

**HUJAN ASAM DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN
DITINJAU DARI KEDOKTERAN DAN ISLAM**



2794

**OLEH:
RISKA DWI ARYANI
NIM: 1102001233**

**Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk mencapai gelar Dokter Muslim**

Pada

**FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS YARSI
J A K A R T A
MARET 2009**

ABSTRAK

HUJAN ASAM DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN DITINJAU DARI KEDOKTERAN DAN ISLAM

Batubara termasuk sumber energi tak terbarukan, namun cadangan batubara di dunia saat ini masih sangat melimpah dengan efek buruk apabila dikaitkan dengan masalah pencemaran lingkungan yang berdampak pada kesehatan manusia seperti terjadinya hujan asam akibat emisi yang dikeluarkan dari penggunaan bahan bakar fosil tersebut.

Tujuan umum adalah membantu agar masyarakat lebih mengetahui upaya-upaya pencegahan hujan asam sehingga dampak buruk terhadap kesehatan manusia dapat dihindari. Secara khusus diketahuinya faktor-faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya hujan asam, diketahuinya dampak hujan asam pada kesehatan manusia, dan diketahuinya upaya apa saja yang perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya hujan asam ditinjau dari kedokteran dan Islam.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya hujan asam yaitu emisi SO_x (2,4% berasal dari transportasi, sebanyak 73,5% berasal dari pusat pembangkit listrik, dan 22% dari proses industri). Dampak hujan asam pada kesehatan manusia yaitu dapat terjadi gangguan pada sistem pernafasan. Gas SO_x (enam ppm) menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan dan saluran pernafasan yang lain sampai ke paru-paru. Otot pada saluran pernafasan dapat mengalami kejang (spasme), akibat teriritasi oleh SO_x. Jika waktu paparan SO_x cukup lama akan timbul peradangan yang hebat pada selaput lendir yang diikuti oleh kelumpuhan sistem pernafasan (paralisis silia), serta kerusakan pada sel epitel yang menyebabkan kematian. Selain itu, air yang tercemar SO_x akan menyebabkan perubahan pH air sehingga berpengaruh terhadap persediaan air bersih, juga berpengaruh terhadap persediaan sumber makanan bagi penduduk bumi. Peristiwa pencemaran logam berat dalam badan air ini di samping menyebabkan turunnya kualitas air, juga mengancam kesehatan manusia karena masuknya racun-racun kimia berbahaya ke dalam tubuh manusia, terutama melalui jalur makanan dan air minum

Pencegahan dampak buruk dari terjadinya hujan asam dalam agama Islam adalah dengan memelihara lingkungan dalam hal ini memelihara lingkungan dari bahaya emisi adalah kemaslahatan *al-Hajiyyah*, karena kemaslahatan ini dapat mendukung seorang muslim menjalani kemaslahatan *ad-Daruriyyah* yang sifatnya lebih utama

PERNYATAAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah kami setuju untuk dipertahankan di hadapan Komisi Penguji
Skripsi Fakultas Kedokteran Universitas YARSI

Jakarta, Maret 2009

Komisi Penguji,

Ketua,



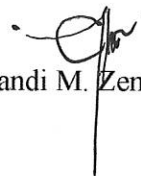
(DR. Drh. Titiek Djannatun)

Pembimbing Medik



(Dr. H. Sumedi Sudarsono, MPH)

Pembimbing Agama



(H. Irwandi M. Zen, Lc, MA)

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Hujan Asam dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Ditinjau dari Kedokteran dan Islam”**.

Adapun skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Dokter Muslim Fakultas Kedokteran Universitas YARSI. Terwujudnya skripsi ini adalah berkat bantuan dan dorongan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Riyani Wikaningrum, DMM, MSc, selaku Dekan FK YARSI
Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada Ibu.
2. Ibu DR. Drh. Titiek Djannatun, Selaku Komisi Penguji Skripsi Agama.
Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada Ibu.
3. Bapak Dr. H. Sumedi Sudarsono, MPH, Selaku Pembimbing medik yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas ini.
4. Bapak H. Irwandi M. Zen, Lc, MA Selaku Pembimbing Agama yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas ini.
5. Kepala dan Staff Perpustakaan Universitas Yarsi Jakarta, yang telah membantu saya dalam mencari buku sebagai referensi dalam menyelesaikan skripsi Agama.
6. Kedua orangtuaku (H. Muhari, MZ dan Hj. Suprapti) yang telah memberikan kasih sayangnya dan dorongan serta semangat.

7. Kakakku (Andrie Purnama, SH) dan kedua adikku (Risi dan Aditya) atas perhatian dan kasih sayangnya.
8. Sahabat-sahabatku (Ega, Eka, Herti, Okta, Sopi, Sarah, Jufri, Tuti, Wulan, Windi, Neta, Uda, Inu) atas dorongan semangatnya.
9. Temanku (Inta Masita Hayati) atas pikiran-pikirannya yang membangun.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga penyusunan ini dapat lebih baik sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Akhir kata dengan mengucapkan Alhamdulillah, semoga Allah SWT selalu meridhoi kita semua dan tulisan ini dapat bermanfaat.

Jakarta, Maret 2009

(penulis)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
ABSTRAK	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB I. PENDAHULUAN	
I.1. LATAR BELAKANG	1
I.2. PERMASALAHAN	4
I.3. TUJUAN	4
I.4. MANFAAT	5
BAB II HUJAN ASAM DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN DITINJAU DARI KEDOKTERAN	
2.1. Pendahuluan.....	6
2.2. Faktor yang Berpengaruh pada Timbulnya Hujan Asam.....	7
2.2.1. Konsumsi Batubara Sebagai Salah Satu Bahan Bakar Pilihan.....	8
2.3. Hujan Asam Sebagai Dampak Krisis Lingkungan.....	10
2.3.1. Dampak Hujan Asam Terhadap Kesehatan.....	14
2.4. Upaya Pencegahan Terjadinya Hujan Asam.....	19
2.7. Teknologi Pengolahan Limbah.....	20
BAB III HUJAN ASAM DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN DITINJAU DARI AGAMA ISLAM	
3.1. Perusakan Lingkungan Menurut Islam.....	23
3.2. Hujan Asam yang Disebabkan Penggunaan Batubara sebagai Salah Satu Sumber Energi dan Dampaknya Terhadap Kesehatan menurut Pandangan Islam.....	25
3.3. Upaya Pencegahan Dampak Hujan Asam terhadap Kesehatan Menurut Pandangan Islam.....	29

BAB IV	KAITAN PANDANGAN ANTARA ILMU KEDOKTERAN DAN ISLAM MENGENAI HUJAN ASAM DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN	34
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	36
5.2	Saran	37

DAFTAR PUSTAKA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan hasil penelitian ada tujuh sumber pencemar udara terdiri dari Partikulat, Sulfur Dioksida (SO_2), Ozon, Karbon monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO_2), Hidrokarbon (HC) dan Timbal (Pb). Sumber pencemar lain adalah hujan asam yang merupakan istilah umum untuk menggambarkan turunnya asam dari atmosfer ke bumi (Darmono, 2004).

Meski batubara termasuk sumber energi tak terbarukan, namun hasil penelitian menunjukkan bahwa cadangan batubara di dunia saat ini masih sangat melimpah dengan efek buruk apabila dikaitkan dengan masalah pencemaran lingkungan yang berdampak pada kesehatan manusia. Walaupun pembangkit listrik batubara saat ini telah menggunakan alat pembersih endapan (presipitator) untuk membersihkan partikel-partikel kecil dari asap pembakaran batubara, namun senyawa-senyawa seperti SO_x dan NO_x yang berbentuk gas dengan bebasnya naik melewati cerobong dan terlepas ke udara bebas. Keduanya dapat jatuh bersama-sama air hujan sehingga mengakibatkan terjadinya hujan asam. Berbagai kerusakan lingkungan serta gangguan terhadap kesehatan dapat muncul karena terjadinya hujan asam tersebut (Darmono, 2004).

