

BAB 6**PEMBAHASAN****6.1 Pendekatan Penelitian**

Pendekatan penelitian dengan menggunakan konsep psikoneuroimunologi. Paradigma patobiologi digunakan untuk membuktikan perubahan biologik akibat upaya tubuh mempertahankan homeostasis (Hill, 1992). Alasan digunakannya pendekatan ini, sebab dalam mempelajari mekanisme penurunan respons imun akibat perubahan *circadian rhythm* pada pekerja *shift* malam terdapat *stressor* yang berupa perubahan *behavior*. Perubahan *behavior* yang terjadi pada pekerja *shift* malam dapat terjadi pada tingkat sosial individu maupun tingkat sistem.

Pekerja *shift* malam bergilir dimungkinkan terjadi perubahan *circadian rhythm*, oleh karena secara fisiologis pola kehidupan manusia adalah secara *diurnal* namun dengan bergantian pola tersebut diubah menjadi *nocturnal*. Hal ini akan menyebabkan perubahan *behavior* dari *circadian rhythm* yang sudah berbentuk *coping style* (Reichlin, 1992; Carlson, 1994; Pinel, 1992). Perubahan *behavior* ini oleh tubuh dapat dipelajari melalui *coping mechanism* sehingga terjadi proses adaptasi (Carlson, 1994; Bear, 1996; Phillips, 1992; Sandi, 1992). Namun terdapat individu yang tidak mampu melakukan *coping mechanism* sehingga menerima perubahan tersebut sebagai *stressor* (Czeisler, 1990; Kern, 1995).

Irama endokrin yang berkaitan dengan perubahan lingkungan, stres fisik dan psikis serta perubahan waktu (zona waktu) dan rangsangan terang dan gelap diregulasi oleh otak pada *suprachiasmatic nucleus* (SCN). *Suprachiasmatic nucleus* yang terdapat pada

anterior hypothalamus ini mengatur mekanisme timbal balik interaksi neuron melalui kontak *synaptic* langsung. Irama *endogenous* dari siklus terang dan gelap melalui rangsangan dari *supra chiasmatic nucleus* melalui jalur *retino hypothalamic* (Felig, 1994; Reichlin, 1992).

Perubahan perilaku endogen pada pekerja *shift* malam diakibatkan karena adanya *signal* yang diterima oleh *hipothalamus* yang berasal dari *nucleus suprachiasmatis*, rangsangan ini menyebabkan *nucleus paraventriculi* mensekresi *Corticotropin releasing hormon / CRH* (Bruce, 1994; Illnerova, 1991; Reichlin, 1992; Wehr, 1993). *Hipothalamus* juga menerima rangsangan dari *amygdale* dan *raphe nucleus*, rangsangan ini akibat dari beban fisik yang diterima oleh pekerja (Bruce, 1994; Buij, 1993; Felig, 1995; Leese, 1996). Akibat peningkatan *CRH* ini akan menyebabkan peningkatan *ACTH* di anterior *pituitary hypophise*, kemudian *ACTH* dengan melalui *HPA Axis* menimbulkan rangsangan pada kortek adrenal untuk mensekresi hormon kortisol (Bruce, 1994; Buij, 1993; Felig, 1995; Leese, 1996). Irama biologis dari *ACTH* dan kortisol berkorelasi dengan suasana terang dan gelap dari lingkungan orang tersebut. Pada malam hari dimana kondisi gelap maka terjadi penurunan *ACTH* dan kortisol. Gambaran kadar terendah pada jam 0.00-02.00, karena disamping tidak adanya rangsangan dari cahaya pada saat tersebut aktifitasnya rendah. Dan mulai terjadi peningkatan setelah 3-4 jam tidur serta peningkatan yang tinggi pada jam pertama pada saat bangun tidur (Bruce, 1994; Buij, 1993; Felig, 1995; Leese, 1996).

Untuk mempelajari respons terhadap adanya perubahan *circadian rhythm* dengan menggunakan indikator hormon kortisol, merupakan cerminan dari kemampuan pekerja menerima perubahan *circadian rhythm* sebagai *stressor* atau bukan. Oleh karena dari jalur

ini tubuh mempunyai mekanisme homeostasis yaitu dengan cara regulasi *ACTH* melalui peranan *Hypophyse pituary adrenal axis* yaitu dengan adanya *feedback inhibisi* dari kortisol. Mekanisme regulasi bisa langsung pada *hypothalamus*, yaitu akan menekan sekresi *CRH* (Dunn,1996; Felig,1995). Mekanisme regulasi ini tidak hanya dilakukan oleh kortisol namun juga bisa dilakukan oleh limfosit yaitu melalui *lymphocyte pituitary adrenal axis (LPA Axis)* (Dunn,1995; Felig,1995; Roitt,1996)

