

BAB II

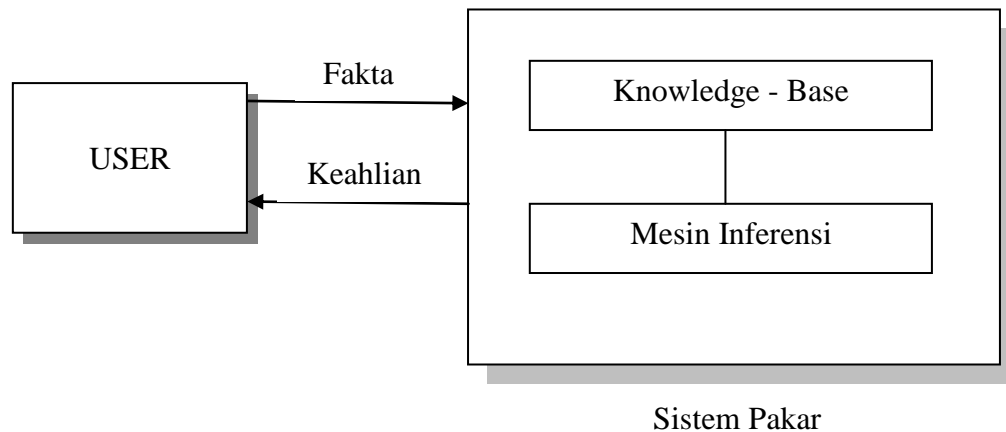
LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Menurut (*Feigenbaum:1982*) sistem pakar adalah suatu program komputer cerdas yang menggunakan *knowledge* (pengetahuan) dan prosedur inferensi untuk menyelesaikan masalah yang cukup sulit sehingga membutuhkan seorang yang ahli untuk menyelesaikannya. Selain itu sistem pakar juga merupakan suatu sistem komputer yang menyamai (*emulates*) kemampuan pengambilan keputusan dari seorang pakar. Istilah *emulates* berarti bahwa sistem pakar diharapkan dapat bekerja dalam semua hal seperti seorang pakar.

Menurut (*Arhami Muhammad:2004*) Sistem pakar adalah salah satu cabang dari AI (*Artificial Intelligence*) yang membuat penggunaan secara luas *knowledge* yang khusus untuk penyelesaian masalah tingkat manusia yang pakar. Seorang pakar adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu, yaitu pakar yang mempunyai *knowledge* atau kemampuan khusus yang orang lain tidak mengetahui atau mampu dalam bidang yang dimilikinya.

Sistem pakar terdiri dari 2 komponen utama, yaitu *knowledge base* yang berisi *knowledge* dan mesin *inferensi* yang menggambarkan kesimpulan. Kesimpulan tersebut merupakan respons dari sistem pakar atas permintaan pengguna.



Gambar 2.1 Konsep Dasar Fungsi Sistem Pakar (sumber:Arhami:2005).

Ada beberapa alasan mendasar mengapa sistem pakar dikembangkan untuk menggantikan seorang pakar, diantaranya :

1. Dapat menyediakan kepakaran setiap waktu dan di berbagai lokasi.
2. Secara otomatis mengerjakan tugas – tugas rutin yang membutuhkan seorang pakar.
3. Seorang pakar akan pensiun atau pergi.
4. Seorang pakar adalah mahal.

Kepakaran dibutuhkan juga pada lingkungan yang tidak bersahabat (*hostile environment*).

2.2 Keuntungan Sistem Pakar

Sistem pakar (*expert system*) merupakan paket perangkat lunak atau paket program komputer yang ditujukan sebagai penyedia nasihat dan saran bantu dalam memecahkan masalah di bidang-bidang spesialisasi tertentu seperti sains,

perekayasaan, matematika, kedokteran, pendidikan dan sebagainya. Sistem pakar merupakan subset dari *Artificial Intelligence*.

Ada beberapa keunggulan sistem pakar, diantaranya dapat :

1. Menghimpun data dalam jumlah yang sangat besar.
2. Menyimpan data tersebut untuk jangka waktu yang panjang dalam suatu bentuk tertentu.
3. Mengerjakan perhitungan secara cepat dan tepat dan tanpa jemu mencari kembali data yang tersimpan dengan kecepatan tinggi.