Hujan asam sebetulnya sudah dikenali oleh para pemerhati lingkungan sejak tahun 1950-an. Namun masalahnya menjadi bertambah berat seiring dengan semakin meningkatnya permintaan energi listrik yang disuplai melalui PLTU batubara, sehingga masalah hujan asam mungkin akan merupakan masalah lingkungan jangka panjang yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan (Ridwan, 2001).

Dalam keadaan udara bersih, air hujan bersifat agak asam dengan derajat keasaman (pH) 5,6. Penyebab keasaman ini adalah adanya senyawa karbon dioksida (CO_2), suatu senyawa alamiah penyusun udara yang dalam air hujan membentuk asam lemah. Air hujan dikategorikan sebagai asam apabila nilai pH-nya di bawah 5,6.

Air untuk konsumsi manusia harus memiliki nilai pH antara 6-9. Asam dalam air hujan menambah kemampuan air itu untuk melarutkan dan membawa lebih banyak logam-logam berat keluar dari tanah, seperti merkuri (Hg) dan aluminium (Al). Air asam ini juga dapat melarutkan tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dari pipa-pipa logam untuk menyalurkan air. Peristiwa ini tentu saja akan mengganggu persediaan air untuk konsumsi manusia. Air dengan pH 5 menyebabkan ikan Salem dan Farel tidak mampu berkembang biak. Pada pH sekitar 4,5, ikan lenyap dari danau. Sedang pada pH 4, danau menjadi tanpa kehidupan. Pada pH mendekati 3, daun tanaman menjadi rusak (Darmono, 2004).

Sebenarnya turunnya asam dari atmosfer ke bumi bukan hanya dalam kondisi "basah" tetapi juga "kering". Sehingga dikenal pula dengan istilah deposisi (penurunan/pengendapan) basah dan deposisi kering. Deposisi basah mengacu pada hujan asam, kabut dan salju. Ketika hujan asam ini mengenai tanah dapat berdampak buruk bagi tumbuhan dan hewan, tergantung dari konsentrasi asamnya, kandungan kimia tanah, *buffering capacity* (kemampuan air atau tanah untuk menahan perubahan pH), dan jenis tumbuhan/hewan yang terkena (Punshon dan Andriano, 2000).

Deposisi kering mengacu pada gas dan partikel yang mengandung asam. Sekitar 50 persen keasaman di atmosfer jatuh kembali ke bumi melalui deposisi kering. Kemudian angin membawa gas dan partikel asam tersebut mengenai

bangunan, mobil, rumah dan pohon. Ketika hujan turun, partikel asam yang menempel di bangunan atau pohon tersebut akan terbilas, menghasilkan air permukaan (*run off*) yang asam. Angin dapat membawa material asam pada deposisi kering dan basah melintasi batas kota dan negara sampai ratusan kilometer (Punshon dan Andriano, 2000).

Menurut para ahli, bahwa SO_x dan NO_x merupakan penyebab utama hujan asam. Hujan asam terjadi ketika gas-gas tersebut di atmosfer bereaksi dengan air, oksigen, dan berbagai zat kimia yang mengandung asam. Sinar matahari meningkatkan kecepatan reaksi mereka. Hasilnya adalah larutan Asam Sulfat dan Asam Nitrat (konsentrasi rendah) (Darmono, 2004).

Etika Agama Islam terhadap alam mengantar manusia untuk bertanggung jawab sehingga ia tidak melakukan perusakan atau dengan kata lain setiap perusakan terhadap lingkungan harus dinilai sebagai perusakan pada diri manusia. Bila sumber-sumber daya alam merupakan nikmat yang dikaruniakan Allah kepada manusia, maka semua pengurusan nikmat melalui pencemaran, perusakan, penyalahgunaan seperti pembakaran hutan dan lain-lain bertentangan dengan kesyukuran terhadap Allah atas nikmat-Nya.

Allah menciptakan bumi dan langit beserta isinya untuk dimanfaatkan oleh manusia dengan sebaik-baiknya. Manusia kadang-kadang lupa bahwa dengan memanfaatkan segala kekayaan yang ada di bumi ini, tidak hanya akan menghasilkan suatu keuntungan pada manusia terutama keuntungan materi, tetapi akan mengakibatkan suatu efek samping yang sangat merugikan kelangsungan kehidupan makhluk hidup yang akan datang jika manusia melakukan pemanfaatan kekayaan alam tanpa rasa tanggung jawab.

1.2. Permasalahan

1. Faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap timbulnya hujan asam ditinjau dari kedokteran ?
2. Bagaimana dampak hujan asam pada kesehatan manusia ditinjau dari kedokteran ?
3. Upaya apa saja yang perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya hujan asam?
4. Bagaimana pencegahan pengaruh buruk dari terjadinya hujan asam ditinjau dari agama Islam ?

1.3. Tujuan

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum adalah diketahuinya upaya-upaya pencegahan hujan asam sehingga dampak buruk terhadap kesehatan manusia dapat dihindari.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Diketahuinya faktor-faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya hujan asam ditinjau dari kedokteran.
2. Diketahuinya dampak hujan asam pada kesehatan manusia ditinjau dari kedokteran.
3. Diketahuinya upaya apa saja yang perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya hujan asam.
4. Diketahuinya pencegahan dampak buruk hujan asam pada kesehatan manusia ditinjau dari agama Islam

1.4. Manfaat

1. Bagi Mahasiswa/i

Menambah pengetahuan yang berkaitan dengan pengetahuan tentang dampak hujan asam pada kesehatan manusia ditinjau dari kedokteran dan agama Islam dan tentang bagaimana cara penulisan skripsi yang baik dan benar.

2. Bagi Universitas YARSI

Menambah sumber pengetahuan dalam kepustakaan Universitas YARSI tentang dampak hujan asam pada kesehatan manusia.

3. Bagi Masyarakat

- a. Lebih mengetahui akan pencegahan terjadinya hujan asam dan ikut berusaha untuk menjaga kelestarian lingkungan.
- b. Menambah bahan ceramah untuk menuntun umat Islam agar selalu menjaga kelestarian lingkungan yang sesuai dengan ajaran Islam.

BAB II

HUJAN ASAM DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN DITINJAU DARI KEDOKTERAN

2.1. Pendahuluan

Sebagaimana termaktub dalam Undang-undang No. 9 tahun 1960 tentang Pokok-pokok Kesehatan, bahwa setiap warga berhak memperoleh derajat kesehatan yang setinggi-tingginya. Ketentuan tersebut menjadi dasar bagi pemerintah untuk menyelenggarakan kegiatan yang berupa pencegahan dan pemberantasan penyakit, pencegahan dan penanggulangan pencemaran, pemulihan kesehatan, penerangan dan pendidikan kesehatan kepada masyarakat (Siregar, 2001).

Upaya perbaikan kesehatan masyarakat dapat dilakukan melalui berbagai macam cara, yaitu pencegahan dan pemberantasan penyakit menular, penyehatan lingkungan, perbaikan gizi, penyediaan air bersih, penyuluhan kesehatan serta pelayanan kesehatan ibu dan anak. Selain itu, perlindungan terhadap bahaya pencemaran lingkungan juga perlu diberi perhatian khusus (Said dan Ineza, 2002).

Interaksi manusia dengan lingkungan hidup merupakan suatu proses yang alami dan berlangsung mulai manusia dilahirkan sampai meninggal dunia. Interaksi ini terjadi karena manusia memerlukan daya dukung lingkungan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-hari. Berbagai macam kebutuhan hidup manusia, mulai dari udara untuk bernafas, air untuk minum, makanan sebagai sumber energi, serta kebutuhan-kebutuhan lainnya sudah disediakan oleh alam dan manusia tinggal mengambilnya dari lingkungan (Slamet, 2001).