Gangguan kesehatan yang berkaitan dengan perubahan *circadian rhythm* antara lain disebabkan karena berbagai fungsi fisiologis tubuh pada manusia mempunyai irama yang menetap. Irama ini mempunyai jam biologis yang secara endogen berjalan selama 24 jam sehari. Fungsi tubuh yang paling berkaitan dengan *circadian rhythm* adalah pola tidur-bangun, *alertness*, pengaturan autonomik (sekresi adrenalin, kortisol), proses vegetasi (metabolisme), temperatur tubuh, denyut jantung dan tekanan darah. Fungsi tubuh ini meningkat pada siang hari (fase *ergotrofik*) dan menurun pada malam hari (fase *trofotrofik*) (Bear,1996; Carlson, 1994; Pinel 1993).

Timbulnya suatu gangguan kesehatan maupun gangguan psikososial ini kemungkinan disebabkan karena pekerja tersebut tidak berhasil dalam mengupayakan keseimbangan homeostasisnya. Oleh karena manusia mempunyai daya kognitif untuk melakukan usaha preventif dan melakukan upaya kompensasi supaya tidak merasakan sakit (Notosoedirdjo, 1998). Upaya preventif ini diantaranya melalui *coping mechanism* (Pinel,1993; Carlson,1995). Pada pekerja shift malam bila diberikan penjelasan (*education*) tentang dampaknya terhadap kesehatan dan upaya upaya untuk mencegah timbulnya dampak tersebut, maka akan dapat menurunkan gangguan akibat perubahan *circadian rhythm* (Phillips,1992). Namun masing masing individu mempunyai kemampuan untuk menghadapi

stressor yang diterima, sehingga kemampuan kognitif untuk melakukan *coping strategy* tidak sama (Carlson, 1995; Notosoedirdjo, 1998; Pinel, 1993).

Beban yang diterima oleh pekerja *shift* malam bergilir sifatnya akut. Oleh karena sebelum masuk kerja *shift* malam (aktifitas *nocturnal*) mereka masuk dalam kerja *shift* pagi (*diurnal*). Namun pola kerja bergilir ini dijalani cukup lama dan dapat dimasukkan dalam keadaan kronis. Kondisi yang berulang ini dapat membentuk pola perilaku kebiasaan (*style*), guna menghadapi setiap problema yang dihadapi pekerja setelah bekerja *shift* malam (Notosoedirdjo, 1998). Mekanisme proses belajar dan menyimpan ingatan di otak sifatnya akumulatif dan kompleks. Dalam otak terdapat proses belajar dan mengingat jangka pendek dan panjang (Notosoedirdjo, 1998), sehingga gambaran dari *coping mechanism* yang nampak akibat *stressor* dapat berupa *coping strategy*, *coping style* atau *stress* (Notosoedirdjo, 1998).

6.2 Modulasi Sistem Imun Akibat Perubahan *Circadian rhythm*

Tujuan penelitian secara umum membuktikan bahwa perubahan *circadian rhythm* akibat kerja *shift* malam dapat mempengaruhi respons imun, berdasarkan paradigma patobiologi dan berkonsep psikoneuroimunologi. Dengan konsep ini dipelajari respons imun yang timbul akibat dari adanya perubahan behavior (Blalock, 1985; Bourin, 1993; Dunn, 1995; Enderson, 1992; Moldofsky, 1994; Neveu, 1992; Roberts, 1995; Rodriguees, 1992).

Penelitian dilakukan pada pekerja *shift* malam dengan menggunakan kontrol pekerja non *shift*. Rancangan penelitian menggunakan *pre test post test controle design*. Penelitian dilaksanakan di P.T. Behaestex yang menerapkan sistem pengaturan *shift* kerja