Sementara kemampuan sistem pakar diantaranya adalah :

1. Menjawab berbagai pertanyaan yang menyangkut bidang keahliannya.
2. Bila diperlukan dapat menyajikan asumsi dan alur penalaran yang digunakan untuk sampai ke jawaban yang dikehendaki.
3. Menambah fakta kaidah dan alur penalaran sah yang baru dalam otaknya.

Selanjutnya ada banyak keuntungan bila menggunakan sistem pakar, diantaranya adalah :

1. Menjadikan pengetahuan dan nasihat lebih mudah didapat.
2. Meningkatkan output dan produktivitas.
3. Menyimpan kemampuan dan keahlian pakar.
4. Meningkatkan penyelesaian masalah – menerusi paduan pakar, penerangan sistem pakar khas.
5. Meningkatkan reliabilitas.
6. Memberikan respons (jawaban) yang cepat.
7. Merupakan panduan yang *intelligence* (cerdas).

8. Dapat bekerja dengan informasi yang kurang lengkap dan mengandung ketidakpastian.
9. *Intelligence database* (basis data cerdas), bahwa sistem pakar dapat digunakan untuk mengakses basis data dengan cara cerdas (Arhami Muhammad:2004).

2.3 Ciri-ciri Sistem Pakar

Ciri-ciri sistem pakar (Siswanto:2010) :

1. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data yang tidak pasti.
3. Dapat mengemukakan rangkaian alasan-alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
4. Berdasarkan pada kaidah/ketentuan/rule tertentu.
5. Dirancang untuk dapat dikembangkan secara bertahap.
6. Pengetahuan & mekanisme penalaran (*interface*) jelas terpisah.
7. Keluarannya bersifat anjuran.

2.4 Orang yang terlibat dalam Sistem Pakar

Menurut (Turban:1995), terdapat tiga orang yang terlibat dalam lingkungan sistem pakar, yaitu :

1. Pakar (*Domain Expert*)

Pakar adalah orang yang memiliki pengetahuan khusus, pendapat, pengalaman dan metode, serta kemampuan untuk mengaplikasikan keahliannya tersebut guna menyelesaikan masalah.

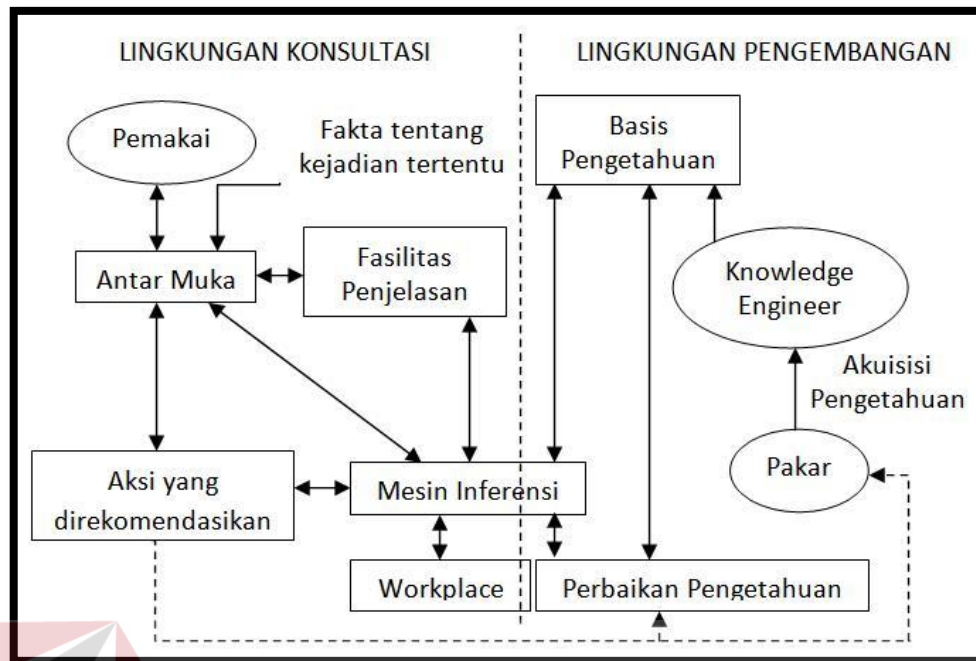
2. Perekayasa Sistem (*Knowledge engineer*)

Knowledge engineer adalah orang yang membantu pakar dalam menyusun area permasalahan dengan menginterpretasikan dan mengintegrasikan jawaban-jawaban pakar atas pertanyaan yang diajukan, menggambarkan analogi, mengajukan *counter example* dan menerangkan kesulitan – kesulitan konseptual.