Pertumbuhan penduduk yang pesat telah menimbulkan berbagai macam tantangan yang dicoba diatasi dengan industrialisasi. Kini masyarakat modern hidup

di lingkungan buatan. Berbagai produk industri hadir di tengah masyarakat sambil menawarkan berbagai kemudahan dan kenikmatan. Adanya mesin pendingin, manusia dapat mengubah temperatur sekelilingnya. Adanya berbagai macam kendaraan dan alat angkut, kini manusia tidak lagi memanfaatkan berbagai jenis hewan pengangkut. Hal tersebut diikuti dengan peningkatan dalam konsumsi energi. Semakin tinggi peradaban umat manusia, semakin banyak energi yang dikonsumsi (Slamet, 2001).

2.2. Faktor yang Berpengaruh pada Timbulnya Hujan Asam

Batubara merupakan salah satu sumber energi yang sangat penting, terutama dalam kaitannya dengan mesin uap untuk membangkitkan tenaga listrik. Batubara juga dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk proses-proses industri. Cepatnya proses industrialisasi dalam berbagai sektor di muka bumi juga telah meningkatkan jumlah konsumsi bahan bakar fosil ini (Suwandi, 2002).

Laju permintaan energi ternyata jauh lebih cepat dibandingkan dengan laju pertumbuhan penduduk. Perkembangan teknologi menyebabkan manusia secara terus-menerus menuntut tambahan barang-barang konsumsi yang padat energi. Aktivitas industri, pertanian, transportasi, dan jasa-jasa lainnya semuanya memerlukan peralatan padat energi. Sektor industri merupakan konsumen energi terbesar. Dalam sektor ini energi dipakai untuk penambangan mineral, penyulingan sumber alam, serta sumber tenaga untuk mesin-mesin produksi. Dalam kegiatan industri, sektor terbesar pengguna bahan bakar fosil adalah untuk pembangkit listrik, transportasi, dan proses industri.

Manusia modern semakin banyak menggunakan berbagai perlengkapan padat energi dalam hampir setiap sektor kehidupan. Peningkatan konsumsi energi dewasa

ini disebabkan oleh banyaknya negara yang beralih dari ekonomi pertanian ke ekonomi industri. Pengembangan teknologi padat energi ini telah menyatu dengan gaya hidup manusia modern. Di Amerika Serikat (AS), misalnya, konsumsi energi dalam bentuk listrik mengalami peningkatan yang luar biasa. Pada 1980, AS menggunakan listrik 380 kali lebih besar dibandingkan pada 1900. Gejala yang sama juga terlihat di negara-negara industri lainnya (Suwandi, 2002).

Di seluruh dunia, sekitar 30% total konsumsi energi dipakai untuk memenuhi kebutuhan listrik. Sedang 70% lainnya dipakai untuk berbagai keperluan, meliputi transportasi, dikonversi menjadi air panas maupun uap panas untuk proses industri, serta untuk desalinasi air laut. Data menunjukkan bahwa sektor industri merupakan pemakai energi dalam jumlah yang sangat besar, mencapai 45% dari total pemakaian energi, dan menempati posisi tertinggi dibandingkan dengan sektor-sektor lainnya (Suwandi, 2002).

2.2.1. Konsumsi Batubara Sebagai Salah Satu Bahan Bakar Pilihan

Masyarakat modern membutuhkan energi listrik untuk berbagai keperluan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka dibangunlah pusat-pusat pembangkit listrik berkapasitas tinggi. Ada berbagai sistem pembangkit listrik yang saat ini beroperasi di permukaan bumi, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batubara sebagai bahan bakarnya, atau Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang memanfaatkan air terjun untuk memutar turbin listrik. Ada pula sistem pembangkit listrik yang relatif masih baru seperti Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) yang memanfaatkan bahan bakar nuklir seperti uranium-235 sebagai bahan bakarnya, atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang mengubah energi sinar matahari menjadi listrik.

Sementara, sistem pembangkit yang lain saat ini sedang dikembangkan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi, Pembangkit Listrik Tenaga Angin, dan Pembangkit Listrik dari Air Pasang (Ridwan, 1998).

Beberapa sistem pembangkit listrik yang saat ini beroperasi, PLTU batubara masih merupakan sistem pembangkit yang paling banyak dioperasikan di muka bumi karena mampu memproduksi listrik dengan biaya paling murah. Biaya operasi PLTU batubara kurang lebih 30% lebih rendah dibandingkan sistem pembangkit listrik lainnya yang saat ini operasional. Cepatnya proses industrialisasi dalam berbagai sektor di muka bumi juga telah meningkatkan jumlah konsumsi bahan bakar fosil ini. Berkaitan dengan masalah ini, batubara merupakan salah satu sumber energi andalan yang utama dan merupakan penyelamat dalam memenuhi kebutuhan energi listrik hingga beberapa dekade mendatang (Ridwan, 1998).

Peningkatan konsumsi batubara tidak terpisahkan dari peranannya sebagai komoditas pertambangan biasa, sekaligus merupakan sumber energi primer yang sangat penting. Sekitar 27% dari seluruh sumber energi primer dunia pada 1995 dan 36% dari total pembangkit listrik dunia memanfaatkan batubara sebagai bahan bakarnya. Introduksi dan perkembangan sumber-sumber energi yang bersih, dapat diperbaharui dan ramah lingkungan, seperti energi angin dan surya, ternyata belum dapat menggeser dominasi bahan bakar fosil sebagai pemasok sumber energi utama.

Di Amerika Serikat, misalnya, hampir 90% dari kebutuhan energi berasal dari fosil, terutama batubara. Menurut *World Energy Council*, cadangan batubara dunia diperkirakan sekitar 1145 milyar ton, tersebar hampir merata di berbagai penjuru dunia. Di Amerika Serikat dan Amerika Selatan sebesar 227 milyar ton, di Eropa Barat sebesar 125 milyar ton, di Eropa Timur dan negara-negara Bekas Uni Sovyet sebesar 329 milyar ton, di Timur Jauh dan Oceania (Cina,

Australia, India dan Indonesia) sebesar 335 milyar ton, dan sisanya terdapat di Amerika Tengah dan Selatan sebesar 11 milyar ton, serta Afrika Selatan sebesar 68 milyar ton. Dunia memiliki sekitar 47% batubara berperingkat rendah, yaitu sebesar 500 milyar ton. Meski termasuk sumber energi tak terbarukan, batubara masih dapat diandalkan sebagai sumber energi dunia hingga lebih dari 230 tahun, bahkan diperkirakan dapat mencapai hingga 300 tahun mendatang (Suwandi, 2002).

Jumlah sumber daya batubara Indonesia mencapai 38,9 milyar ton. Jumlah sebesar itu tersebar di Sumatera sekitar 17,5 milyar ton (45%), Kalimantan sebesar 21,2 milyar ton (54,4%), dan sisanya tersebar di Pulau Jawa, Sulawesi, serta Irian Jaya. Data terbaru menunjukkan bahwa produksi batubara di Indonesia kini mencapai 73,8 juta ton per tahun. Sebagian besar (74%) diekspor dan sisanya (26%) digunakan untuk kebutuhan dalam negeri. Untuk konsumsi dalam negeri, batubara digunakan antara lain untuk pembangkit listrik, bahan bakar industri, industri kecil dan rumah tangga, serta diarahkan untuk produksi bahan bakar sintetis. Bagi Indonesia, batubara masih akan tetap berperan sebagai pemasok energi utama dalam proses pembangunan hingga beberapa dasawarsa mendatang (Suwandi, 2002).

2.3. Hujan Asam Sebagai Dampak Krisis Lingkungan

Sekitar 60% dari emisi SO_x dibebaskan dari cerobong asap yang tinggi dan dibuang ke udara. Senyawa itu kemudian bercampur dengan udara di sekitar dan dihembus oleh angin. Dilihat dari sumbernya, SO_x sebanyak 2,4% berasal dari pembakaran bahan bakar minyak untuk transportasi, sebanyak 73,5% berasal dari pembakaran stasioner bahan bakar fosil di pusat pembangkit listrik, dan sebanyak 22% dari pembakaran batubara dalam proses industri (Nisbet, 2002).

