BAB III

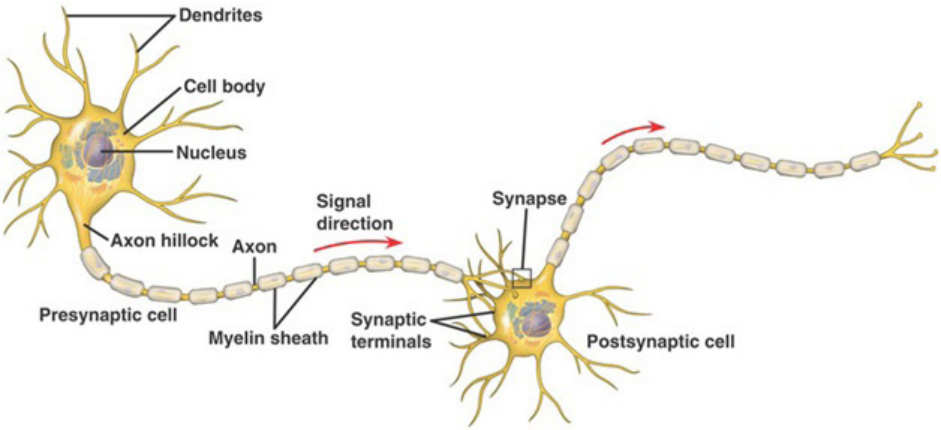
Mekanisme Koordinasi dan Pengendalian Sistem Saraf

A. MEKANISME KOORDINASI DAN PENGENDALIAN PADA SEL SARAF

Otak manusia mengatur dan mengkordinir, gerakan, perilaku dan fungsi tubuh, homeostasis seperti tekanan darah, detak jantung, suhu tubuh, keseimbangan cairan, keseimbangan hormonal, mengatur emosi, ingatan, aktivitas motorik dan lain-lain. Otak terbentuk dari dua jenis sel: yaitu glia dan neuron. Glia berfungsi untuk menunjang dan melindungi neuron, sedangkan neuron membawa informasi dalam bentuk pulsa listrik yang di kenal sebagai potensial aksi. Mereka berkomunikasi dengan neuron yang lain dan keseluruh tubuh dengan mengirimkan berbagai macam bahan kimia yang disebut neurotransmitter. Neurotransmitter ini dikirimkan pada celah yang di kenal sebagai sinapsis. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3.1: Hubungan antar neuron



Neurotransmiter yang paling mempengaruhi sikap, emosi, dan perilaku seseorang yang ada antara lain Asetil kolin, dopamin, serotonin, epinefrin, norepinefrin. Fungsi masing masing neurotransmiter dapat dilihat pada tabel dibawah ini:[8]

Tabel 3.1 : Neurotransmitter Pada Sistem Saraf Pusat

Neurotransmitter	Lokasi	Fungsi
Kolinergik: Asetil kolin	Sistem saraf otonom simpatis dan parasimpatis, terminal saraf presinapsis parasimpatik, terminal postsinapsis Sistem saraf pusat : korteks serebral hipokampus, struktur limbik, basal ganglia	tidur, bangun, persepsi nyeri, pergerakan memori

[8] http://adiwarsito.files.wordpress.com/2010/03/6224830-otak-manusia-neurotransmiter-dan-stress-by-dr-liza-pasca-sarjana-stain-cirebon.pdf, diakses tanggal 12 Pebruari 2014, lihat pula Atkinson, dkk, *Pengantar*, hal. 71-75

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Monoamin Norepinefrin	Sistem syaraf otonom terminal saraf post sinapsis simpatis Sistem saraf pusat: talamus, sistem limbik, hipokampus, serebelum, korteks serebri	pernafasan, pikiran, persepsi, daya penggerak, fungsi kardiovaskuler, tidur dan bangun
Dopamin	Frontal korteks, sistem limbik, basal ganglia, talamus, hipofisis posterior, medula spinalis	pergerakan dan koordinasi, emosional, penilaian, pelepasan prolaktin
Serotonin	Hipotalamus, talamus, sistem limbik, korteks serebral,serebelum, medula spinalis	tidur, bangun, libido, nafsu makan, perasaan, agresi persepsi nyeri, koordinasi dan penilaian
Histamin	Hipotalamus	Menurunkan derajat depresi
Asam amino GABA (gamma Amino butyric Acid)	Hipotalamus, hipocampus, korteks, serebelum, basal ganglia, medula spinalis, retina	kemunduran aktivitas tubuh
Glutamat dan aspartat	Sel-sel piramid/kerucut dari korteks, serebelum dan sistem sensori aferen primer, hipocampus, talamus, hipotalamus, medula spinalis	menilai informasi sensori, mengatur berbagai motor dan reflek spinal