3. Pemakai (*user*)

Sistem pakar memiliki beberapa pemakai, yaitu : pemakai buatan pakar, pelajar, pembangun sistem pakar yang ingin meningkatkan dan menambah basis pengetahuan, dan pakar.

Arsitektur yang terdapat dalam sistem pakar adalah seperti yang terdapat pada Gambar 2.2, yaitu *user interface* (antarmuka pengguna), basis pengetahuan, akuisisi pengetahuan, mesin inferensi, *workplace*, fasilitas penjelasan, perbaikan pengetahuan.



Gambar 2.2 Arsitektur sistem pakar (sumber :Turban 1995).

2.5 Mesin Inferensi

Mesin inferensi adalah program komputer yang memberikan metodologi untuk penalaran tentang informasi yang ada dalam basis pengetahuan dan dalam *workplace*, dan untuk memformulasikan kesimpulan (Turban:1995).

Terdapat dua pendekatan untuk mengontrol inferensi dalam sistem pakar berbasis aturan yaitu *forward chaining* dan *backward chaining*.

2.5.1 Runut Maju (*Forward Chaining*)

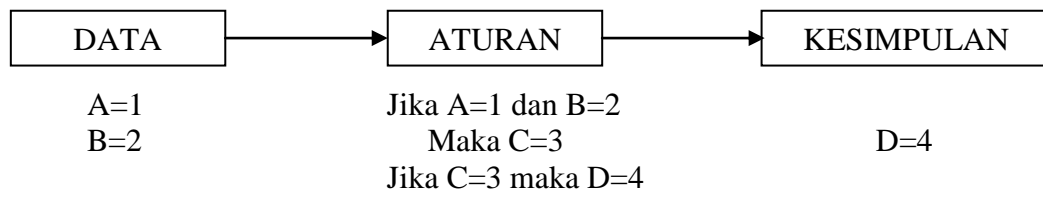
Runut maju atau *Forward chaining* berarti menggunakan himpunan aturan kondisi-aksi. Dalam metode ini, data yang digunakan untuk menentukan aturan mana yang akan dijalankan, kemudian aturan tersebut dijalankan. Proses diulang sampai ditemukan suatu hasil (Kusrini:2006). Gambar 2.3 menunjukkan bagaimana kerja inferensi runut maju.

Jika data yang dimiliki adalah $A = 1$ dan $B = 2$ maka aturan yang dilakukan adalah :

If $A = 1$ dan $B = 2$ *then* $C = 3$

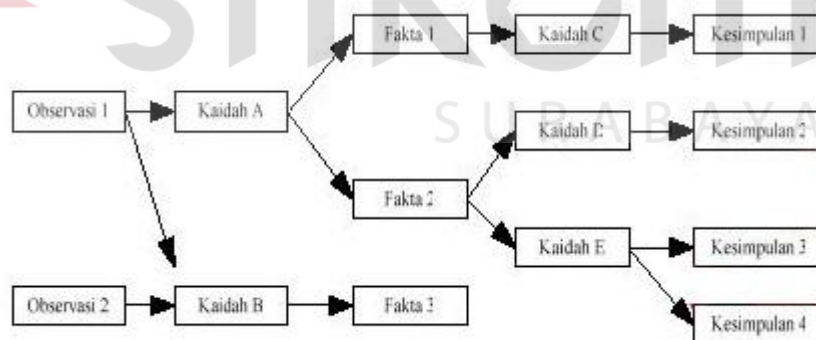
If $C = 3$ *then* $D = 4$

Dari aturan diatas dapat menghasilkan kesimpulan bahwa $D = 4$.



Gambar 2.3 Cara Kerja Metode Runut Maju (*Forward Chaining*).

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat alur dari metode *forward chaining* seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Metode Forward Chaining (Arhami:2005).