Senyawa-senyawa seperti SO_x dan NO_x menghadapi dua kemungkinan

selama berada di udara. Pertama, sebagian NO_x dan SO_x akan jatuh dan perlahan-lahan terserap oleh tanah dan tanaman, sebelum keduanya mengalami proses oksidasi oleh energi sinar matahari. Peristiwa ini disebut sebagai pengendapan kering (*dry deposition*). Kemungkinan pertama ini dapat terjadi di sekitar lokasi sumber emisi atau tempat lain yang jaraknya ratusan kilometer dari sumber emisi. Sebagian besar gas asam tetap berada di udara selama beberapa hari sehingga mengalami kemungkinan kedua. Dengan bantuan energi sinar matahari, gas-gas asam tadi akan mengalami proses oksidasi, sehingga bahan-bahan tadi dalam udara dapat membentuk polutan sekunder seperti NO₂, asam nitrat, butiran asam sulfat, garam nitrat, serta garam sulfat. Semuanya dapat terlarut dalam butiran-butiran air awan dan dapat jatuh ke bumi bersamaan dengan turunnya air hujan. Proses kedua ini disebut pengendapan basah (*wet deposition*) yang lebih populer dengan sebutan hujan asam (*acid rain*) (Nisbet, 2002).

Selain terbawa hujan, polutan sekunder juga dapat jatuh ke bumi dalam bentuk embun asam dan partikel asam. Melalui proses ini, pelepasan SO_x dan NO_x dari pembakaran batubara dapat menimbulkan hujan asam di daerah sejauh beratus-ratus kilometer.

Gas NO_x terdiri atas dua macam, yaitu NO dan NO₂. Gas NO yang teroksidasi oksigen akan berubah menjadi NO₂. Gas ini dalam jumlah banyak dikeluarkan oleh PLTU, mobil, dan penyulingan minyak. Gas NO_x dalam udara perlahan-lahan bereaksi dengan oksigen dan uap air sehingga berubah menjadi asam nitrat (HNO₃). Gas oksida belerang terdiri atas gas SO₂ dan gas SO₃ yang keduanya mempunyai sifat berbeda. Gas SO₃ berasal dari SO₂ yang bereaksi dengan oksigen di udara. Antara 1-5 % SO₂ teroksidasi langsung menjadi SO₃. Kedua gas tersebut dapat bereaksi dengan uap air yang ada di udara sehingga membentuk H₂SO₃ (asam

sulfit) dan H_2SO_4 (asam sulfat). (Darmono, 2004).

Hujan asam merupakan fenomena pencemaran udara jarak jauh dengan cakupan kontinental, dan masih mungkin akan menjadi antar kontinental. Fenomena ini sebenarnya sudah teramati sejak abad ke-17, bersamaan dengan meningkatnya pembakaran bahan bakar fosil pada awal revolusi industri di Inggris. Robert Boyle (1692) menyebutnya sebagai *nitrous or salinosulphureous spirit* di dalam bukunya *General History of the Air*. Pengamatan ini kemudian diperkuat oleh Robert Angus Smith (1872) yang memperkenalkan istilah hujan asam untuk pertama kalinya (Darmono, 2004).

Dampak negatif hujan asam mulai terasa sejak awal 1950-an. Masalahnya menjadi bertambah parah karena jumlah total gas NO_x dan SO_x yang terlepas ke udara terus meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah permintaan energi listrik. Sebagai akibatnya adalah terjadi peningkatan secara cepat derajat keasaman hujan sejak 1960-an. Keadaan ini telah menimpa AS bagian timur laut serta beberapa bagian Kanada sebelah timur, Norwegia bagian selatan dan Swedia. Di daerah-daerah tersebut, sungai dan danau telah menjadi terlalu asam bagi ikan dan kehidupan lainnya (Lansford, 2001).

Tingkat keasaman air hujan yang lazim digunakan oleh para ilmuwan adalah derajat keasaman atau pH. Nilai pH suatu larutan bervariasi dari 0 (paling asam) sampai 14 (tidak ada keasaman). Suatu larutan bersifat netral apabila memiliki pH 7. Semakin rendah nilai pH, semakin asam larutannya. Dalam keadaan udara bersih, air hujan bersifat agak asam dengan pH 5,6. Penyebab keasaman ini adalah adanya senyawa CO_2 , suatu senyawa alamiah penyusun udara yang dalam air hujan membentuk asam lemah. Senyawa ini dikeluarkan baik oleh manusia, hewan, maupun tanaman melalui sistem pernafasan. Air hujan dikategorikan sebagai asam apabila ni-

lai pH-nya di bawah 5,6 (Darmono, 2004).

Deposit asam juga mulai menjadi permasalahan di beberapa negara industri baru di Asia seperti Cina, di Afrika seperti Nigeria, dan di Amerika Latin seperti Brazil. Mineral dan substansi alkalis dalam lapisan tanah yang tipis menyebabkan daya netralisasi asamnya sangat rendah. Apabila terjadi deposit asam secara terus-menerus, kemampuan tanah untuk menetralkan asam tersebut menjadi berkurang. Deposit asam ini dapat terbawa air sehingga larut dalam sungai maupun danau, sehingga dapat membunuh organisme air di daerah tersebut.

Di Indonesia, pemantauan yang telah dilakukan di 10 kota besar, antara lain : Jakarta, Bandung, Surabaya, Medan, Bengkulu, Banjarbaru, Pontianak dan Jayapura, mulai 1994 hingga 1998, menunjukkan bahwa kecenderungan terjadinya hujan asam terus meningkat dari waktu ke waktu. Kejadian hujan asam di Jakarta dan Bandung dilaporkan dari hasil analisis pH air hujan di kedua kota tersebut. Nilai pH air hujan ternyata terus menurun dari tahun ke tahun, yang berarti hujan semakin asam. Rosalina (1997) mengutip Darmono (2001) menyebutkan bahwa pH air hujan di Jakarta tahun 1990 sekitar 5,75 dan terus menurun menjadi 5,23 di tahun 1995. Sedang di Bandung pH air hujan turun dari 6,62 pada 1990 menjadi 5,01 di tahun 1996. Keasaman air hujan di beberapa wilayah Jakarta pada 1986 adalah sebagai berikut: 4,9 di daerah Cililitan; 5,5 di daerah Kebayoran Baru; dan 4,8 di daerah Cibubur (Darmono, 2004).

Menurut catatan Badan Meteorologi dan Geofisika, keasaman air hujan di daerah Bandar Lampung adalah 4,92 pada Agustus 1999 dan 4,72 pada September 1999. Padahal, di sekitar daerah itu tidak ada industri yang berpotensi mengeluarkan SO_x dan NO_x. Mengingat hujan asam dapat jatuh ratusan bahkan ribuan kilometer dari sumber emisi, bisa jadi hujan asam tadi berasal dari PLTU Suralaya di Jawa

Barat. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan hal itu (Suwandi, 2002).

2.3.1. Dampak Hujan Asam Terhadap Kesehatan

Proses industrialisasi modern telah meningkatkan taraf kesejahteraan hidup umat manusia. Namun, konsumsi bahan bakar fosil yang terus meningkat dari waktu ke waktu bukannya tidak menimbulkan masalah baru bagi penduduk bumi. Masalah memburuknya kualitas lingkungan dalam bentuk krisis ekologi skala global telah menyadarkan manusia akan keterbatasan daya dukung alam terhadap aktivitas manusia di muka bumi ini. Belakangan ini, manusia menyadari bahwa konsumsi bahan bakar fosil ini ternyata tidak bisa dipaksakan. Hal ini berkaitan dengan daya tampung lingkungan hidup terhadap berbagai jenis polutan yang dikeluarkan pada saat pembakaran batubara (Suwandi, 2002).

