Kontinyu Dosis Rendah

Insulin infus intravena dosis rendah berkelanjutan (*continuous intravenous infusion of low dose insulin*) merupakan standar baku pemberian insulin di sebagian besar pusat pelayanan medis. Pemberian drip insulin bertujuan untuk menekan glukoneogenesis dan lipolisis. Metode pemberian infus insulin intravena dosis rendah berkelanjutan dikaitkan dengan komplikasi metabolismik (hipoglikemia, hipokalemia, hipofosfatemia, hipomagnesemia, hiperlaktatemia, dan disequilibrium osmotik) yang lebih jarang dibandingkan dengan metode pemberian insulin dosis besar secara berkala atau intermiten.

### B.1.2. Insulin Intramuscular

Metode pemberian insulin intramuscular terutama dilakukan di pusat pelayanan medis yang tidak memungkinkan untuk melakukan pemberian drip insulin, antara lain sulit untuk melakukan pemantauan dan tidak tersedianya peralatan yang memadai. Metode ini diawali dengan pemberian insulin dosis awal (*loading dose*) sebesar 20 unit dan kemudian dilanjutkan dengan pemberian insulin intramuscular dosis rendah (5 unit) secara berkala hingga glukosa darah terkendali. Penurunan kadar glukosa darah yang dicapai dengan pemberian insulin secara intramuscular lebih lambat dibandingkan dengan cara pemberian drip insulin.

### B.1.3. Insulin subkutan

Metode pemberian insulin subkutan juga dapat dilakukan pada kasus krisis hiperglikemia. Namun untuk mencapai kadar insulin puncak dibutuhkan waktu yang lebih lama. Metode ini menyebabkan penurunan kadar glukosa darah awal yang lebih lambat dan timbulnya efek hipoglikemia lambat (*late hypoglycemia*) yang lebih sering dibandingkan dengan terapi insulin intramuskular.

Tata laksana pasien KAD atau SHH dapat dilihat pada Tabel VII. 2. Sebelum mengawali tata laksana lakukan evaluasi awal lengkap, periksa glukosa kapiler dan keton serum/urin untuk mengonfirmasi hiperglikemia dan ketonemia/ketonuria, periksa darah untuk mengetahui profil metabolismik. Mulai berikan cairan intravena NaCl 0,9% 1 liter/jam (15 → 20 mL/kgBB/jam).

**Tabel VII.2. Skema Penatalaksanaan Ketoasidosis Diabetik dan Sindroma Hiperosmolar Hiperglikemia**

Jam ke-	Infus NaCl 0,9%	Infus II (Insulin)	Infus III (Koreksi K+)	Infus IV (Koreksi Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> ))
0	2 kolf, ½ jam			
1	1 kolf, ½ jam			
2	2 kolf	Pada jam ke-2, Insulin bolus mulai dosis 0,05 – 0,1 unit /kgBB (disesuaikan dengan kondisi pasien) dilanjutkan dengan insulin IV kontinyu 0,1 unit/kgBB/jam dalam NaCl 0,9%.	50 mEq/6 jam (dalam infus) Bila kadar K+ :	Bila pH : <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;7 : 100 mEq HCO<sub>3</sub></li> <li>7 → 7,1 : 50 mEq HCO<sub>3</sub></li> <li>&gt;7,1 : 0</li> </ul> Analisa gas darah diperiksa ulang tiap 6 jam sampai stabil selama 24 jam.
3	1 kolf	Penyesuaian dosis insulin IV kontinyu (dilakukan pemeriksaan GB per jam) <ul style="list-style-type: none"> <li>Jika GB meningkat → re-bolus insulin 0,1 unit/kgBB dan meningkatkan kecepatan insulin IV kontinyu.</li> <li>GB menurun 0-19 mg/dL/jam → naikkan drip insulin 25 – 50% dari dosis awal.</li> <li>GB menurun 50-75 mg/dL/jam → dosis insulin drip tetap</li> <li>GB menurun &gt;75 mg/dL/jam → Turunkan kecepatan insulin drip 50% dari dosis awal.</li> </ul>	Kalium diperiksa ulang tiap 6 jam sampai stabil selama 24 jam	
4	½ kolf			
5				
	Bila GB < 200 – 250 mg/dL, ganti Dextrose 5% dengan NaCl 0,45% 100 – 200 mL/jam.			
	Bila kadar Na+ > 145 mEq, infus NaCl 0,9% diganti dengan NaCl 0,45%.			
	Pada pasien dengan gagal jantung dan gagal ginjal direkomendasikan pemasangan CVC (Central Venous			