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Neuropeptida Endorfin dan Enkefalin	Hipotalamus , talamus, struktur limbik dan batang otak, enkedalin juga ditemukan pada traktus gastrointestinal	modulasi (mengatur) nyeri dan mengurangi peristaltik (enkefalin)
Substansi P	Hipotalamus struktur limbik otak tengah, batang otak, talamus, basal ganglia, dan medula spinalis, juga ditemukan pada traktus gastrointestinal dan kelenjar saliva	pengaturan nyeri
Somatostatin	Korteks serebral, hipokampus, talamus, basal ganglia, batang otak, medula spinalis	menghambat pelepasan norepinefrin, merangsang pelepasan serotonin, dopamin dan asetilkolin

B. MEKANISME KOORDINASI DAN PENGENDALIAN PADA OTAK

1. Sistem Motorik

Sistem motorik merupakan sistem yang mengatur segala gerakan pada manusia. Gerakan diatur oleh pusat gerakan yang terdapat di otak., diantaranya yaitu area motorik di korteks, ganglia basalis, dan cerebellum.

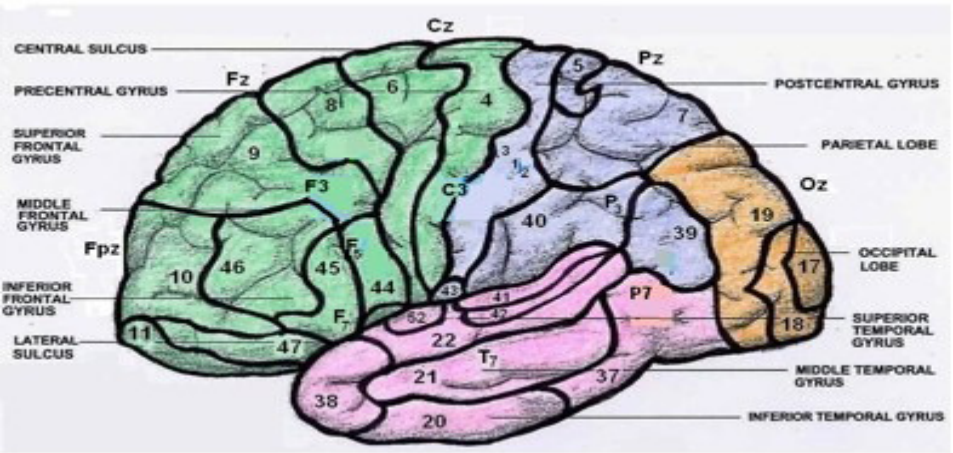
Jaras untuk sistem motorik ada 2 yaitu : traktus piramidal dan ekstrapiramidal. Traktus piramidal merupakan jaras motorik utama yang pusatnya di girus presentralis (area 4 Broadmann), yang disebut juga korteks Motorik primer. Impuls motorik dari pusat motorik disalurkan melalui traktus piramidal ke saraf perifer menuju ke otot. Area motorik lain yang terletak di depan korteks motorik primer adalah korteks premotorik (area 6 Broadmann). Area ini merupakan area asosiasi korteks motorik yang membangkitkan pola gerakan untuk disampaikan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ke korteks Motorik primer. Contoh : Orang tertusuk duri → sensasi diteruskan ke korteks sensorik; dianalisa → korteks sensorik asosiasi; diterjemahan → korteks premotorik; program dan pola → korteks motorik primer; eksekusi gerakan → otot; kontraksi. Kerusakan korteks motorik primer atau traktus piramidal dapat menyebabkan paralysis (kelumpuhan) Ataupun parese (kelemahan gerakan). Selain traktus piramidal, jaras sistem motorik ada juga yang melalui traktus ekstrapiramidal (system ekstrapiramidal). Jaras ini melibatkan ganglia basalis dan berfungsi untuk mengatur gerakan volunter kasar dan tidak terampil, seperti mengendalikan posisi berdiri, gerakan tangan pada waktu berjalan, gerak lambaian tungkai dan lengan. Kerusakan pada ganglia basalis dapat menimbulkan gangguan gerak seperti : gejala-gejala pada penyakit Parkinson (kekakuan otot atau rigiditas, tremor, akinesia), hemibalismus, chorea, dan atetosis. Bagian otak yang juga penting pada pengaturan gerakan adalah cerebellum (otak kecil). Cerebellum sangat penting untuk mengatur ketepatan dan kelancaran koordinasi aktivitas motorik volunter. Gangguan cerebellum dapat menyebabkan : postur tubuh buruk, tidak seimbang dan ataksia (kehilangan koordinasi gerak), langkah kaki lebar dan gontai seperti orang mabuk, bicara cadel, gerakan volunter diikuti dengan gemetaran dan dismetria. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3.2 : Area Broadmann