Konsumsi bahan bakar fosil yang terus meningkat membawa dua akibat terhadap lingkungan hidup manusia. Akibat pertama adalah terjadinya kerusakan wilayah karena daerah tambang batubara yang telah habis terkuras ditinggalkan begitu saja dalam keadaan rusak, sehingga baik tanaman maupun hewan tidak dapat hidup dengan baik di atasnya. Akibat kedua adalah pencemaran udara dan air dalam bentuk hujan asam sebagai dampak tak langsung dari pembakaran bahan bakar fosil tadi (Suwandi, 2002).

Hujan asam dapat mengakibatkan kerusakan pada tanaman. Pengaruhnya antara lain adalah timbulnya bintik-bintik pada permukaan daun. Jika konsentrasi pencemar cukup tinggi, akan terjadi nekrosis atau kerusakan pada jaringan daun, sehingga daun tidak dapat berfungsi sempurna menjalankan proses fotosintesa dan memproduksi karbohidrat, yang berakibat lebih lanjut pada kerusakan hutan dan

pengikisan lapisan tanah yang subur. Kerusakan hutan-hutan di Jerman, misalnya, disebabkan oleh banyaknya industri peleburan besi dan baja yang melibatkan pemakaian batubara dan minyak bumi di negeri itu. Hal ini merupakan awal terjadinya ketandusan lingkungan yang dapat menurunkan daya dukung alam terhadap kelangsungan hidup manusia. Suplai makanan bagi penduduk bumi dapat terganggu karena gagal panen yang disebabkan hujan asam (Connel dan Miller, 1999).

Organ tubuh yang paling peka terhadap pencemaran NO_x adalah paru-paru. Apabila terkontaminasi gas NO_x, paru-paru membengkak sehingga penderita sulit bernafas yang dapat mengakibatkan kematian. Kadar gas NO yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pada sistem saraf yang mengakibatkan kejang-kejang. Bila keracunan ini terus berlanjut dapat menyebabkan kelumpuhan. Perubahan NO_x menjadi asam nitrat juga dapat menimbulkan dampak lain terhadap kesehatan. Nitrat merupakan unsur yang mudah sekali terbawa air dan masuk ke saluran air, sungai, air tanah, dan akhirnya sumur penduduk yang airnya dikonsumsi oleh manusia. *World Health Organization* (WHO) dan beberapa negara telah menetapkan standar kualitas air yang boleh dikonsumsi oleh manusia. Standar tertinggi kandungan nitratnya adalah 10 ppm nitrat. Kasus polusi nitrat dalam air memang pernah terjadi di Inggris. Kadar nitratnya mencapai 80 ppm dan hal ini merupakan tingkat pencemaran yang sangat berbahaya. Di Indonesia bisa saja ditemukan angka yang lebih besar dari itu. Namun, penelitian yang menyeluruh mengenai polusi nitrat ini belum pernah dilakukan (Connel dan Miller, 1999).

Untuk masyarakat golongan ekonomi kelas menengah ke atas, masalah pencemaran nitrat dalam badan air mungkin belum menjadi masalah, karena mereka dapat mengonsumsi air minum dari PAM (Perusahaan Air Minum) yang higienis

dan terkontrol kualitasnya. Namun, bagi masyarakat kelas bawah yang merupakan bagian terbesar dari penduduk Indonesia, umumnya mereka belum bisa menikmati layanan air bersih dari PAM, sehingga sebagian besar dari masyarakat masih mengkonsumsi air sumur dan sungai untuk memenuhi kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari. Kualitas air dari sumber itu tentu tidak pernah dikontrol sama sekali (West *et al.*, 1998).

Nitrat yang masuk ke dalam tubuh manusia akan diubah menjadi nitrit. Selanjutnya nitrit akan masuk ke dalam aliran darah dan bereaksi dengan haemoglobin sehingga menghasilkan methemoglobin yang dapat merusak sistem transportasi oksigen di dalam darah. Peristiwa ini dapat mengganggu sistem peredaran darah pada bayi yang berumur kurang dari tiga bulan, yang dikenal sebagai gejala bayi biru, dengan ciri-ciri yang khas yaitu terlihat warna kebiru-biruan pada daerah sekitar bibir dan beberapa bagian tubuh. Haemoglobin darah bayi yang seharusnya mengambil oksigen malah mengambil nitrat, sehingga bayi mengalami kegagalan dalam pernafasan (Connel dan Miller, 1999).

Kasus ini telah banyak dilaporkan di beberapa negara. *World Health Organization* (WHO) mencatat ada 2000 kasus bayi biru antara tahun 1945-1986, dan 160 di antaranya tidak tertolong. Kebanyakan bayi tersebut diberi minum air yang mengandung 25 miligram nitrat/liter air, yang berasal dari air tanah di sekitar tempat tinggalnya (Connel dan Miller, 1999).

Dampak kerusakan terhadap tubuh manusia sesuai riset internasional di Jerman menyatakan bahwa pemasukan nitrat melalui air minum antara 200-300 miligram setiap hari dapat membahayakan kesehatan. Nitrat yang berubah menjadi nitrit di dalam tubuh akhirnya dapat bereaksi dengan amina sekunder sehingga menghasilkan nitrosamina. Senyawa ini dapat menimbulkan kanker, mutasi, dan

abnormalitas. Dalam dosis tertentu, nitrosamina bahkan mampu menembus plasenta sehingga menyebabkan tumor pada janin. Dosis 50 ppm (bagian per sejuta) dalam makanan yang diberikan pada binatang percobaan (tikus) selama 20-40 minggu menyebabkan munculnya tumor ganas pada hati, sedang dosis 20-40 ppm menyebabkan tumor ganas pada ginjal (Connel dan Miller, 1999).

Beberapa peneliti melaporkan bahwa nitrat dari lingkungan yang masuk ke dalam tubuh dapat mengakibatkan kanker pada lambung dan saluran pernafasan pada orang dewasa. Masalah ini sebenarnya masih menjadi bahan perdebatan, karena pada tahun 1984, ikatan dokter di Inggris (*British Medical Association*) melaporkan bahwa kasus kanker sangat menurun pada daerah yang air minumnya mengandung nitrat dengan kadar tinggi. Namun, dari Cina pada awal 1980 ditemukan 140 dari 100.000 orang pria meninggal dunia karena kanker lambung. Daerah di mana ditemukan angka kematian yang tinggi tersebut ternyata kandungan nitrat di dalam air minum dan sayuran lebih tinggi dari keadaan normal (Connel dan Miller, 1999).

Kecurigaan terhadap efek negatif yang ditimbulkan oleh nitrat memang cukup mempunyai bukti. Di Amerika Serikat sebelum ditemukan lemari es, pengawetan makanan dilakukan dengan cara menambahkan nitrat ke dalam bahan makanan yang akan diawetkan. Setelah lemari es ditemukan, penggunaan nitrat menurun secara drastis. Kasus kanker lambung juga menurun secara drastis. Namun, pada beberapa bagian dunia lain, di mana konsumsi nitratnya masih tinggi, juga ditemukan kasus kanker lambung yang menonjol (Wardhana, 2001).

Udara yang tercemar SO_x dapat menyebabkan manusia mengalami gangguan pada sistem pernafasan. Gas SO_x menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan dan saluran pernafasan yang lain sampai ke paru-paru. Gas SO_x dapat menimbulkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena. Kadar SO_x sebesar enam ppm

sudah cukup untuk menimbulkan iritasi pada manusia. Otot pada saluran pernafasan dapat mengalami kejang (spasme), akibat teriritasi oleh SO_x. Jika waktu paparannya cukup lama akan timbul peradangan yang hebat pada selaput lendir yang diikuti oleh kelumpuhan sistem pernafasan (paralisis silia), serta kerusakan pada sel epitel yang menyebabkan kematian (Connel dan Miller, 1999).