2.5.2 Verifikasi

Verifikasi merupakan sekumpulan aktifitas yang memastikan suatu sistem apakah telah berlaku dalam kondisi yang ditetapkan. Verifikasi itu sendiri terdiri dari dua proses, pertama memeriksa pelaksanaan sistem, kedua memeriksa konsistensi dan kelengkapan dari basis pengetahuan. Verifikasi dijalankan ketika ada penambahan atau perubahan pada *rule*, karena *rule* tersebut sudah ada pada sistem. Tujuan verifikasi adalah untuk memastikan adanya kecocokan antara sistem dengan apa yang dikerjakan sistem (*rule base*) dan juga untuk memastikan bahwa sistem itu terbebas dari kesalahan. Berikut ini adalah beberapa metode pemeriksaan *rules* dalam suatu basis pengetahuan (Gonzales:1993).

1. Redundant Rules

Redundant rules terjadi jika dua *rules* atau lebih mempunyai premis dan *conclusion* yang sama.

Contoh :

Rule1: *if the humidity is high and the temperature is hot.*
Then there will be thunderstorms.

Rule2: *if the temperature is hot and the humidity is high.*
Then there will be thunderstrome.

2. Conflicting Rules

Conflicting rules terjadi jika dua *rules* atau lebih mempunyai premis yang sama, tetapi mempunyai *conclusion* yang berlawanan.

Contoh :

Rule1: *if the humidity is hot and the humidity is high.*

Then there will be sunshine.

Rule2: *if the temperature is hot and the humidity is high.*

Then there will be sunshine.

3. Subsumed Rules

Subsumed rules terjadi jika *rules* tersebut mempunyai *constraint* yang lebih atau kurang tetapi mempunyai *conclusion* yang sama.

Contoh :

Rule1: *if the humidity is hot and the humidity is high.*

Then there will be thunderstorms.

Rule2: *if the temperature is hot.*

Then there will be thunderstorme.

4. Circular Rules

Circular rules adalah suatu keadaan dimana terjadinya proses perulangan dari suatu *rule*. Ini dikarenakan suatu premis dari salah satu *rule* merupakan *conclusion* dari *rule* yang lain, atau sebaliknya.

Contoh :

Rule1: *if X and Y are brothers.*

Then X and Y have the same parents.

Rule2: *if X and Y have the same parents.*

Then X and Y are brothers.

5. Unnecessary if Condition

Unnecessary if Condition terjadi jika dua *rules* atau lebih mempunyai *conclusion* yang sama, tetapi salah satu dari *rule* tersebut mempunyai premis yang tidak perlu dikondisikan dalam *rule* karena tidak mempunyai pengaruh apapun.

Contoh :

Rule1: *if the patient has pink spots and the patient has a fever.*

Then the patients has measles.

Rule2: *if the patient has pink spots and the patient does not have fever.*

Then the patients has measles.

6. Dead-end Rules

Dead-end rules adalah suatu *rule* yang *conclusion*-nya tidak diperlukan oleh *rule* lainnya.

Contoh :

Rule1: *if thegauge reads empty.*

Then the gas tank.

7. Missing Rules

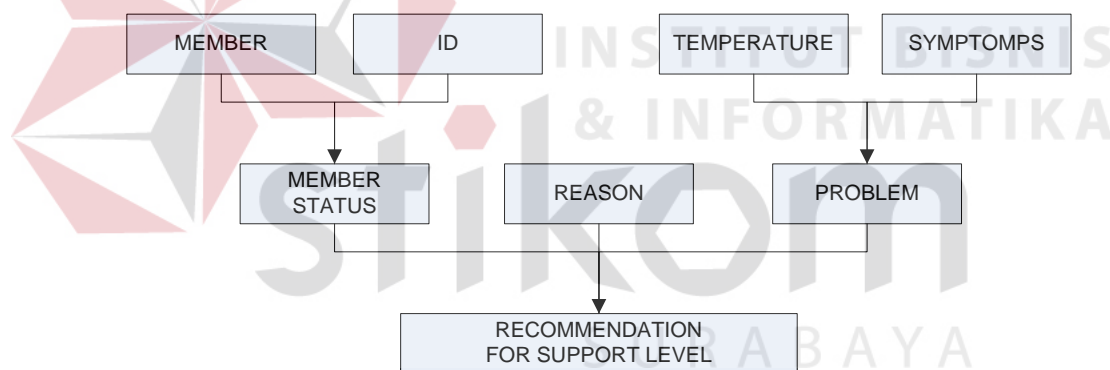
Missing rules merupakan suatu aturan yang ditandai dengan fakta yang tidak pernah digunakan dalam proses *inference engine*.