secara bergantian setiap minggu 5 hari kerja. Sistem pengaturannya adalah 5 hari kerja malam - 2 hari libur - 5 hari kerja sore - 2 hari libur - 5 hari kerja pagi demikian seterusnya secara bergantian. Pengaturan shift semacam ini tidak seperti yang direkomendasikan oleh W.H.O dimana dianjurkan menerapkan sistem *shift* kerja sebagai berikut 3 hari pagi - 1 hari libur - 3 hari malam - 2 hari libur - 3 hari pagi (Siswanto,1992). Lamanya jam kerja kelompok *shift* pagi dan malam sama yaitu selama 8 jam. Sehingga beban fisik yang diterima kelompok perlakuan dan kontrol adalah sama. Kelompok perlakuan dan kelompok kontrol bekerja berada dalam lingkungan pekerjaan yang sama. Mereka ini selama bekerja memperoleh pemaparan bising yang bersumber dari mesin tenun, debu dari benang yang ditenun serta panas oleh karena ventilasi yang kurang memadai. Lingkungan fisik dan beban kerja yang diterima pekerja sudah dijalani selama paling sedikit 2 tahun, sehingga kondisi ini telah diadaptasi, dan sudah merupakan suatu kebiasaan (Notosoedirdjo,1998).

Penelitian ini sengaja dilakukan diperusahaan yang telah menerapkan kerja *shift* malam bergilir yaitu dengan 3 kelompok kerja malam - sore - pagi. Bukan memberikan perlakuan baru pada kelompok kerja. Hal ini dilakukan sebab pada perlakuan yang belum pernah dialami pekerja akan memberikan dampak yang cukup luas, tidak hanya dari perubahan perilaku endogen saja namun juga pada dukungan sosial dari lingkungan masyarakat disekitarnya (Chang, 1993; Oginska,1993; Niedhammer, 1994).

Responden dipilih yang memenuhi kriteria sampel yaitu sehat (klinis dan laboratoris) umur 20 - 25 tahun, masa kerja 2- 5 tahun, pekerja pria, belum menikah dan tidak mempunyai penyakit *autoimun*. Responden juga diteliti tidak sedang mengalami stres psikis maka dikontrol dengan wawancara menggunakan *kuestioner* dari

Goldberg, 1988. dan dengan pendekatan konsep psikobiologi dilakukan uji homogenitas hormon kortisol pada awal pemeriksaan untuk sampel dan kontrol. Dari uji homogenitas didapatkan adanya gambaran homogen pada sampel dan kontrol ($P > 0,05$).

Untuk melihat kesehatan responden maka dilakukan pemeriksaan fisik dan laboratorium, sehingga responden yang diikutkan dalam penelitian status kesehatan dan gizinya baik. Sehubungan dengan banyaknya faktor yang bervariasi yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan variabel, maka dilakukan uji homogenitas untuk masing masing variabel. Uji *homogenitas* menunjukkan bahwa masing masing variabel telah homogen.

Indikator yang digunakan untuk melihat respons neurohormonal ialah hormon kortisol dilihat pengaruhnya terhadap imun kompeten pada pekerja *shift* yang mengalami perubahan *circadian rhythm*. Sistem imun kompeten yang dilihat adalah sistem imun seluler. Komponen sistem imun seluler terdiri dari *innate immunity* dan *adaptif immunity*. *Innate immunity* diwakili sel NK, monosit, dan netrofil, sedangkan komponen *adaptif immunity* diwakili limfosit (Kuby, 1990; Roitt, 1996; Stites, 1995). Dalam upaya mengungkap mekanisme penurunan respon imun, pada tahap awal ini dilihat mekanismenya pada imun seluler. Dengan mempertimbangkan hasil penelitian *univariate* yang menunjukkan bahwa sistem imun seluler dalam sirkulasinya dipengaruhi oleh *circadian rhythm*. Diantara temuan ini adalah adanya hubungan *circadian rhythm* dengan sel NK (Bourin, 1993), pengaruh *circadian rhythm* terhadap sirkulasi *granulocyte* dan *macrophages* (Haldar, 1992; Kondo, 1992; Kurepa, 1992; Palm, 1996; Rodriquez, 1992) serta adanya pengaruh gangguan tidur terhadap penurunan sel NK dan respons

imun seluler (Irwin,1996). Dari temuan diatas menguatkan adanya hubungan circadian rhythm dengan immune system (Kronfol.1997)

Tahap awal analisis ialah membuktikan adanya perbedaan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dengan menggunakan analisis *multivariate analysis of variance (manova)*. Hasil analisis *manova* didapatkan tidak ada beda antara kelompok perlakuan dan kontrol. Dari hasil analisis ini menunjukkan bahwa pada kelompok perlakuan dan kontrol terdapat fenomena yang sama. Untuk mengetahui bentuk fenomena tersebut maka selanjutnya dilakukan *clustering*. Tujuan dilakukan *clustering* ialah untuk mengetahui pengelompokan yang terbentuk didalam kelompok perlakuan dan kontrol. Terbentuknya pengelompokan baru ini atas dasar karakteristik yang sama. Hasil dari analisis *clustering* didapatkan gambaran bahwa masing masing kelompok mempunyai 2 sub kelompok sehingga seluruhnya menjadi 4 sub kelompok baru.