Masalah hujan asam mungkin akan merupakan masalah lingkungan jangka panjang yang teramat serius. Hujan asam bisa juga menjadi isu politik besar terutama karena sumber asal dan para korbannya sering berada di tempat yang berbeda. Bahan pencemar NO_x dan SO_x dapat bergerak terbawa udara hingga ratusan bahkan ribuan kilometer, mencapai lintas batas antar negara. Di samping itu, akan sangat sulit untuk menunjukkan secara pasti sumber-sumber polutan yang menyebabkan terjadinya hujan asam di suatu kawasan atau negara tertentu. Sebagai contoh, emisi gas asam dari negara-negara bagian di Lembah Sungai Ohio di Amerika Serikat yang padat industri, termasuk Missouri dan Tennessee, terbang ke timur dan utara keluar dari wilayah AS menuju ke New England dan Kanada (Connel dan Miller, 1999).

Air untuk konsumsi manusia harus memiliki pH antara 6-9. Air dengan pH 5 menyebabkan ikan farel dan salem tidak mampu berkembang biak. Pada pH sekitar 4,5, ikan lenyap dari danau, sedang pada pH 4, danau menjadi tanpa kehidupan, dan pada pH mendekati 3, daun tanaman menjadi rusak. Rumput maupun tanaman untuk makanan ternak yang mengandung sulfat tinggi akibat hujan asam dapat menimbulkan berbagai penyakit fisiologi pada ternak. Perubahan pH air akibat hujan asam di samping akan berpengaruh terhadap persediaan air bersih, juga berpengaruh terhadap persediaan sumber makanan bagi penduduk bumi (Darmono, 2004).

Asam dalam air hujan juga dapat menambah kemampuan air untuk menarik keluar dan melarutkan lebih banyak logam-logam berat dari sedimen, seperti merkuri

(Hg) dan aluminium (Al). Logam beracun itu masuk ke dalam air sehingga membahayakan kehidupan. Ketika hujan asam mencapai danau atau sungai, air akan membawa lebih banyak pencemar berbahaya dibandingkan dengan yang biasanya terbawa seandainya hujan tidak asam. Air asam ini juga dapat melarutkan tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dari pipa-pipa logam untuk menyalurkan air. Peristiwa pencemaran logam berat dalam badan air ini di samping menyebabkan turunnya kualitas air, juga mengancam kesehatan manusia karena masuknya racun-racun kimia berbahaya ke dalam tubuh manusia, terutama melalui jalur makanan dan air minum (Darmono, 2004).

2.4. Upaya Pencegahan Terjadinya Hujan Asam

Dalam hubungan timbal balik antara manusia dan lingkungan, terdapat faktor-faktor dalam lingkungan yang dapat menguntungkan manusia maupun sebaliknya. Banyak kejadian di masa lalu menunjukkan bahwa kurangnya pengetahuan manusia tentang kedua faktor tadi telah menyebabkan berbagai bencana yang menimpa manusia sebagai akibat dari tindakannya sendiri (Darmono, 2001).

Contoh klasik mengenai masalah ini adalah pembuangan atau pelepasan berbagai jenis limbah maupun polutan ke lingkungan hidup. Beberapa jenis limbah maupun polutan tadi perlu mendapatkan perhatian dan perlakuan khusus untuk menghindari dampak negatif yang sewaktu-waktu dapat muncul, baik terhadap manusia maupun lingkungan. Dampak negatif itu dapat muncul segera maupun mengalami waktu tunda hingga puluhan tahun kemudian (Darmono, 2001).

Masalah pencemaran lingkungan menjadi masalah besar yang harus mendapatkan perhatian serius dari umat manusia. Isu lingkungan yang semula merupakan isu dahulu merupakan isu pinggiran dan seringkali hanya dianggap

sebagai isu para pecinta lingkungan, sejak sekitar tiga dasawarsa yang lampau mulai bergeser menuju ke arus tengah pembangunan.

Konferensi internasional tentang lingkungan hidup di Stockholm, Swedia, pada 1972 yang bertemakan "Hanya Satu Bumi", dimaksudkan agar negara-negara industri besar menaruh perhatian terhadap masalah krisis lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan industri mereka. Pergeseran tersebut telah melahirkan paradigma baru dalam bentuk pembangunan berwawasan lingkungan. Peristiwa ini mencapai puncaknya dalam *Earth Summit* Rio de Janeiro pada April 1992 (Darmono, 2001)

Dari sini masyarakat luas mulai terlibat secara langsung dalam perdebatan menentukan arah pembangunan yang berkelanjutan. Muncul suatu kesadaran baru bahwa daya dukung bumi terhadap kualitas hidup penduduknya ternyata makin lama makin berkurang karena munculnya berbagai krisis lingkungan yang menyertai kelahiran masyarakat industri modern berteknologi tinggi.

Masalah utama berkaitan dengan peningkatan penggunaan bahan bakar fosil adalah dilepaskannya gas-gas polutan penyebab hujan asam, seperti NO_x dan SO_x. Walaupun sebagian besar pusat tenaga listrik dan industri yang membakar batubara telah menggunakan alat pembersih endapan (presipitator) untuk membersihkan partikel-partikel kecil dari asap batubara, namun NO_x dan SO_x yang merupakan senyawa gas dengan bebasnya naik melewati cerobong dan terlepas ke udara bebas (Darmono, 2004).

Dari penjelasan di atas, pembangkit energi konvensional yang membakar bahan bakar fosil (minyak bumi dan batubara) merupakan sumber polutan terbesar bagi udara, karena membuang jutaan ton gas asam dan partikel beracun ke udara setiap tahunnya. Larutnya zat-zat asam ke dalam badan air telah memberikan

ancaman yang serius terhadap kesehatan manusia, mengingat di antara zat-zat tersebut ada yang bersifat karsinogen bagi tubuh manusia.

Dampak negatif yang lain dari hujan asam adalah menyebabkan degradasi kualitas lingkungan yang berakibat pada terganggunya suplai makanan dan air bersih bagi penduduk bumi. Meningkatnya aktivitas industri cenderung akan menaikkan kadar polutan dalam udara. Dengan demikian, sudah sewajarnya jika penduduk bumi mulai waspada terhadap munculnya fenomena hujan asam beserta berbagai dampak negatif yang dapat ditimbulkannya. Hujan asam dapat menyebabkan terjadinya perubahan keseimbangan kimia dan biologi air, menurunkan kualitas air, dan secara keseluruhan dapat mempengaruhi kehidupan manusia di muka bumi (Darmono, 2004).

Krisis ekologi oleh hujan asam merupakan masalah bersama seluruh penduduk bumi yang harus dicarikan solusi untuk mengatasinya. Untuk penyelesaian jangka panjang, salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan menghentikan sumber hujan asam tersebut. Namun, sumber itu ternyata cukup banyak dan tersebar luas di berbagai penjuru dunia. Menurunkan tingkat pelepasan NO_x dan SO_x dari pusat pembangkit listrik tentu akan memakan biaya yang tidak kecil dan memerlukan teknologi pembersih tambahan untuk mengikat gas-gas tersebut (Darmono, 2004).

Banyak hal yang harus dilakukan oleh penduduk bumi untuk mengurangi dampak negatif dari hujan asam, antara lain mencari sumber energi alternatif yang ramah terhadap lingkungan, bersikap bijaksana dalam mengkonsumsi bahan bakar fosil, serta menerapkan teknologi yang saat ini sudah ada untuk membersihkan gas-gas asam yang keluar bersama gas buang pembakaran bahan bakar fosil. Para pengelola PLTU dan industri lain yang membakar batubara harus mulai memperhatikan masalah dampak pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh

pembakaran batubara ini, dan mencari solusi terbaik untuk menurunkan jumlah pelepasan gas-gas penyebab hujan asam tersebut (Ridwan, 2001).