2. Sistem Sensorik

Sistem sensorik pada manusia berhubungan dengan kemampuan mempersepsi suatu rangsang. Sistem ini sangat penting karena berfungsi terutama untuk proteksi tubuh. Sistem ini dapat juga dimaknai sebagai perasaan tubuh atau sensibilitas.

a. Reseptor

Reseptor adalah sel atau organ yang berfungsi menerima rangsang atau stimulus. Dengan alat ini sistem saraf mendeteksi perubahan berbagai bentuk energi di lingkungan dalam dan luar. Setiap reseptor sensoris mempunyai kemampuan mendeteksi stimulus dan mentranduksi energi fisik ke dalam sinyal (impuls) saraf. Menurut letaknya, reseptor dibagi menjadi:

- Exteroseptor ; perasaan tubuh permukaan (kulit), seperti sensasi nyeri, suhu, dan raba
- Proprioseptor ; perasaan tubuh dalam, seperti pada otot, sendi, dan tendo.
- Interoseptor ; perasaan tubuh pada alat-alat viscera atau alat-alat dalam, seperti jantung, lambung, usus, dll

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Menurut tipe atau jenis stimulus, reseptor dibagi menjadi :

- Mekanoreseptor ; kelompok reseptor sensorik untuk mendeteksi perubahan tekanan, memonitor tegangan pada pembuluh darah, mendeteksi rasa raba atau sentuhan. Letaknya di kulit, otot rangka, persendn dna organ visceral. Contoh reseptornya : corpus Meissner (untuk rasa raba ringan), corpus Merkel dan badan Paccini (untuk sentuhan kasar dan tekanan).
- Thermoreseptor ; reseptor sensoris unuk mendeteksi perubahan suhu. Contohnya : bulbus Krause (untuk suhu dingin), dan akhiran Ruffini (untuk suhu panas).
- Nociseptor ; reseptor sensorik untuk mendeteksi rasa nyeri dan merespon tekaan yang dihasilkan oleh adanya kerusakan jaringan akibat trauma fisik maupun kimia. Contoh reseptornya berupa akhiran saraf bebas (untuk rasa nyeri) dan corpusculum Golgi (untuk tekanan).
- Chemoreseptor ; reseptor sensorik untuk mendeteksi rangsang kimiawi, seperti : bu-bauan yang diterima sel reseptor olfaktorius dalam hidung, rasa makanan yang diterima oleh sel reseptor pengecap di lidah, reseptor kimiawi dalam pembuluh darah untuk mendeteksi oksigen, osmoreseptor untuk mendeteksi perubahan osmolalitas cairan darah, glucoreseptor di hipotalamus mendeteksi perubahan kadar gula darah.
- Photoreseptor ; reseptor sensorik untuk mendeteksi perbahan cahaya, dan dilakukan oleh sel photoreceptor (batang dan kesrucut) di retina mata.

b. Rasa gabungan (*combined sensation*)

Rasa gabungan atau dikenal juga dengan istilah rasa somestesia luhur adalah perasaan tubuh yang mempunyai sifat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

diskriminatif dan sifat tiga dimensi. Rasa gabungan melibatkan komponen kortikal yaitu lobus parietalis untuk menganalisis serta mensistesis tiap jenis perasaan, mengkorelasi serta mangintegrasi impuls, mengenal dan menginterpretasi rangsang. Jadi yang diutamakan disini adalah fungsi persepsi dan fungsi diskriminatif. Yang termasuk rasa gabungan diantaranya yaitu :

- Rasa diskriminasi ; rasa ini melibatkan kemampuan taktil dari kulit, dan terdiri dari : diskriminasi intensitas (kemampuan menilai kekuatan stimulus, seperti tekanna benda ke permukaan kulit), dan diskriminasi spasial atau diskrimisani dua titik (kemampuan membedakan lokasi atau titik asal rangsang).
- Barognosia ; kemampuan untuk mengenal berat benda yang dipegang.
- Stereognosia ; kemampuan untuk mengenal bentuk benda dengan meraba, tanpa melihat.
- Topognosia (topostesia) ; kemampuan untuk melokalisasi tempat dari rasa raba.
- Grafestesia ; kemampuan untuk mengenal huruf atau angka yang ditulis pada kulit, dengan mata tertutup.