Dengan terbentuknya 4 sub kelompok ini kemudian dilakukan analisis *manova* lagi untuk mengetahui adanya perbedaan antara 4 sub kelompok. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan diantara 4 kelompok tersebut. Kemudian lebih lanjut dicari penjelasan dari konsep psikoneuroimunolgi yang digunakan maka digunakan *discriminant analysis* dan *factor analysis*.

Discriminant analysis digunakan untuk melihat variabel pembeda yang membentuk ke 4 sub kelompok. Kesimpulan dari *discriminant analysis* ialah terbentuknya 4 sub kelompok ini didasari oleh adanya pembeda yang *significan* yaitu hormon kortisol dan sel netrofil. Dalam *discriminant analysis* juga dapat diketahui nilai kontribusi dari variabel pembeda. Atas dasar perkalian nilai kontribusi (*Fisher's coeficient*) (Sharma,1996) dan nilai rerata (*mean*) dari masing masing variabel maka dibuat pola. Pola yang terbentuk

memberikan fenomena dari mekanisme pengaruh perubahan *circadian rhythm* pada pekerja *shift* malam. Keluarnya hormon kortisol sebagai pembeda, berperan dalam menunjukkan kesesuaian penggunaan kortisol sebagai indikator dari respons menerima beban (adaptasi dan tidak adaptasi). Peranan dari netrofil sebagai pembeda dari 4 sub kelompok yang baru terbentuk ini ialah menunjukkan fenomena sel radang akut dari komponen *innate immunity* terpengaruh akibat perubahan *circadian rhythm*.

Factor analysis digunakan oleh karena kelima variabel (kortisol, sel *NK*, monosit, limfosit dan netrofil) fungsinya dalam respons imun saling berinteraksi. Tujuan dilakukan *factor analysis* ialah untuk mengetahui variabel yang mempunyai interaksi paling kuat pada ke 4 sub kelompok. Adanya interaksi yang kuat maka variabel akan mengelompok dalam 1 *factor*. Variabel yang selalu terdapat dalam 1 faktor adalah kortisol dan sel *NK* (terdapat pada semua sub kelompok); variabel yang dapat berinteraksi dengan lebih dari 1 variabel adalah netrofil dengan limfosit dan netrofil dengan monosit. Atas dasar hasil pengerombolan ini maka dapat lebih menjelaskan konsep psikoneuroimunologi pada perubahan *circadian rhythm*.

Pola 1 dan 2 merupakan kelompok yang mengalami perubahan *circadian rhythm* yaitu pekerja *shift* malam. Pada pola nomer 1 merupakan sub kelompok yang selama mengalami perubahan *circadian rhythm* telah terjadi *coping mechanism*, dengan baik sehingga perilaku *endogen* dari sistem *neurohormonal* telah dapat beradaptasi (Dirkx, 1993; Phillips, 1992; Pietrowsky, 1994). Hal ini ditunjukkan dengan adanya respons hormon kortisol yang rendah. Dengan adanya adaptasi juga ditunjukkan fenomena netrofil sebagai sistem *innate immunity* yang tinggi.

Pola 2 merupakan kelompok yang mengalami perubahan *circadian rhythm* dan menerima perubahan ini sebagai *stressor*. Pada pola 2 nilai kontribusi hormon kortisol tinggi. Peningkatan respons kortisol ini sebagai indikasi adanya stres pada pekerja *shift* malam yang mengalami perubahan *circadian rhythm* (Cziesler,1990; Barton,1995; Weibel, 1995) Bila dilihat dari nilai kontribusi netrofil rendah maka nampak bahwa *innate immunity* mengalami penurunan. Hasil empirik dari *discriminant analysis* bila dikonfirmasi dengan *factor analysis* dimana pada sub kelompok 2 variabel yang mempunyai interaksi kuat adalah limfosit dan netrofil, maka dapat disimpulkan bahwa penurunan dari netrofil dapat mempengaruhi limfosit. Adanya interaksi kuat antara netrofil dan limfosit, menunjukkan kemungkinan terjadinya penurunan respons imun baik yang *innate immunity* maupun yang *adaptif immunity*.