Salah satu langkah konkrit pencegahan terjadinya hujan asam salah satunya adalah dengan mengganti penggunaan batubara pembangkit tenaga listrik dengan menggunakan *Flue gas desulfurization* (FGD) untuk menghilangkan gas yang mengandung belerang dari cerobong asap. Sebagai contoh FGD adalah *wet scrubber* yang umum digunakan di Amerika Serikat dan negara-negara lainnya. *Wet scrubber* pada dasarnya adalah *tower* yang dilengkapi dengan kipas yang mengambil gas asap dari cerobong ke *tower* tersebut. Kapur atau batu kapur dalam bentuk bubuk juga diinjeksikan ke ke dalam *tower* sehingga bercampur dengan gas cerobong serta bereaksi dengan sulfur dioksida yang ada, Kalsium karbonat dalam batu kapur menghasilkan kalsium sulfat ber pH netral yang secara fisik dapat dikeluarkan dari *scrubber*. Oleh karena itu, *scrubber* mengubah polusi menjadi sulfat industri. Di beberapa area, sulfat tersebut dijual ke pabrik kimia sebagai gipsum bila kadar kalsium sulfatnya tinggi. Di tempat lain, sulfat tersebut ditempatkan di *land-fill* (Ridwan, 2001).

BAB III

HUJAN ASAM DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN DITINJAU DARI AGAMA ISLAM

3.1. Perusakan Lingkungan Menurut Islam

Kegiatan industri di Indonesia lebih sering dikaitkan dengan pembangunan ekonomi, karena diharapkan dapat memperoleh dampak positif bagi perekonomian negara kita. Kemajuan dan perkembangan industri di Indonesia telah dan akan terus menimbulkan pergeseran “lahan” kerja di Indonesia, yaitu dari pola tradisional pertanian menuju sektor industri maka perkembangan industri semakin luas dan menggunakan beraneka ragam teknologi modern. Penggunaan alat-alat canggih serta bahan kimia atau faktor fisik yang berasal dari industri akan diikuti pula pula oleh dampak dari pembangunan tersebut seperti adanya perubahan lingkungan serta timbulnya beberapa penyakit akibat kerja

Allah SWT tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada di antara keduanya dengan sia-sia. Allah SWT menciptakan segala sesuatu dalam keseimbangan dan keserasian. Oleh sebab itu keseimbangan dan keserasian tersebut harus dipelihara agar tidak mengakibatkan kerusakan (Saputro, 1998).

Agama Islam menegaskan pula bahwa manusia ditugaskan Allah SWT menjadi khalifah di bumi. Kekhalifahan mempunyai unsur-unsur yang saling terkait yaitu manusia, alam raya (bumi), dan hubungan antar keduanya, dan Allah sebagai Dzat yang menugasi. Hubungan antara manusia dengan alam atau manusia dengan sesamanya bukan merupakan hubungan antara penakluk dengan orang yang ditaklukan, tetapi hubungan kebersamaan dalam ketundukan kepada Allah SWT (Saputro, 1998). Sebagaimana firman Allah:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا
 أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ
 وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ { ٣٠ }

Artinya : *Ketika Allah SWT berfirman kepada malaikat : " Aku menetapkan khalifah di bumi", mereka menjawab : " Apakah Engkau akan mengangkat di sana orang yang merusak dan menumpahkan darah, sementara itu kami bertasbih memuji dan mengukuduskan Engkau ". Ia berfirman : " Aku sesungguhnya mengetahui apa yang tidak kamu ketahui". (QS Al-Baqarah (2) : 30)*

Kekhalifan menuntut adanya interaksi antara manusia dengan sesamanya dan manusia dengan alam. Semakin kukuh hubungan manusia dengan alam raya, semakin dalam pengenalan terhadapnya, sehingga semakin banyak yang dapat diperolehnya melalui alam itu. Namun kebalikannya akan ditemui penderitaan dan penindasan manusia atas manusia atau dengan alam itu sendiri.

Etika Agama Islam terhadap alam mengantar manusia untuk bertanggung jawab sehingga ia tidak melakukan perusakan atau dengan kata lain setiap perusakan terhadap lingkungan harus dinilai sebagai perusakan pada diri manusia. Sebagaimana firman Allah dalam Al Qur'an:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا
 وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ
 اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ { ٧٧ }

Artinya : *" Dan carilah pada yang telah diamugerahkan Allah kepadamu (kebahagian) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan kebahagiaanmu (kenikmatan) duniawi dan berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan. (QS Al-Qashash (28) : 77)*

Bila sumber-sumber daya alam merupakan nikmat yang dikaruniakan Allah kepada manusia, maka semua pengurusan nikmat melalui pencemaran, perusakan, penyalahgunaan seperti pembakaran hutan dan lain-lain bertentangan dengan

kesyukuran terhadap Allah atas nikmat-Nya.

3.2. Hujan Asam yang Disebabkan Penggunaan Batubara sebagai Salah Satu Sumber Energi dan Dampaknya Terhadap Kesehatan menurut Pandangan Islam

Masyarakat membutuhkan energi listrik untuk berbagai keperluan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka dibangunlah pusat-pusat pembangkit listrik berkapasitas tinggi. Ada berbagai sistem pembangkit listrik yang saat ini beroperasi di permukaan bumi, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batubara sebagai bahan bakarnya, atau Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang memanfaatkan air terjun untuk memutar turbin listrik. (Ridwan, 1998).

Sistem pembangkit listrik batubara merupakan sistem pembangkit yang paling banyak dioperasikan karena mampu memproduksi listrik dengan biaya paling murah yaitu kurang lebih 30% lebih rendah dibandingkan sistem pembangkit listrik lainnya. Cepatnya proses industrialisasi dalam berbagai sektor di muka bumi juga telah meningkatkan jumlah konsumsi bahan bakar fosil ini. Berkaitan dengan masalah ini, batubara merupakan salah satu sumber energi andalan yang utama dan merupakan penyelamat dalam memenuhi kebutuhan energi listrik hingga beberapa dekade mendatang (Ridwan, 1998).

Peningkatan konsumsi batubara tidak terpisahkan dari peranannya sebagai komoditas pertambangan biasa, sekaligus merupakan sumber energi primer yang sangat penting. Sekitar 27% dari seluruh sumber energi primer dunia pada 1995 dan 36% dari total pembangkit listrik dunia memanfaatkan batubara sebagai bahan bakarnya. Perkembangan sumber-sumber energi yang bersih, dapat diperbaharui dan

ramah lingkungan, seperti energi angin dan surya, ternyata belum dapat menggeser dominasi bahan bakar fosil sebagai pemasok sumber energi utama.

Emisi SO_x dan NO_x merupakan emisi terbesar yang dikeluarkan melalui cerobong asap yang tinggi dan dibuang ke udara. Senyawa itu kemudian bercampur dengan udara di sekitar dan dihembus oleh angin. Dilihat dari sumbernya, SO_x dan NO_x sebanyak 2,4% berasal dari pembakaran bahan bakar minyak untuk transportasi, sebanyak 73,5% berasal dari pembakaran stasioner bahan bakar fosil di pusat pembangkit listrik, dan sebanyak 22% dari pembakaran batubara dalam proses industri (Nisbet, 2002).

Konsumsi bahan bakar fosil yang terus meningkat membawa terjadinya kerusakan wilayah karena daerah tambang batubara yang telah habis terkuras ditinggalkan begitu saja dalam keadaan rusak, sehingga baik tanaman maupun hewan tidak dapat hidup dengan baik di atasnya. Selain itu akibat konsumsi tersebut adalah pencemaran udara dan air dalam bentuk hujan asam sebagai dampak tak langsung dari pembakaran bahan bakar fosil tadi (Suwandi, 2002).