<p><i>(catheter)</i> untuk memonitor pemberian cairan.</p> <p>Penanganan penyakit pencetus juga merupakan prioritas yang harus segera dilakukan (misalnya pemberian antibiotik yang adekuat pada kasus infeksi).</p>	<p>Bila GD stabil <math>200 \rightarrow 300</math> mg/dL selama 12 jam dan pasien dapat makan, dapat dimulai pemberian insulin IV kontinyu <math>1 \rightarrow 2</math> unit/jam disertai dengan insulin</p> <p>Insulin IV kontinyu dihentikan setelah hasil keton darah negatif. Kemudian dilanjutkan dengan pemberian insulin <i>fixed dose</i> basal bolus, disesuaikan dengan kebutuhan sebelumnya</p>		
--	--	--	--

\*Pemeriksaan elektrolit, BUN, pH vena dan kreatinin setiap 2-4 jam hingga pasien stabil. Kondisi resolusi KAB dan SHII, ketika GD stabil  $200 - 300$  mg/dL selama 12 jam dan pasien dapat makan, pemberian insulin IV kontinyu dilanjutkan selama 1-2 jam dengan dosis  $1 \rightarrow 2$  unit/jam, kemudian diubah ke regimen insulin subkutan. Dosis insulin subkutan dimulai dari  $0.5 - 0.8$  unit/kgBB/hari dan koreksi dosis jika diperlukan.

### Pengobatan Umum :

1. Antibiotik yang adekuat
2. Oksigen bila  $\text{PO}_2 < 80$  mmHg
3. Heparin bila ada DIC

## BAB VIII

# *Keamanan dan Efek Samping Insulin*

### A. PENGGUNAAN PADA WANITA HAMIL

Pemberian obat-obatan pada wanita hamil selalu menjadi perhatian para dokter karena harus mempertimbangkan keamanan ibu dan bayi yang dikandungnya. Penggunaan Human Insulin pada wanita hamil sudah teruji keamanannya. Yang perlu diperhatikan adalah keamanan dari insulin analog. Beberapa penelitian telah membahas keamanan insulin analog dalam penggunaannya pada wanita hamil.

Insulin lispro dan insulin aspart memiliki manfaat kendali glikemik maternal yang lebih baik yang dibandingkan dengan *Soluble Human Insulin*. Penggunaan insulin lispro atau insulin aspart berkaitan dengan penurunan puncak konsentrasi glukosa sehingga menurunkan resiko makrosomia pada fetus. Namun karena hanya terdapat sedikit data mengenai kondisi fetus setelah lahir, maka disarankan tidak perlu mengganti Human Insulin menjadi insulin analog kerja pendek. Terutama pada pasien wanita dengan DMT2 atau diabetes gestasional dimana hanya terdapat sedikit bukti mengenai keuntungan penggantian insulin analog.<sup>77</sup>

Saat ini tidak terdapat bukti yang cukup untuk mengevaluasi penggunaan glargine pada kehamilan. NICE menyatakan tidak terdapat bukti yang cukup mengenai penggunaan insulin glargine selama kehamilan sehingga merekomendasikan insulin NPH sebagai pilihan insulin kerja panjang. Glargine masuk ke dalam kategori obat C oleh organisasi FDA (*Food and Drug Administration*) karena tidak terdapat studi yang terkontrol baik pada wanita hamil serta efek samping telah ditemukan pada studi hewan coba.<sup>77</sup>

Hanya terdapat sedikit bukti mengenai efek penggunaan glargine pada wanita hamil dengan DMT1. Bagi pasien yang telah menggunakan glargine, maka glargine dapat dilanjutkan demi mempertahankan kontrol glikemik terutama jika pasien telah dalam kondisi hamil. Pada wanita yang belum hamil, pertimbangkan untuk mengganti insulin menjadi NPH atau detemir.<sup>77</sup>

Perbedaan antara detemir dan NPH menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan insiden hipoglikemia antara pasien hamil yang menggunakan detemir dengan NPH. Tidak terdapat berbedaan fetal outcome antara detemir dengan NPH, sementara itu terdapat perbaikan glukosa darah puasa dengan penggunaan detemir tanpa

peningkatan insiden hipoglikemia, termasuk episode hipoglikemia nokturnal. FDA pada april 2012 menyetujui penggunaan detemir pada kehamilan dan diklasifikasikan menjadi kategori obat B. Namun, jika diabetes sudah terkontrol baik dengan NPH, ibu hamil tidak perlu mengganti NPH dengan detemir karena tidak terdapat bukti yang mendukung penggunaan detemir pada wanita dengan diabetes gestasional dan DMT2 serta hanya sedikit manfaat definitif terhadap fetus dengan penggunaan detemir selama kehamilan.