Fungsi *immune sistem* secara paralel berkaitan dengan sistem syaraf pusat melalui beberapa jalur. Dalam hal ini kedua sistem ini mempunyai proses belajar dan fungsi mengingat berdasarkan komunikasi antar sel dan *immunomodulator*, *reseptor* serta *immunogen*. Kedua sistem ini membutuhkan jaringan komunikasi internal dan jaringan komunikasi yang dapat mengontrol interaksi dengan organ yang lain. Sistem syaraf mempunyai jalur langsung dengan organ melalui sistem syaraf otonom, sehingga tidak selalu melalui *hypothalamus pituitary adrenal axis* untuk mengirimkan *signalnya* ke perifer. Hal ini berbeda dengan imun sistem yang mempunyai efek langsung dan terintegrasi dengan sistem syaraf dan sistem endokrin (Dunn,1996 McCance, 1996.).

Pola ke-3 dan pola 4 merupakan kelompok kontrol. Kelompok kontrol ini adalah pekerja *non shift* yang tidak pernah mengalami perubahan *circadian rhythm* namun tempat kerja dan lamanya waktu kerja adalah sama dengan kelompok perlakuan. Pada pola 3

nampak adanya fenomena adaptasi terhadap beban fisik dan lingkungan yang diterima oleh pekerja *non shift*. Fenomena adaptasi didasari atas rendahnya kontribusi hormon kortisol sebagai pembeda (Kort. 1994; Sandi. 1992; Snyder.1990; Zeir,1996). Fenomena adaptasi juga didukung oleh tingginya kontribusi dari netrofil sebagai sistem *innate immunity* (Hoffman.1994 ; Kort. 1994 ; McCance.1994)

Pada kelompok yang membentuk pola 4 memberikan gambaran nilai kontribusi kortisol yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun tidak mengalami perubahan *circadian rhythm* namun adanya aktifitas fisik dan lingkungan kerja memberikan dampak adanya peningkatan hormon kortisol (Hoffman,1994; McCance. 1996; Setyawan,1996). Kondisi ini diterima terus menerus (kronis). Disini aktifitas fisik dan lingkungan kerja merupakan *signal* yang diterima oleh *pineal gland* dan *limbic hypothalamus* sehingga melalui *HPA Axis* akan menyebabkan sekresi dari hormon kortisol.

Untuk pola ke-4 fenomena yang nampak adalah tingginya nilai kontribusi kortisol yang tinggi dan tingginya nilai kontribusi netrofil. Fenomen ini menunjukan bahwa kortisol tidak berpengaruh langsung pada sirkulasi dari netrofil. Penjelasan ini didasari atas hasil *analysis factor* semua variabel mengelompok berinteraksi kuat, maka kemungkinannya tingginya netrofil bukan dipengaruhi oleh kortisol namun adanya interaksi dari variabel yang lain. Untuk mengetahui variabel yang berinteraksi dengan netrofil maka dilihat pengelompokan yang terjadi secara keseluruhan pada ke 4 sub kelompok. Pengelompokan yang terbentuk menunjukan adanya interaksi yang kuat dari variabel variabel tersebut. Secara keseluruhan variabel yang nampak selalu mengelompok adalah kortisol dengan sel *NK* , netrofil dengan limfosit, netrofil dengan monosit. Atas dasar pengelompokan ini maka dapat disimpulkan bahwa tingginya nilai kontribusi pada

kelompok 4 tidak dipengaruhi oleh kortisol namun dipengaruhi oleh limfosit atau monosit.

Respons hormon kortisol pada pola 2 lebih rendah dari pola 4, hal ini kemungkinan disebabkan aktifitas fisik malam yang menimbulkan *signal* ke *pineal gland* dan *amygdale* dihambat oleh *signal* dari *suprachiasmatis nucleus* ini merupakan *pacemaker* yang mengatur irama fungsi tubuh, dimana pada malam hari terjadi hambatan terhadap respons hormon kortisol. Fungsi tubuh menurun pada malam hari (*fase trofotrofik*) (Bear, 1996; Carlson, 1994; Pinel 1993).

Irama hormon kortisol ini juga sesuai dengan pola dari *alertness*, gambaran *alertness* pada malam hari dalam kondisi rendah sedangkan pagi dan siang hari akan meningkatkan *alertness*. Gambaran ini seirama dengan *photoperiode* yang diterima individu (Bear, 1996; Carlson, 1996; Felig, 1995).