8. Unreachable Rules

Unreachable rules merupakan suatu atauran yang gejalanya tidak akan pernah benar.

2.5.3 Block Diagram

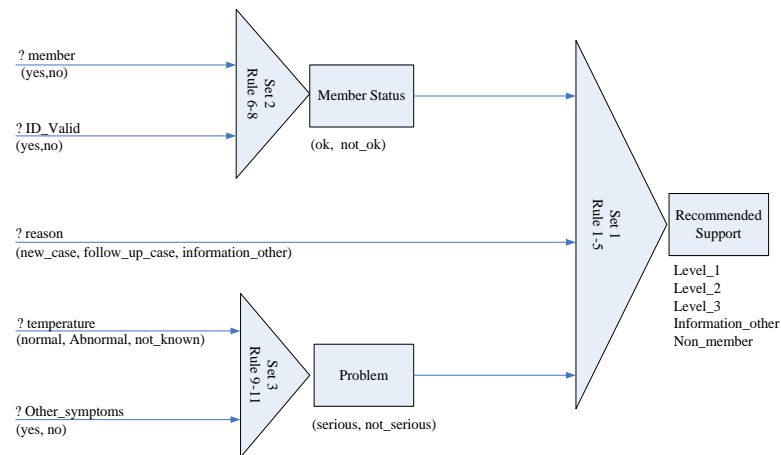
Untuk pertama yang dilakukan dalam menerjemahkan suatu bidang ilmu ke dalam sistem berbasis aturan adalah melalui diagram blok (*Block Diagram*). *Block diagram* merupakan susunan dari rule yang terdapat di dalam sebuah bidang ilmu (Dologite, 1993). Dengan membuat *block diagram* di dalam sistem pakar maka dapat diketahui urutan kerja sistem dalam mencari suatu keputusan. Sebagai contoh, jika kita memiliki *member*, *id*, *temperature* dan *symptom*. Jika *member* dan *id* digabung akan menjadi *member status* sedangkan jika *temperature* dan *symptoms* digabung maka akan menjadi *problem*. Jika *member status*, *problem* dan *reason* digabung maka akan menghasilkan *recommendation for support level*. Contoh dari *block diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Diagram Blok (*Block Diagram*).

2.5.4 Dependency Diagram

Dependency diagram di dalam sistem pakar berfungsi untuk menunjukkan hubungan atau ketergantungan antara inputan pertanyaan, *rules*, nilai dan rekomendasi yang dibuat oleh *prototype* sistem berbasis pengetahuan (Dologite:1993). Contoh dari *dependency diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Dependency Diagram (Dologite:1993).

2.5.5 Decision Table

Decision table diperlukan untuk menunjukkan hubungan timbal balik antara nilai-nilai pada hasil fase antara rekomendasi akhir KBS (Dologite:1993). Sebagai contoh dari pembuatan *decision table* dapat dilihat pada Tabel 2.1. pada *step 1* terdapat *plan* yang berisi tentang premis apa yang digunakan dan berapa baris yang diperlukan dalam membuat suatu *decision table*. Jika dikalikan jumlah baris dan banyaknya premis maka akan menghasilkan jumlah untuk membuat suatu *decision table*. Pada *step 2* adalah langkah-langkah dalam pembuatan *decision table*.

Step 1 : *Plan*

Condition :	Member_status? (ok/ not_ok)	= 2
	Reason? (new_case/follow_up_case/information_other)	= 3
	Problem? (serious,/non_serious)	= 2
Row :	$2 \times 3 \times 2 = 12$	

Gambar 2.7 Step 1 : Plan

Step 2 : Complete Decision Table

Tabel 2.1 Decision Table

Rule	Member_status	Reason	Problem	Recommended Support
A1	Ok	New_case	Serious	Level_1
A2	Ok	New_case	Non_serious	Level_2
A3	Ok	follow_up_case	Serious	Level_1
A4	Ok	follow_up_case	Non_serious	Level_3
A5	Ok	information_other	Serious	Information_ot her
A6	Ok	information_other	Non_serious	Information_ot her
A7	Not_ok	New_case	Serious	Non_member
A8	Not_ok	New_case	Non_serious	Non_member
A9	Not_ok	follow_up_case	Serious	Non_member
A10	Not_ok	follow_up_case	Non_serious	Non_member
A11	Not_ok	information_other	Serious	Non_member
A12	Not_ok	information_other	Non_serious	Non_member