Degludec merupakan insulin analog kerja panjang yang dapat menjadi alternatif sebagai insulin basal analog selama kehamilan, terutama pasien yang sering mengalami hipoglikemia berat maupun rekurensi. Terdapat laporan kasus pasien wanita hamil dengan DMT2 yang menggunakan degludec sejak prekonsepsi memiliki keluaran klinis dalam kehamilan yang sukses. Namun saat ini belum terdapat penelitian uji coba klinis penggunaan degludec selama kehamilan karena masalah etik mengenai potensi bahaya terhadap fetus, walaupun pada hewan coba tidak terdapat perbedaan antara degludec dan *Human Insulin* terkait embriotoksitas dan teratogenesitas.<sup>78</sup>

## B. HIPOGLIKEMIA

Efek samping insulin yang paling penting diperhatikan adalah hipoglikemia. Sasaran glukosa darah yang terlalu ketat terutama untuk pasien yang dirawat di ruang terapi intensif sering menimbulkan efek samping hipoglikemia. Hal ini dapat memperburuk luaran klinik pasien kritis. Karenanya, kini ada kecenderungan memperrendah sasaran glukosa darah yang ingin dicapai untuk pasien kritis.

Edukasi pasien rawat jalan yang menggunakan terapi insulin untuk mengendalikan glukosa darahnya perlu diberikan dengan baik dengan harapan mengurangi kejadian hipoglikemia. Edukasi ini meliputi konsep tentang glukosa darah puasa dan prandial, fungsi insulin basal dan insulin prandial, serta pemantauan glukosa darah mandiri.

**Tabel VIII.1 Klasifikasi Hipoglikemia**

Level	Glukosa Darah
<b>Nilai peringatan hipoglikemia (Level 1)</b>	$\leq 70 \text{ mg/dL}$
<b>Hipoglikemia signifikan secara klinis (Level 2)</b>	$< 54 \text{ mg/dL}$
<b>Hipoglikemia berat (Level 3)</b>	Tanpa nilai ambang glukosa spesifik. Hipoglikemia berat dengan gangguan status mental dan/atau fisik yang membutuhkan bantuan orang lain.

### C. KENAIKAN BERAT BADAN

Kenaikan berat badan pada pasien yang menggunakan terapi insulin dapat disebabkan oleh beberapa keadaan. Insulin sendiri merupakan hormon anabolik. Penggunaannya pada pasien dengan kendali glikemik yang buruk akan meningkatkan berat badan karena pemulihan masa otot dan lemak. Adanya asupan tambahan akibat kejadian hipoglikemia, atau asupan makan yang lebih banyak karena merasa menggunakan insulin juga dapat menyebabkan kenaikan berat badan.

### D. EDEMA INSULIN

Edema dapat terjadi pada pasien yang memiliki kendali glikemik yang buruk (termasuk pasien dengan ketoasidosis), akibat retensi garam dan air akut. Edema akan menghilang secara spontan dalam beberapa hari. Kalau diperlukan untuk sementara dapat diberikan terapi diuretik. Edema pada pemberian insulin juga dapat terjadi pada penggunaannya bersamaan dengan obat oral golongan glitazon. Kalau efek samping tersebut menyebabkan perburuan klinik, maka sebaiknya obat golongan glitazon dihentikan.

### E. LIPODISTROFI (LIPOATROFI DAN LIOPHIPERTROFI)

Suntikan insulin berulang pada lokasi yang sama dapat menyebabkan kehilangan lemak terlokalisasi (lipoatrofi) maupun penumpukan lemak (lipohipertrofi). Lemak yang hilang akan kembali dalam beberapa bulan sampai tahun. Sensitivitas nyeri pada lokasi yang mengalami lipohipertrofi mungkin berkurang, juga akan terjadi penginakan masa jaringan ikat fibrosa. Penyerapan insulin yang disuntikkan pada tempat lipohipertrofi mungkin tidak teratur dan tidak bisa diramalkan. Penumpukan lemak akan berkurang secara perlahan bersamaan dengan waktu. Untuk menghindari lipohipertrofi, disarankan untuk menyuntikkan insulin di tempat yang berbeda dan bergantian.