Pengaruh perubahan *circadian rhythm* ini akan dikelola oleh masing masing individu dengan kemampuan sendiri, pada pekerja *shift* malam yang bergilir maka yang timbul adalah adanya proses belajar dan memori jangka pendek dan jangka panjang, oleh karena waktu kerja *shift* malam bergilir ini selama 5 hari kerja malan kemudian berganti pada *shift* sore, dan selanjutnya pada kerja *shift* pagi. Hal ini berbeda dengan kerja *shift* yang permanen, jadi selamanya dia selalu bekerja dalam *shift* malam saja, kondisi ini lebih mudah terbentuk proses adaptasi. Proses adaptasi ini tidak hanya dari perubahan fungsi biologis, perilaku kebiasaan juga dukungan sosial dari masyarakat/ keluarga sekitarnya (Dirkx, 1994; Phillips, 1992; Poole, 1992).

Sehingga pada pekerja *shift* malam bergilir terjadi proses adaptasi jangka pendek dan jangka panjang yang dipelajari melalui *coping mechanism* bisa timbul suatu habituasi.

Mekanisme dari timbulnya habituasi adalah timbul suatu penurunan dari transmisi *synap* pada neuron sensoris sebagai akibat dari penurunan jumlah *neurotransmitter* yang berkurang yang dilepas oleh terminal presinap (Bear, 1996, Notosoedirdjo, 1998). Pada prose belajar jangka panjang akan terjadi mekanisme habituasi menuju ke rangsangan *homosynaptic* untuk suatu aktifitas dari alur yang terangsang terus menerus (Bear, 1996; Notosoedirdjo, 1998). Sensitisasi sifatnya lebih kompleks dari habituasi, mempunyai potensial jangka pendek maupun jangka panjang (beberapa menit sampai beberapa minggu). Pada sensitisasi melibatkan fasilitasi *heterosynaptic* (Bear, 1996; Notosoedirdjo, 1998).

Mekanisme proses belajar dan menyimpan ingatan di otak sifatnya akumulatif dan kompleks. Perubahan pada neurotransmitter akan terjadi perubahan terhadap fosforilasi protein dan ekspresi gen pada masing masing neuron. Karena perubahan yang disebabkan fosforilasi protein lebih mudah kembali kekeadaan semula maka ini disebut sebagai ingatan jangka pendek (Bear, 1996. Notosoedirdjo, 1998).

Ingatan jangka panjang kemungkinan timbul melalui proses yang kompleks, disini melibatkan regulasi dari fosforilasi protein, efek biokimia dan perubahan molekul serta ekspresi gen (Bear, 1996, Notosoedirdjo, 1998). Efek biokimia dan perubahan molekuler akan menimbulkan perubahan fungsi atau efektifitas sinap, perubahan pada proses informasi dimasing-masing neuron yang akhirnya juga pada komunikasi antara jaringan neuron yang multiseluler (Bear, 1996, Notosoedirdjo, 1998).

6.3 Temuan Penelitian

Temuan yang pertama dari penelitian ini ialah berupa pembuktian secara empirik dari pengaruh perubahan *circadian rhythm* yang dialami oleh pekerja *shift* malam. Atas dasar hormon kortisol sebagai indikator adanya stres, maka dapat ditunjukkan bahwa akibat pengaruh perubahan *circadian rhythm* dapat menimbulkan stres (Cziesler. 1990; Fujiwara,1992; Weibel.1994) . Perubahan *circadian rhythm* pekerja *shift* malam yang merubah pola *diurnal* menjadi *nocturnal* menyebabkan gangguan homeostasis. Gangguan homeostasis pada tingkat individu ditunjukkan dengan adanya peningkatan hormon kortisol. Peranan kortisol sebagai *immunomodulator* (Carlson.1994; Dunn.1995; Felig.1994 ; McCance. 1996), dimana kortisol dapat bersifat sebagai *immunosupresif* hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan respons imun. Penurunan respons imun secara empirik dapat dibuktikan terjadi pada *innate immunity* dan *adaptif immunity*.

Atas dasar penurunan respons imun ini dapat digunakan untuk mengetahui mekanisme penurunan respons imun pada pekerja *shift* malam. Dampak penurunan respons imun menunjukkan adanya fenomena gangguan homeostasis tubuh akibat perubahan *circadian rhythm*. Gangguan homeostasis tubuh yang dialami pekerja *shift* malam menyebabkan tubuh tidak mampu menghadapi *agent*. Komponen sistem imun yang nampak sebagai indikator terjadinya gangguan homeostasis ialah netrofil dan limfosit (pada *factor analysis*, sub kelompok 2 factor 1). Atas dasar peranan netrofil dalam menangani proses radang akut, maka dapat dijelaskan bahwa pada pekerja *shift* malam yang mengalami gangguan homeostasis sehingga memudahkan pekerja *shift* rentan terhadap penyakit infeksi akut (Phillips.1991; Poole.1992; Zuskin. 1992; Zuskin. 1995).