2.5.6 Reduced Decision Table

Reduced decision table adalah pembuatan tabel yang nilai-nilainya didapat dari mereduksi *decision table*. Setelah didapatkan nilai dari *decision table*, akan direduksi untuk mendapatkan nilai dari kondisi terakhir. Sebagai contoh dari *reduced decision table* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Reduced Decision Table

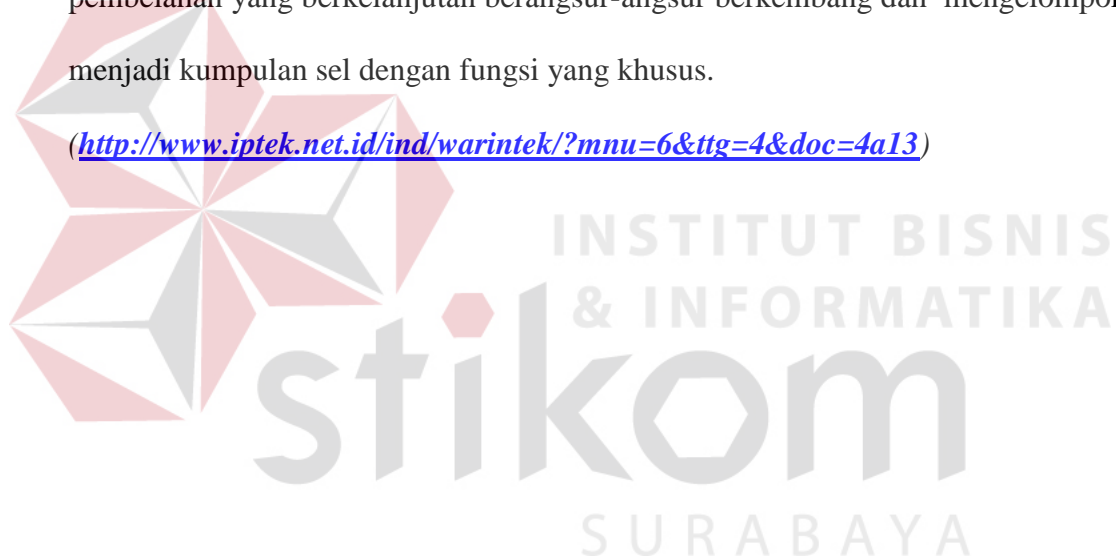
Rule	Member_status	Reason	Reason	Recommended Support
A1	Ok	New_case	Serious	Level_1
A2	Ok	New_case	Non_serious	Level_2
A3	Ok	follow_up_case	Serious	Level_1
A4	Ok	follow_up_case	Non_serious	Level_3
A5	Ok	information_other	-	Information_ot her
A6	Not_ok	-	-	Non_member

2.6 Hewan sapi

Sapi adalah hewan ternak terpenting sebagai sumber daging, susu, tenaga kerja dan kebutuhan lainnya. Sapi menghasilkan sekitar 50% (45%-55%) kebutuhan daging didunia, 95% kebutuhan susu dan 85% kebutuhan kulit. Sapi berasal dari famili *Bovidae*. Seperti halnya bison, banteng, kerbau (*Buballus*), kerbau afrika (*syncherus*), dan anoa.

Tubuh sapi tersusun dari sel-sel yaitu bagian tubuh terkecil yang hidup dan berkembang secara dinamis dengan cara pembelahan. Sel-sel ini melalui proses pembelahan yang berkelanjutan berangsur-angsur berkembang dan mengelompok menjadi kumpulan sel dengan fungsi yang khusus.

<http://www.iptek.net.id/ind/warintek/?mnu=6&ttg=4&doc=4a13>



2.7 Keterangan Penyakit Sapi

Beberapa jenis penyakit pada sapi yang disebabkan oleh virus (Budi Tri Akoso:1996) antara lain:

2.7.1 Akabane

Akabane adalah penyakit menular yang ditandai oleh adanya keguguran atau kelahiran cacat artrogriposis yang disertai atau tanpa disertai *hidranensefali*. Penyakit ini pertama kali ditemukan di Jepang pada tahun 1961.

Gejala klinis

1. Gemetar.
2. Susah bergerak.
3. Suhu tubuh meningkat.
4. Pembengkakan tulang punggung.
5. Pembengkokan tulang leher.
6. Pembengkakan persendian kaki.
7. Buta.