## BAB IX

# Teknik Penyuntikan dan Penyimpanan Insulin

### A. TEKNIK PENYUNTIKKAN INSULIN

- Untuk menghindari nyeri pada tempat penyuntikan gunakan insulin pada suhu kamar, hindari penyuntikan pada akar rambut, gunakan jarum yang lebih pendek dan diameter lebih kecil, serta gunakan jarum baru. Jika menggunakan alkohol, suntikkan hanya ketika alkohol telah sepenuhnya kering.
- Masukkan jarum secara cepat melalui kulit. Suntikkan perlahan dan pastikan *plunger* (bagian yang didorong) atau tombol (pen) telah sepenuhnya tertekan. Pada penggunaan pen, setelah tombol ditekan, pasien harus menghitung perlahan sampai 10 sebelum menarik jarum.
- Jarum 4 mm dan 5 mm dapat digunakan oleh setiap pasien dewasa termasuk pasien dengan obesitas, dan umumnya tidak perlu dilakukan pengangkatan lipatan kulit terutama pada orang dengan berat badan normal atau obesitas. Sebaiknya penyuntikan dilakukan dengan sudut 90° terhadap permukaan kulit.
- Urutan yang optimal : (i). suntikkan insulin perlahan dengan sudut tegak lurus terhadap permukaan lipatan kulit, (ii). setelah *plunger* sepenuhnya tertekan (pada pen) biarkan jarum di kulit selama 10 detik atau hitung 1 sampai 10, (iii). tarik jarum dari kulit, (iv). lepaskan lipatan kulit, (v). lepaskan jarum dari pen, (vi) buang jarum.
- Pasien harus diajarkan untuk memeriksa lokasi penyuntikan dan mampu mendeteksi lipohipertrofi.
- Tidak boleh menyuntik ke area yang mengalami lipohipertrofi sampai jaringan abnormal kembali normal (dapat memakan waktu bulanan sampai tahunan).
- Memindahkan lokasi suntikan dari lipohipertrofi ke jaringan normal sering membutuhkan penurunan dosis insulin yang disuntikkan.

- Strategi pencegahan dan terapi yang terbaik untuk lipohipertrofi adalah dengan penggunaan Human Insulin dimurnikan, rotasi lokasi injeksi, menggunakan zona injeksi lebih besar, dan tidak menggunakan kembali jarum yang telah digunakan.
- Pasien harus diajarkan skema rotasi yaitu : membagi tempat injeksi ke dalam kuadran (atau bagian bila menggunakan paha atau bokong), menggunakan satu kuadran per minggu, lokasi penyuntikan satu sama lain harus berjarak minimal 1 cm untuk menghindari trauma ulang jaringan.
- Wanita hamil dengan DM yang menyuntikkan ke dalam perut harus memberikan suntikan dengan mengangkat lipatan kulit, hindari menggunakan lokasi perut sekitar umbilikus selama trimester terakhir, injeksi ke sisi-sisi perut masih dapat digunakan dengan mengangkat lipatan kulit.

## B. TEKNIK PENYIMPANAN INSULIN

- Simpan insulin yang sudah digunakan (*pen, cartridge* atau botol) pada suhu kamar maksimal 1 bulan setelah pemakaian pertama, dan belum kadaluarsa. Simpan insulin yang belum di dalam kulkas tetapi jangan disimpan di dalam *freezer*.
- *Cloudy insulin* (misalnya NPH dan insulin campuran) harus secara lembut diputar sebanyak 20 putaran dan/atau dimiringkan (jarang diguncang) sampai kristal kembali larut ke dalam suspensi (larutan menjadi berwarna putih susu)