Temuan yang kedua adalah perubahan *circadian rhythm* dapat diadaptasi. Fenomena ini menunjukkan bahwa adaptasi perubahan *circadian rhythm* tidak hanya terbentuk pada pekerja shift yang permanen saja. Dari temuan ini dapat dipergunakan untuk menyangkal beberapa penelitian yang menjelaskan bahwa adaptasi terjadi apabila diterapkan kerja shift malam secara permanen (Barton.1994; Dirkx.1993 ;Vidacek.1993). Dalam melakukan adaptasi berhubungan dengan perilaku individu yang menyesuaikan terhadap waktu kerja dan tidur. Penyesuaian diri juga didasari atas kesadaran individu terhadap kondisi kesehatannya (Poole.1995). Pada pekerja yang sadar akan perubahan yang dirasakan maka mereka akan mencari upaya untuk memperbaiki kesehatannya. Upaya penyesuaian diri dibutuhkan waktu yang lama sehingga timbul proses habituasi. Proses habituasi tergantung kemampuan kognitif dan memori individu (Bear.1996; Notosoedirdjo.1998).

6.4. Kelemahan Dan Kekurangan penelitian

Untuk tahap awal melihat respons imun pada pekerja *shift* malam ini hanya melihat respons imun seluler saja. Dalam komponen imun seluler yang diteliti telah mencakup *innate immunity* dan *adaptif immunity*. Kelemahan penelitian ini tidak melakukan penelitian lebih mendalam ke tingkat *cell mediated immunity* dan *citokine*. Oleh karena kompleksitas dari *cell mediated immunity* sebagai sistem *adaptif immunity* sangat dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan. Namun untuk mengatasi kelemahan ini digunakan variabel limfosit sebagai komponen *adaptif immunity*, oleh karena dalam limfosit mengandung sel T, sel B dan sel NK.

Oleh karena dalam mempelajari respons imun tubuh adaptif tidak bisa menyingkirkan faktor faktor diluar pengamatan. Faktor ini berasal dari aktifitas produksi yang diterima oleh pekerja, yaitu faktor lingkungan bahan kimia. Faktor lingkungan bahan kimia ini antara lain berasal dari jenis benang yang digunakan, jenis pewarnaan yang dipakai dan cara pewarnaan yang diterapkan. Untuk faktor lingkungan kerja yang bersifat bahan kimia sulit untuk dikendalikan. Oleh karena kondisi melekat pada aktifitas pekerja dan bersangkutan dengan manajemen perusahaan yang tidak bisa diintervensi. Bahan kimia yang mengganggu berasal dari debu benang yang telah diwarnai yang kemungkinan terhirup pekerja (*Prawirakusuma, 1990*).

Debu yang ditimbulkan oleh proses tenun, berasal dari bahan yang bermacam-macam mengingat industri ini menghasilkan bermacam-macam jenis sarung dan mempunyai tingkatan mutu. Secara garis besar benang yang dipergunakan ada beberapa jenis antara lain: *tetoron, rayon, akrilik, poliester, katun, dan sutra*. Mutu dan jenis ini berasal dari kombinasi dan komposisi yang berbeda-beda dari bahan ini. *Tetoron, akrilik, dan poliester* merupakan benang sintetis. *Rayon* dan *cotton* bahan dasar pembuatannya dari selulose kayu. Untuk menghasilkan satu jenis produksi digunakan kombinasi dari bermacam macam jenis benang tersebut (*Meyer, 1989; Sax, 1980*).

Benang - benang yang ditenun telah diwarnai oleh proses pewarnaan dan proses *finishing*. Proses perwarnaan menggunakan bermacam jenis warna, tingkat mutu, dan komposisi kimia yang berbeda-beda. Sedangkan untuk proses *finishing* biasanya menggunakan bahan pelengkap diantaranya bahan anti kusut. Semua bahan ini berupa bahan kimia yang tanpa disadari masuk ke dalam tubuh pekerja bersama-sama dengan debu benang yang terhirup.

Untuk melindungi pekerja dari pencemaran debu, para pekerja ini dilengkapi dengan masker yang terbuat dari kain. Namun pemakaian masker ini dipengaruhi oleh perilaku pekerja. Bagi pekerja yang sadar akan bahaya debu akan rajin menggunakan, namun masih banyak pekerja yang tidak teratur menggunakan masker dengan alasan sudah terbiasa dengan debu benang. Debu benang yang keluar ini sifatnya inert (tidak bergerak) sehingga kemungkinan tidak menyebabkan penyakit paru-paru (pneumokoniosis) (Prawirakusuma, 1990). Namun karena debu ini mengandung bahan kimia, maka ada kemungkinan terdapat penyerapan atau kontak antara bahan kimia pada mukosa saluran pernafasan (Sax, 1980).