c. Jaras somatosensorik

Jaras somatosensorik yang dilalui oleh sistem sensorik adalah sebagai berikut :

- Untuk rasa permukaan (eksteroseptif) seperti rasa nyeri, raba, tekan, dan suhu : sinyal diterima reseptor → dibawa ke ganglion spinale → melalui radiks posterior menuju cornu posterior medulla spinalis → berganti menjadi neuron sensoris ke-2 → lalu menyilang ke sisi lain medulla spinalis → membentuk jaras yang berjalan ke

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

atas yaitu traktus spinotalamikus → menuju thalamus di otak → berganti menjadi neuron sensoris ke-3 → menuju korteks somatosensorik yang berada di girus postsentralis (lobus parietalis).

- Untuk rasa dalam (proprioseptif) seperti perasaan sendi, otot dan tendo : sinyal diterima reseptor → ganglion spinale → radiks posterior medulla spinalis → lalu naik sebagai funiculus grasilis dan funiculus cuneatus → berakhir di nucleus Goll → berganti menjadi neusron sensoris ke-2 → menyilang ke sisi lain medulla spinalis → menuju thalamus di otak →berganti menjadi neuron sensoris ke-3 → menuju ke korteks somatosensorik di girus postsentralis (lobus parietalis).

3. Sistem Retikuler

Seluruh daerah perpanjangan batang otak yaitu medulla, pons, dan mesensefalon merupakan daerah yang mengandung kumpulan neuron-neuron yang tersebar dan dikenal sebagai formasio retikularis. Perangsanan listrik secara tersebar pada daerah mesensefalon dan pontile formasio retikularis dapat menimbulkan aktivitas yang segera dan jelas pada korteks cerebri dan bahkan dapat membangunkan binatang yang sedang tidur. Seluruh sistem ini disebut sistem aktivasi retikuler. Sistem ini berhubungan dengan proses aktivasi otak sehingga dapat menimbulkan keadaan siaga (waspada) ataupun sebaliknya menimbulkan keadaan tidur. Stimulus utama yang dapat meningkatkan aktivitas sistem retikuler :

- Stimulus sensorik dari sebagian besar tubuh, seperti : impuls sakit, impuls somatic proprioseptif
- Stimulus retrograde dari cerebrum, yang terutama akan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

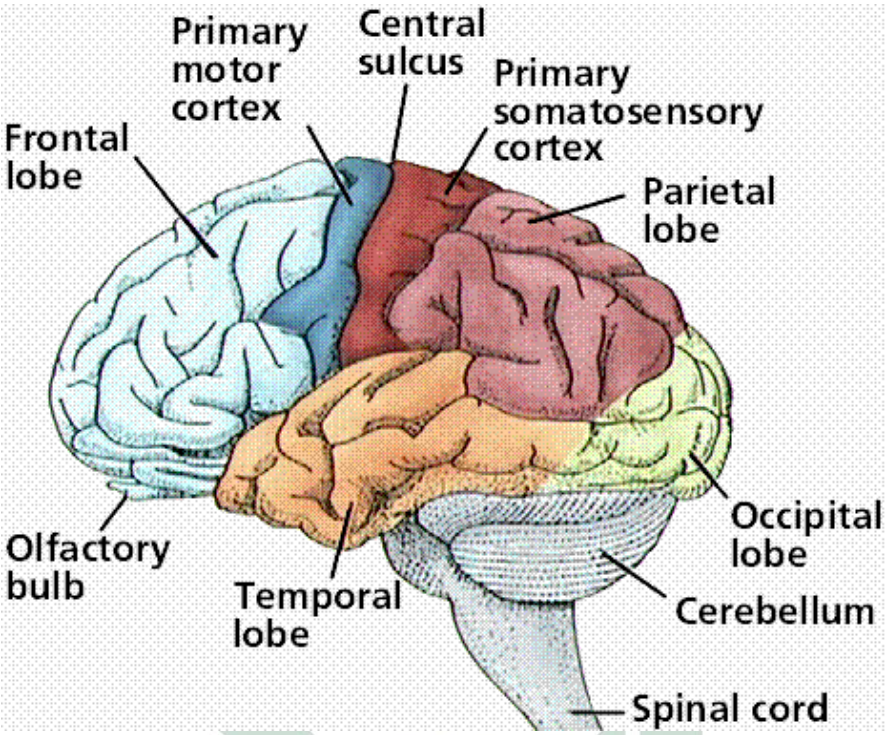
merangsang bagian mensensefalon formasio retikularis Jika seseorang sedang tidur dan tiba-tiba ada sinyal sensorik yang sesuai masuk ke dalam sistem aktivasi retikuler, maka orang tersebut akan segera terbangun. Keadaan ini disebut 'reaksi terbangun' (*arousal reaction*). Perangsangan sistem aktivasi retikuler oleh korteks cerebri akan dijalarkan melewati jaras-jaras serabut saraf yang menuju ke formasio retikularis dari semua bagian cerebrum, yaitu : korteks somatosensorik, korteks motorik, korteks frontalis, ganglia basalis, hipokampus, hipotalamus, dan struktur limbik lainnya. Serabut saraf dari bagian motorik korteks cerebri yang menuju formasio retikularis cukup banyak, sehingga aktivitas motorik dikaitkan dengan adanya aktivasi retikuler yang sangat tinggi, inilah yang menerangkan pentingnya bergerak kian kemari agar seseorang tetap dalam keadaan siaga.