## Daftar Pustaka

1. International Diabetes Federation. (2017) IDF Diabetes Atlas 8th ed. IDF website(online). Available at : <http://diabetesatlas.org/resources/2017-atlas.html>. (Accessed March 10th 2019)
2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018) *Hasil Utama Rskesdas 2018. Website Departemen Kesehatan RI* (online). Available at : [http://www.depkes.go.id/resources/download/info-terkini/materi\\_rakorpop\\_2018/Hasil%20Rskesdas%202018.pdf](http://www.depkes.go.id/resources/download/info-terkini/materi_rakorpop_2018/Hasil%20Rskesdas%202018.pdf). Published 2018. Accessed March 10 2019.
3. Cornell S. Continual Evolution of Type 2 Diabetes: An Update on Pathophysiology and Emerging Treatment Options. *Ther Clin Risk Manag*. 2015;11:621-632.
4. Gärtner V, Eigenthaler TK. Pathogenesis of Diabetic Macro- and Microangiopathy. *Clin Nephrol*. 2008 Jul;70(1):1-9.
5. Yoon JW, Jun HS. Autoimmune Destruction of Pancreatic Beta Cells. *Am J Ther*. 2005 Nov-Dec;12(6):580-91.
6. Olokoba AB, Obateru OA, Olokoba LB. Type 2 Diabetes Mellitus: A Review of Current Trends. *Oman Med J*. 2012 Jul;27(4):269-273.
7. Swinney SG, Hoekstra JB, DeVries JH. Insulin Therapy for Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2009 Nov;32(Suppl 2):S253-S259.
8. Alfadhl EM. Gestational Diabetes Mellitus. *Saudi Med J*. 2015;36(4):399-406.
9. Tibaldi JM. Evolution of Insulin: From Human to Analog. *The American Journal of Medicine*. 2014;127: S25-S38.
10. McCall AL. Insulin Therapy and Hypoglycemia. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2012 Mar;41(1):57-87.
11. Quianzon CC, Cheikh I. History of Insulin. *J Community Hosp Intern Med Perspect*. 2012;2(2):10.3402/jchimp.v2i2.18701.
12. McCall AL, Farhy LS. Treating Type 1 Diabetes: from Strategies for Insulin Delivery to Dual Hormonal Control. *Minerva Endocrinol*. 2013 Jun;38(2):145-163.
13. Hussein Z, Hui FS, Adam NL, Chin LS, Noor NM, Mohamad M, et al. Practical guide to insulin therapy in type 2 diabetes. Malaysia. January 2011.
14. Grunberger G. Insulin Analog-Are They Worth It? Yes! *Diabetes Care*. 2014 Jun;37(6):1767-1770.
15. Heinemann L, Hompesch M. Biosimilar Insulins Basic Considerations. *J Diabetes Sci Technol*. 2014 Jan;8(1):6-13.
16. Silver B, Raimaya K, Andrew SB, Fredrick O, Bajaj S, Kalra S, et al. EADSG Guidelines: Insulin Therapy in Diabetes. *Diabetes Ther*. 2018 Apr;9(2):449-492.
17. Melo KFS, Bahia LR, Pasinato B, Porfirio GJM, Martimbianco AL, Riera R, et al. Short-acting Insulin Analogues Versus Regular Human Insulin on Postprandial Glucose and Hypoglycemia in Type 1 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-analysis. *Diabetol Metab Syndr*. 2019;11:2.
18. Singh J. Rapid Acting Insulin Anlogues. *Semantic Scholar*. 2012;5(5):254-257.
19. Peterson GE. Intermediate and Long-Acting Insulins: A Review of NPH Insulin, Insulin Glargine, and Insulin Detemir. *Current Medical Research and Opinion*. 2006; 22(12):2613-2619.
20. Staudl E, Owen DR. New Long-Acting Basal Insulins: Does Benefit Outweigh Cost? *Diabetes Care*. 2016 Aug;39(Supplement 2):S172-S179.
21. Kalra S, Czupryniak L, Kilov G, Lamptey R, Kumar A, Unnikrishnan AG, et al. Expert Opinion: Patient Selection for Premixed Insulin Formulations in Diabetes Care. *Diabetes Ther*. 2018 Dec;9(6):2185-2199.
22. Diabetes.co.uk. (2019). *Insulin Actions and Duration - How Long Insulin Takes To Work*. [online] Available at: <https://www.diabetes.co.uk/insulin/insulin-actions-and-durations.html> [Accessed 10 Jul. 2019].