Pengendalian

Tidak ada pengobatan yang efektif. Vaksinasi dapat dilakukan dengan vaksin aktif ataupun pasif. Namun vaksin ini belum beredar di Indonesia. Penggunaan vaksin ini juga hanya dapat dilakukan bagi hewan muda yang mendapatkan kekebalan alami sebelum bunting.

2.7.2 Diare Ganas

Diare ganas (*Bovine Viral Diarrhea*) adalah penyakit viral pada sapi yang sub-akut dan ditandai dengan diare yang terus-menerus.

Gejala klinis

1. Diare berdarah dan berlendir.
2. Tidak mau makan (nafsu makan berkurang).
3. Penurunan berat badan.
4. Kelenjar limfe membengkak.
5. Kelenjar getah bening membesar.

Pengendalian

Pengobatan penyakit hewan ini tidak efektif. Vaksin telah tersedia tetapi belum banyak dipergunakan di Indonesia.

2.7.3 Cacar Sapi (*Cow Pox*)

Cacar sapi atau *cow pox* adalah penyakit yang disebabkan oleh kelompok virus pox yang menyebabkan jejas pada kulit. Pada sapi laktasi, penyakit ini sering menyerang puting.

Gejala klinis

1. Puting membengkak.
2. Produksi susu menurun.
3. Ambing membengkak (membesar).
4. Ambing keras.
5. Terdapat keropeng.
6. Kulit kusam.
7. Suhu tubuh tinggi.

Pengendalian

Jejas cacar harus dijaga kebersihannya dan diberikan salep antivirus. Vaksinasi terhadap cacar pada hewan atau ternak tidak biasa dilakukan.

2.7.4 Demam Tiga Hari (*Bovine Ephemeral Fever, BEF*)

Penyakit demam tiga hari (*three day sickness*) atau *bovine ephemeral fever* adalah suatu penyakit viral pada sapi dan kerbau yang ditandai dengan terjadinya demam tinggi, rasa sakit otot, dan kepincangan. Sapi yang menderita penyakit ini cepat sembuh bila tanpa ada komplikasi. Penyakit ini tersebar di banyak negara tropis dan sub-tropis.

Gejala klinis

1. Suhu tubuh tinggi (41°C).
2. Badan susah bergerak.
3. Kelenjar getah bening membesar.
4. Hidung berair (cairan kental).
5. Otot kaku.
6. Kaki pincang.
7. Produksi susu menurun.
8. Susu berwarna merah.

Pengendalian

Pengobatan terhadap sapi yang menderita penyakit ini dilakukan dengan memberikan obat simptomatik dan pencegahan terhadap timbulnya infeksi skunder. Vaksin yang efektif belum ada.

2.7.5 Penyakit Ingusan (*Malignant Catarrhal Fever*)

Penyakit ingusan atau *malignant catarrhal fever* (MCF) adalah suatu penyakit infeksi yang menyebabkan demam tinggi dan fatal pada sapi. Gejala yang mencolok adalah keluarnya ingus yang hebat dari hidung. Penyakit ini tersebar luas di berbagai negara didunia.

Gejala klinis

1. Badan gemetar.
2. Suhu tubuh meningkat (39,0-40°C).
3. Kelenjar limfe membengkak.
4. Sulit bernafas.
5. Hidung berair (cairan kental).
6. Hidung tersumbat.
7. Diare berdarah dan berlendir.
8. Mata berair.
9. Air mata berlebihan.
10. Kornea mata keruh.

Pengendalian

Pengobatan yang efektif tidak ada. Umumnya hewan yang sakit sudah tidak bisa lagi diobati. Usaha maksimal adalah pemberian antibiotik berspektrum luas untuk menghalangi terjadinya infeksi sekunder. Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya infeksi, sapi harus dipelihara terpisah dari ruminansia liar, domba dan kambing.

2.7.6 Penyakit Jembrana

Penyakit jembrana atau disebut juga dengan penyakit rama dewa adalah suatu penyakit akut dan fatal pada sapi Bali. Gejala serangan yang mencolok adalah terjadinya demam tinggi dan perdarahan diberbagai organ tubuh dan kulit.

Gejala klinis

1. Suhu tubuh tinggi (41°C).
2. Kelenjar limfe membengkak.
3. Hidung berair (cairan kental).
4. Tidak mau makan (nafsu makan berkurang).
5. Penurunan berat badan.
6. Perdarahan di kulit.
7. Benjolan di kulit.
8. Keguguran.