4. Fungsi Kortikal; korteks cerebri

Otak manusia paling berkembang hemisfer cerebri-nya dibanding makhluk lain. Korteks serebri merupakan bagian otak yang berhubungan dengan fungsi intelektual. Korteks cerebri terdiri dari 4 lobus yaitu : lobus frontalis, lobus parietalis, lobus temporalis, dan lobus oksipitalis.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3.3 : Cerebrum dan Keempat Lobusnya

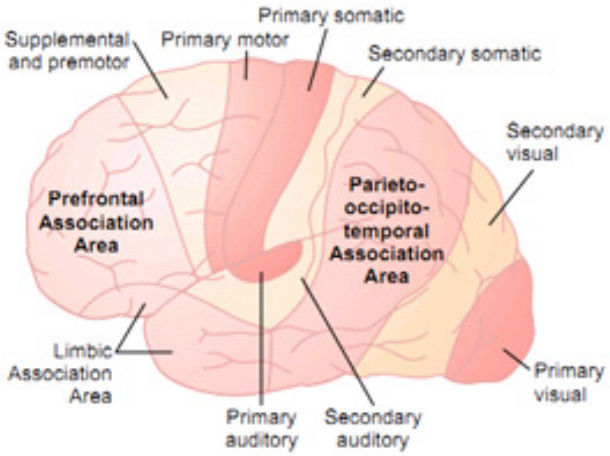


Korteks cerebri mengandung ± 100 milyar neuron terdiri dari 3 tipe sel yaitu stellata, fusiform, dan pyramidal yang masing-masing mempunyai axon dan dendrit yang membentuk sinaps. Tiap bagian dari korteks mempunyai fungsi spesifik yang dalam kerjanya akan berintegrasi sehingga menghasilkan suatu aktivitas tubuh.

Berdasarkan fungsi dan histologisnya Broadmann membagi korteks menjadi 47 area. Beberapa area yang terkenal diantaranya : area 4 dan 6 (area motorik dan premotorik), area 17, 18, dan 19 (area penglihatan primer dan asosiasi), area 41 dan 42 (area pendengaran primer dan asosiasi).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3.4: Korteks Cerebri dan Area Fungsionalnya



Kedua hemisfer cerebri tidak simetris baik dalam ukuran maupun fungsinya, masing-masing hemisfer mendapat rangsang atau menerima impuls dari sisi tubuh yang kontralateral. Hemisfer kiri dan kanan dihubungkan oleh corpus calosum.

Hemisfer (otak) kiri mempunyai ukuran yang lebih besar dan mengatur fungsi :

- Berbahasa
- Logika
- Angka
- Analisis
- Daya ingat
- Rasionalitas

Sedangkan hemisfer kanan mengatur fungsi :

- Visuo-spatial
- Intonasi/irama
- Musik

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

- Imajinasi/lamunan
- Dimensi

Tiap bagian dari korteks cerebri ini saling berhubungan antar lobus dalam satu hemisfer melalui jaras asosiasi, dan antar hemisfer melalui jaras tranversa atau kommisural, sedangkan hubungan korteks cerebri dengan bagian otak di bawahnya sampai medulla spinalis melalui jaras proyeksi.[9]

[9] Disarikan dari Euis Heryati dan Nur faizah, *Diktat Kuliah Psikologi Faal* (Bandung: Fakultas Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia, 2008), hal. 18-25

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id