23. Petznick A. Insulin Management of Type 2 Diabetes Mellitus. *Am Fam Physician*. 2011 Jul 15; 84(2):183-190.
24. Sanlioglu AD, Altunbas HA, Balci MK, Griffith TS, Sanlioglu S. Clinical Utility of Insulin and Insulin Analogs. *Islets*. 2013 Mar 1;5(2):67-78.
25. Garber AJ. Premixed insulin Analogues for the Treatment of Diabetes Mellitus. *Drugs*. 2006; 66(1):31-49.
26. Noble SL, Johnston E, Walton B. Insulin Lispro: A Fast-Acting Insulin Analog. *Am Fam Physician*. 1998 Jan 15;57(2):279-286.
27. Clissoid R, Clissoid D. Insulin Glargine in The Management of Diabetes Mellitus: An Evidence-Based Assessment of Its Clinical Efficacy and Economic Value. *Core Evid*. 2007;2(2):89-110.
28. Chakkrawat PN, Manjrekar NA. Insulin Glargine: A Long Acting Insulin Analog. *J Postgrad Med*. 2005;51:68-71.
29. Nasrallah SN, Reynolds LR. Insulin Degludec, The New Generation Basal Insulin or Just Another Basal Insulin. *Clin Med Insights Endocrinol Diabetes*. 2012;5:31-37.
30. Lau IT, Lee KF, So WY, Tan K, Yeung VTF. Insulin Glargine 300 U/ml for Basal Insulin Therapy in Type 1 and Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2017;10:273-284.
31. Kalra S. High Concentration Insulin. *Kalra S. Indian J Endocrinol Metab*. 2018 Jan-Feb;22(1):160-163.
32. Wal P, Wal A, Srivastava S, Srivastava A, Pandey U, Jain T, et al. Comparative Efficacy of Humalog Mix 75/25 with Human Insulin. *J Pharm Sci & Res*. 2010;2(5):302-307.
33. Haahr H, Fita EG, Heise T. A Review of Insulin Degludec/Insulin Aspart: Pharmacokinetic and Pharmacodynamic Properties and Their Implications in Clinical Use. *Clin Pharmacokinet*. 2017;56(4):339-354.
34. Accessdata.fda.gov. (2019). *RYZODEG 70/30*. [online] Available at: [https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda\\_docs/label/2016/203313s002lbl.pdf](https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2016/203313s002lbl.pdf) [Accessed 26 May 2019].
35. Kalra S, Atkin S, Cervera A, Das AK, Demir O, Demit T, et al. Multinational ConsensusL Insulin Initiation with Insulin Degludec/Aspart (IDegAsp). *Adv Ther*. 2018;35:928-936.
36. Newsome C. Basagliar. *Clin Diabetes*. 2017 Jul;35(3):181.
37. Aroda VR, Rosenstock J, Wysham C, Unger J, Bellido D, González-Gálvez G, et al. Efficacy and Safety of LixiLan a Titratable Fixed-ratio Combination of Insulin Glargine plus Lixisenatide in Type 2 Diabetes Inadequately Controlled on Basal Insulin and Metformin: The LixiLan-L Randomized Trial. *Diabetes Care*. 2016;39:1972-1980.
38. Rosenstock J, Aronson R, Grunberger G, Hanefeld M, Piatti P, Serusclat P, et al. Benefits of LixiLan, a Titratable Fixed-ratio Combination of Insulin Glargine Plus Lixisenatide, Versus Insulin Glargine and Lixisenatide Monocomponents in Type 2 Diabetes Inadequately Controlled with Oral Agents: The LixiLan-O Randomized Trial. *Diabetes Care*. 2016 Nov;39(11):2026-2035.
39. European Medicines Agency. (2019). *Suliqua - European Medicines Agency*. [online] Available at: <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/EPAR/suliqua> [Accessed 13 Jun. 2019].
40. Healio (2019). *FDA Approves iDegLira Combination Injection*. [online] Healio.com. Available at: <https://www.healio.com/endocrinology/diabetes/news/online/%7B9b202684-626d-43a7-ac04-9a689da0acfa%7D/fda-approves-ideglira-combination-injection> [Accessed 26 May 2019].
41. Hirsch IB. Insulin Analogues. *N Engl J Med*. 2005;352:174-183.
42. Ramchandani N, Ellis MK, Jain S, Bhandari S, Anhalt H, Maclareen NK, et al. Basal Insulin Requirements on Continuous Subcutaneous Insulin Infusion During the First 12 Months After Diagnosis of Type 1 Diabetes Mellitus. *J Diabetes Sci Technol*. 2010 May;4(3):610-614.
43. Slattery D, Amiel SA, Choudhary P. Optimal Prandial Timing of Bolus Insulin in Diabetes Management: A Review. *Diabet Med*. 2018 Mar;35(3):306-316.
44. Galdo JA, Thurston MM, Bourg CA. Clinical Considerations for Insulin Pharmacotherapy in Ambulatory Care, Part One. Introduction and Review of Current Products and Guidelines. *Clin Diabetes*. 2014 Apr;32(2):66-75.