Pengendalian

Sapi yang terserang jembrana dapat ditolong dengan penyuntikan antibiotik yang berdaya kerja luas. Untuk pencegahan penyakit, dilakukan penyemprotan vektor dan saat ini telah diupayakan pembuatan vaksin, namun hasilnya masih dalam taraf penelitian.

2.7.7 Penyakit Kulit Kasar (*Lumpy Skin Disease*)

Penyakit lumpy skin (LS) atau penyakit kulit kasar adalah suatu penyakit sapi dio Afrika Selatan, Timur, dan Barat, yang disebabkan oleh virus. Serangan ini ditandai dengan terjadinya demam, kulit berbenjol-benjol sehingga permukaan kulit tampak “kasar”.

Gejala klinis

1. Suhu tubuh meningkat (39,0-40°C).
2. Badan lemas.
3. Kelenjar limfe membengkak.
4. Tidak mau makan (nafsu makan berkurang).
5. Penurunan berat badan.
6. Ambing membengkak (membesar).
7. Produksi susu menurun.
8. Puting membengkak.
9. Kulit kusam.
10. Benjolan di kulit.
11. Perdarahan kulit.

Pengendalian

Pengobatan tidak efektif dan pemakaian antibiotik hanya bertujuan untuk pencegahan terhadap infeksi sekunder. Pencegahan dilakukan dengan melakukan vaksinasi dan pemberantasan serangga penghisap darah dengan melakukan penyemprotan insektisida.

2.7.8 Penyakit Mulut dan Kuku

Penyakit mulut dan kuku adalah suatu penyakit yang sangat menular dari hewan berkuku belah. Serangan penyakit ini ditandai dengan demam dan tanda yang paling terlihat jelas adalah timbulnya cairan di sekitar mulut.

Gejala klinis

1. Suhu tubuh tinggi (41°C).

2. Kaki pincang.
3. Otot kaku.
4. Tidak mau makan (nafsu makan berkurang).
5. Lidah bengkak dan kaku.
6. Kulit kusam.

Pengendalian

Sewaktu terjadi wabah penyakit PMK yang terakhir di Indonesia di tahun 1983, pengendalian diutamakan dengan pemotongan paksa, memperketat arus lalu lintas ternak. Penutupan daerah dan vaksinasi massal dengan vaksin *sub-type* virus yang sama dengan penyebab wabah.

2.7.9 Rabies

Rabies atau disebut penyakit anjing gila adalah penyakit *viral* yang fatal dan menyerang sistem saraf yang menyebabkan *ensefalomyelitis*. Penyakit ini hampir tersebar di seluruh dunia, kecuali beberapa negara seperti Australia, Inggris, Selandia Baru, Jepang, Perancis dan beberapa negara lain.

Gejala klinis

1. Badan lemas.
2. Suhu tubuh meningkat (39,0 - 40° C).
3. Gemetar.
4. Gatal-gatal.

Pengendalian

Penyakit rabies pada sapi merupakan sasaran akhir dari pengendalian dan pemberantasan, berbeda dengan anjing dan kucing yang cenderung menularkan penyakit ini ke hewan lain atau manusia melalui gigitan. Pemberantasan dilakukan

dengan melakukan penutupan daerah, pengawasan lalu lintas hewan, vaksinasi secara teratur.

2.7.10 Sampar Sapi (*Rinderpest*)

Rinderpest adalah suatu penyakit menular yang disebabkan oleh virus yang berakibat fatal pada sapi, kerbau dan hewan berkuku belah yang lain. Serangan virus ini ditandai oleh *stomatitis erosif*, *gastroenteritis*, dehidrasi dan kematian.

Gejala klinis

1. Suhu tubuh tinggi (41°C).
2. Gemetar.
3. Hewan sulit bernafas.
4. Hidung berair (cairan kental).
5. Diare berdarah dan berlendir.
6. Kotoran cair berlendir.

Pengendalian

Sapi yang terserang akan dilakukan vaksinasi setiap tahun kecuali pedet, sampai dengan pemantauan serologis menunjukkan kekebalan kelompok melampaui 90%. Vaksinasi akan dihentikan setelah lima tahun tidak terjadi wabah penyakit ini.