Debu yang ditimbulkan dari proses tenun yang berasal dari jenis benang *tetoron*, *poliester* dan *acrylic* tidak menimbulkan suatu penyakit pernafasan, namun debu yang dihasilkan dari *rayon* dan *cotton* dapat menimbulkan suatu reaksi alergi yang berasal dari selulose kayu (Meyer, 1989).

Pencemaran yang lain yang sulit dihindari adalah dari pewarnaan benang yang diserap oleh mucosa saluran pernafasan. Jenis jenis pewarnaan yang digunakan merupakan rahasia dari perusahaan, namun secara umum zat warna mempunyai tingkat toksisitas mulai dari rendah sampai yang sangat toksik. Untuk yang sangat toksik secara akut maupun kronis bisa menyebabkan kerusakan jaringan di lever dan ginjal (Sax, 1980). Untuk menyingkirkan kemungkinan adanya pengaruh dari bahan toksik ini telah dilakukan seleksi terhadap fungsi hati dan ginjal, sehingga yang diikuti dalam penelitian hanya yang fungsinya baik. Dari 40 reponden yang dilakukan pemeriksaan laboratorium hasilnya 3 orang dengan fungsi *hepar* dan ginjal tidak baik (2 orang pada pekerja shift malam 1 orang pada pekerja pagi). Dari gambaran ini kemungkinan ada pengaruh dari bahaya

bahan kimia. 40 responden ini terdiri dari 20 shift malam dan 20 shift pagi. Kedua kelompok ini sama-sama terpapar oleh lingkungan kimia yang sama.

Sehingga bila akan mempelajari *cell mediated immune response* perlu dilihat hampir semua komponen variabel *cell mediated immune response*. Penelitian juga sebaiknya ditunjang dengan *biology monitoring*. Oleh karena masuknya bahan kimia didalam tubuh akan diproses oleh tubuh melalui mekanisme biotransformasi bahan kimia. Selain itu juga harus didukung oleh evaluasi lingkungan dengan cara pengukuran kadar bahan kimia. Dari evaluasi dinilai apakah kadarnya potensial untuk menimbulkan suatu gangguan ketahanan tubuh.

Bila penelitian dilakukan tanpa adanya pengaruh bahan kimia, maka kesulitannya adalah mencari industri yang benar-benar bersih oleh adanya bahan kimia. Seandainya membuat perlakuan sendiri dengan membentuk kelompok yang variabelnya dikendalikan, maka akan membutuhkan waktu yang cukup lama. Sebab disini dibutuhkan waktu adaptasi dari responden dan kerelaan dari responden untuk menghilangkan stres dari faktor psikis (Bear, 1996; Notosoedirdjo, 1998; Sandi, 1992). Mengingat kegiatan ini sifatnya temporer dan bukan merupakan pekerjaan tetap. Selain dari faktor individu responden, kemungkinan hambatan yang lain ialah faktor dukungan sosial dari responden. Selain waktu yang lama, hambatan yang lain ialah dibutuhkan biaya yang sangat besar, sebab harus mendirikan suatu kegiatan produksi yang bebas polusi bahan kimia, terkontrol aktifitasnya. Oleh sebab itu dibutuhkan manajemen yang sesuai dengan tuntutan pekerja.

Dari rumitnya persyaratan yang tidak dilakukan, ini merupakan kelemahan dari penelitian ini. Kelemahan penelitian sudah diupayakan untuk diatasi yaitu responden dipilih yang sudah mempunyai masa kerja 2 tahun atau lebih sebab dengan kerja bergilir

selama minimal 2 tahun beban dari faktor lingkungan sudah diadaptasi. Beban dan pengaruh faktor lingkungan antara lain faktor beban kerja, faktor lingkungan kerja, dan dukungan sosial dari masyarakat disekitar. (Jaffe,1996; Phillips.1996). Untuk lebih memastikan bahwa faktor lingkungan dari kelompok perlakuan dan kontrol adalah sama maka telah dilakukan uji analisis homogenisasi. Hasil analisis homogenisasi dengan menggunakan konsep *psychobiology* (Carlson.1994; Dunn.1995; Pinel.1993) dengan menggunakan indikator hormon kortisol pada kelompok perlakuan dan kontrol adalah homogen