45. Davidson MB. Insulin Therapy: A Personal Approach. *Clin Diabetes*. 2015 Jul;33(3):123-135.
46. Kovil R, Chawla M, Rajput R, Singh AK, Sinha B, Ghosal S, et al. Consensus on Insulin Dose and Titration Algorithms in Ambulatory Care of Type 2 Diabetes in India. *Journal of The Association of Physicians of India*. 2017 Feb;65:17-30.
47. American Diabetes Association. (2019) *Pharmacologic Approaches to Glycemic Treatment: Standards of Medical Care in Diabetes-2019*. American Diabetes Association Diabetes Care Website (online). American Diabetes Association Diabetes Care;42(Suppl. 1):590-5102. <https://doi.org/10.2337/dc19-S009>
48. Heinemann L, Hompesch M. Biosimilar Insulins: How Similar is Similar? *J Diabetes Sci Technol*. 2011 May;5(3):741-754.
49. Heinemann L, Hompesch M. Biosimilar Insulins Basic Considerations. *J Diabetes Sci Technol*. 2014 Jan;8(1):6-13.
50. Srfmr.org. (2011). *Type 2 Diabetes Adult Outpatient Insulin Guidelines*. [online] Available at: [http://www.srfmr.org/uploads/provider\\_resource/1331853259-8b5d35db700e0a8b9/Outpatient%20Insulin%20Guidelines%202.17.2011.pdf](http://www.srfmr.org/uploads/provider_resource/1331853259-8b5d35db700e0a8b9/Outpatient%20Insulin%20Guidelines%202.17.2011.pdf) [Accessed 5 Jul. 2019].
51. Cadth.ca. (2019). *Guide to Starting and Adjusting Insulin for Type 2 Diabetes*. [online] Available at: [https://www.cadth.ca/media/pdf/InsulinStartTool\\_e\\_print.pdf](https://www.cadth.ca/media/pdf/InsulinStartTool_e_print.pdf) [Accessed 5 Jul. 2019].
52. Hariharan, J., O'Shaughnessy, I., Gillard, D. and Guddie, L. (2019). *Step-Wise Dosing and Titration of Insulin for Type 2 Diabetes in the Ambulatory Setting*. [online] Download.lww.com. Available at: [https://download.lww.com/wolterskluwer\\_vitalstream\\_com/PermaLink/JACM/A/JACM\\_37\\_1\\_2013\\_10\\_15\\_AZAM\\_2\\_SDC2.pdf](https://download.lww.com/wolterskluwer_vitalstream_com/PermaLink/JACM/A/JACM_37_1_2013_10_15_AZAM_2_SDC2.pdf) [Accessed 5 Jul. 2019].
53. Diabet, E. (2019). *Session Two: Changing the Type 2 Diabetes Mellitus Management Paradigm with Fixed-Ratio Combinations - European Medical Journal*. [online] European Medical Journal. Available at: <https://www.emjreviews.com/diabetes/symposium/session-two-changing-the-type-2-diabetes-mellitus-management-paradigm-with-fixed-ratio-combinations/> [Accessed 8 Jul. 2019].
54. Kalra S, Gupta Y. Injectable Coformulations in Diabetology. *Diabetes Ther*. 2015 Jun;6(2):101-111.
55. Vijayakumar TM, Jayram J, Cheekireddy VM, Himaja D, Teja YD, Narayanasamy D. Safety, Efficacy, and Bioavailability of Fixed-Dose Combinations in Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Updated Review. *Curr Ther Res Clin Exp* 2017;84:4-9.
56. Arada V, Rosenstock J, Wysham C, Unger J, Bellido D, Gonzalez-Galvez G, et al. Efficacy and Safety of LixiLan, a Titratable Fixed-Ratio Combination of Insulin Glargine Plus Lixisenatide in Type 2 Diabetes Inadequately Controlled on Basal Insulin and Metformin: The LixiLan-L Randomized Trial. *Diabetes Care*. 2016;39:1972-1980.
57. Rosenstock J, Aronson R, Grnberger G, Hanefeld M, PiBenefit of LixiLan, a Titrable Fixed-Ratio Combination of Insulin Glargine Plus Lixisenatide, Versus Insulin Glargine and Lixisenatide Monocomponents in Type 2 Diabetes Inadequately Controlled With Oral Agents: The LixiLan-O Randomized Trial. *Diabetes Care*. 2016;1:1-10.
58. Tjokoprawiro A, Setiawan PB, Santoso D, Soegiarto G. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam*. 2nd ed. Surabaya: Airlangga University Press; 2015.
59. Sorli C, Heile MK. Identifying and Meeting the Challenges of Insulin Therapy in Type 2 Diabetes. *Journal of Multidisciplinary Healthcare* 2014;7:267-282.
60. WHO. (2006) *Guidelines for the prevention, management and care of diabetes mellitus. WHO EMRO* (online). Available at : <http://applications.emro.who.int/dsaf/dsa664.pdf>. Published 2006. Accessed February 24 2019.
61. WHO. (2018) *Guidelines on Second-and Third-line Medicines and Type of Insulin for the Control of Blood Glucose Levels in Non-pregnant Adults with diabetes mellitus. WHO* (online). Available at : <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s23421en/s23421en.pdf>. Published 2018. Accessed February 24 2019.

- 
62. American Diabetes Association. Classification and Diagnosis of Diabetes: *Standards of Medical Care in Diabetes-2018*. Diabetes Care. 2018 Jan;41(Supplement 1):S13-S27.
63. Pearson, T. (2019). *Initiating Insulin in the Type 2 Diabetes Patient*. [online] Medscape.org. Available at: <https://www.medscape.org/viewarticle/567952> [Accessed 10 Jul. 2019].
64. Tamez-Pérez HE, Quintanilla-Flores DL, Rodriguez-Gutiérrez R, González-González JG, Tamez-Peña AL. Steroid Hyperglycemia: Prevalence, Early Detection and Therapeutic Recommendations: A Narrative Review. World J Diabetes. 2015 Jul;25;6(8):1073-1081.
65. Duggan EW, Carlson K, Umpierrez GE. Perioperative Hyperglycemia Management: An Update. Anesthesiology. 2017 Mar;126(3):547-560.
66. Niazi AK, Karla S. Diabetes and Tuberculosis: A Review of the Role of Optimal Glycemic Control. J Diabetes Metab Disord. 2011;11:28.
67. Khan R, Foster GR, Chowdhury TA. Managing Diabetes in Patients with Chronic Liver Disease. Postgrad Med. 2012 Jul;124(4):130-7.
68. Cavanaugh KL. Diabetes Management Issues for Patients With Chronic Kidney Disease. Clinical Diabetes. 2007 Jul;25(3):90-97.
69. Konsensus Nasional Pengelolaan Diabetes Mellitus Tipe 1. (2015). Jakarta: Badan Penerbit Ikatan Dokter Anak Indonesia.
70. Lee YA. Diabetes Care for Emerging Adults: Transition from Pediatric to Adult Diabetes Care Systems. Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism. 2013;18:106-110.
71. National Institute for Health and Care Excellence. (2015) *Type 2 diabetes in adults: management*. NICE (online). Available at : [nice.org.uk/guidance/ng28](http://nice.org.uk/guidance/ng28). Published 2015. Accessed March 3rd 2019.
72. Joint British Diabetes Societies for Inpatient Care. (2014) *Management of hyperglycaemia and steroid (glucocorticoid) therapy. JBDS-IC* (online). Available at : [www.diabetes.org.uk](http://www.diabetes.org.uk). Published October 2014. Accessed March 9th 2019.
73. Haiweb.org. (2016). *Fact Sheet Insulin Market Profile*. [online] Available at: [https://haiweb.org/wp-content/uploads/2015/05/HAI\\_ACCISS\\_factsheet\\_insulinmarket.pdf](https://haiweb.org/wp-content/uploads/2015/05/HAI_ACCISS_factsheet_insulinmarket.pdf) [Accessed 15 Sep. 2019].
74. Korytkowski MT. In-patient management of diabetes: Controversies and guidelines. Indian J Endocrinol Metab. 2013 Dec;17(Suppl 3): S630-S635.
75. Tamez-Perez HE, Quintanilla-Flores DL, Rodriguez-Gutierrez R, Gonzalez-Gonzalez JG, Tamez-Peña AL. Steroid hyperglycemia: Prevalence, early detection and therapeutic recommendations: A narrative review. World J Diabetes. 2015 Jul 25;6(8):1073-1081.
76. Khawaja A, Alkhaddo JB, Rana Z. Glycemic control in hospitalized patients with diabetes receiving corticosteroids using a neutral protamine hagedorn insulin protocol: a randomized clinical trial. Diabetes Ther. 2018;9:1647-1655.
77. Lambert K, Holt RIG. The use of insulin analogues in pregnancy. Diabetes, Obesity and Metabolism. 2013;15:888-900.
78. Hiranput S, Ahmed SH, Macaulay D, Azmi S. Successful outcomes with insulin degludec in pregnancy: a case series. Diabetes Ther. 2019;10:283-289.