Organ tubuh yang paling peka terhadap pencemaran NO_x adalah paru-paru. Apabila terkontaminasi gas NO_x, paru-paru membengkak sehingga penderita sulit bernafas yang dapat mengakibatkan kematian. Kadar gas NO yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pada sistem saraf yang mengakibatkan kejang-kejang. Bila keracunan ini terus berlanjut dapat menyebabkan kelumpuhan. Perubahan NO_x menjadi asam nitrat juga dapat menimbulkan dampak lain terhadap kesehatan. Nitrat merupakan unsur yang mudah sekali terbawa air dan masuk ke saluran air, sungai, air tanah, dan akhirnya sumur penduduk yang airnya dikonsumsi oleh manusia. *World Health Organization* (WHO) dan beberapa negara telah menetapkan standar kualitas air yang boleh dikonsumsi oleh manusia. Standar tertinggi kandungan nitratnya

adalah 10 ppm nitrat (10 mg per liter air). Kasus polusi nitrat dalam air memang pernah terjadi di Inggris. Kadar nitratnya mencapai 80 ppm dan hal ini merupakan tingkat pencemaran yang sangat berbahaya. Di Indonesia bisa saja ditemukan angka yang lebih besar dari itu. Namun, penelitian yang menyeluruh mengenai polusi nitrat ini belum pernah dilakukan (Connel dan Miller, 1999).

Nitrat yang masuk ke dalam tubuh manusia akan diubah menjadi nitrit. Selanjutnya nitrit akan masuk ke dalam aliran darah dan bereaksi dengan haemoglobin sehingga menghasilkan methemoglobin yang dapat merusak sistem transportasi oksigen di dalam darah. Peristiwa ini dapat mengganggu sistem peredaran darah pada bayi yang berumur kurang dari tiga bulan, yang dikenal sebagai gejala bayi biru, dengan ciri-ciri yang khas yaitu terlihat warna kebiru-biruan pada daerah sekitar bibir dan beberapa bagian tubuh. Haemoglobin darah bayi yang seharusnya mengambil oksigen malah mengambil nitrat, sehingga bayi mengalami kegagalan dalam pernafasan (Connel dan Miller, 1999).

Beberapa peneliti melaporkan bahwa nitrat dari lingkungan yang masuk ke dalam tubuh dapat mengakibatkan kanker pada lambung dan saluran pernafasan pada orang dewasa. Di Cina pada awal 1980 ditemukan 140 dari 100.000 orang pria meninggal dunia karena kanker lambung. Daerah di mana ditemukan angka kematian yang tinggi tersebut ternyata kandungan nitrat di dalam air minum dan sayuran lebih tinggi dari keadaan normal (Connel dan Miller, 1999).

Allah menciptakan bumi dan langit beserta isinya untuk dimanfaatkan oleh manusia dengan sebaik-baiknya. Manusia kadang-kadang lupa bahwa dengan memanfaatkan segala kekayaan yang ada di bumi ini, tidak hanya akan menghasilkan suatu keuntungan pada manusia terutama keuntungan materi, tetapi akan mengakibatkan suatu efek samping yang sangat merugikan kelangsungan kehidupan

mahluk hidup yang akan datang jika umat manusia melakukan pemanfaatan kekayaan alam tanpa rasa tanggung jawab (Sauqi, 1990).

Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau-pulau yang dikelilingi oleh lautan, merupakan suatu rahmat besar bagi penduduk Indonesia jika tidak memanfaatkannya dengan sebaik-baiknya. Maka dari itu, sudah merupakan keharusan bagi manusia Indonesia untuk menjaga lingkungan sekitarnya dengan sebaik-baiknya agar tidak menimbulkan bencana yang tidak diinginkan. Sebagaimana firman Allah SWT:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ
بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ { ٤١ }

Artinya : "Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar)". (QS Ar-Ruum (30) : 41)

Karena kekayaan alam yang melimpah yang diberikan oleh Allah di atas bumi ini menyebabkan perebutan antara manusia karena sifat keserakahannya menyebabkan permusuhan di antara manusia itu sendiri. Bagi manusia-manusia yang melakukan perusakan di muka bumi ini Allah memberikan sanksi. Allah berfirman:

وَإِذَا قِيلَ لَهُ اتَّقِ اللَّهَ أَخَذَتْهُ الْعِزَّةُ بِالْإِثْمِ فَحَسْبُهُ جَهَنَّمُ وَلَيْسَ
الْمِهَادُ { ٢٠٦ }

Artinya : Dan apabila dikatakan kepadanya : " Bertaqwalah kepada Allah bangkitlah kesombongannya yang menyebabkannya berbuat dosa. Maka cukuplah (balasannya) neraka jahanam. Dan sungguh Neraka Jahanam itu tempat tinggal yang seburuk-buruknya (Q.S Al-Baqarah (2) : 206)

Dan Allah juga berfirman:

وَلَقَدْ مَكَّنَّاكُمْ فِي الْأَرْضِ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَايِشَ قَلِيلًا مَّا
تَشْكُرُونَ { ١٠ }

Artinya : "Sesungguhnya Kami telah menempatkan kamu sekalian di muka bumi dan Kami adakan bagimu itu sumber penghidupan, Amat sedikitlah kamu bersyukur". (QS. Al-Araf (7) : 10)

3.3. Upaya Pencegahan Dampak Hujan Asam terhadap Kesehatan Menurut Pandangan Islam

Pengolahan emisi yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil pada dasarnya merupakan upaya mengurangi volume penggunaan dan konsentrasi NOx melalui proses produksi atau kegiatan, melalui proses fisika, kimia atau hayati. Upaya pertama yang harus dilakukan adalah upaya preventif yaitu mengurangi volume bahaya emisi yang dikeluarkan ke lingkungan yang meliputi upaya mengurangi jumlah penggunaan bahan bakar fosil, serta upaya penemuan sumber energi alternatif lainnya (Shahib, 1999).

Hujan asam sudah mulai diamati sejak abad ke-17 yang merupakan pencemaran udara jarak jauh dengan cakupan kontinental, dan masih mungkin akan menjadi antar kontinental bersamaan dengan meningkatnya pembakaran bahan bakar fosil pada awal revolusi industri di Inggris. Robert Boyle (1692) menyebutnya sebagai *nitrous or salinosulphureous spirit* di dalam bukunya *General History of the Air*. Pengamatan ini kemudian diperkuat oleh Robert Angus Smith (1872) yang memperkenalkan istilah hujan asam untuk pertama kalinya (Darmono, 2004).

Reduksi emisi pada penggunaan bahan bakar fosil merupakan upaya yang harus dilaksanakan pertama kali karena upaya ini bersifat preventif yaitu mencegah atau mengurangi terjadinya hujan asam. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penanganan emisi dari penggunaan bahan bakar fosil yang tepat dapat mendatangkan kebaikan atau kemaslahatan. Maslahat artinya adalah manfaat atau suatu pekerjaan yang mengandung manfaat. Para ahli usul fikih mengemukakan beberapa pembagian maslahat. Berdasarkan segi kualitas dan kepentingan kemaslahatannya, mereka

membaginya dalam tiga bentuk, yaitu:

1. *Al-Maslahah ad-Daruriyyah*, yaitu kemaslahatan yang berhubungan dengan kebutuhan pokok umat manusia di dunia dan akhirat. Yang termasuk dalam kemaslahatan ini adalah memelihara agama, jiwa, akal, keturunan dan harta.
2. *Al-Maslahah al-Hajiyyah*, yaitu kemaslahatan yang dibutuhkan dalam menyempurnakan kemaslahatan pokok atau mendasar sebelumnya yang berbentuk keringanan untuk mempertahankan dan memelihara kebutuhan hidup manusia. Misalnya dalam bidang muamalah antara lain diperbolehkan berburu binatang, melakukan jual beli, serta bekerja sama dalam pertanian. Semua ini disyariatkan Allah SWT untuk mendukung kebutuhan primer tersebut di atas.
3. *Al-Maslahah at-Tahsiniyyah*, yaitu kemaslahatan yang sifatnya pelengkap berupa keleluasaan yang dapat melengkapi kemaslahatan sebelumnya. Misalnya dianjurkan memakan yang bergizi, berpakaian bagus, dsb.

Ketiga kemaslahatan ini perlu dibedakan, sehingga seorang muslim dapat menentukan prioritas dalam mengambil suatu kemaslahatan. Kemaslahatan *ad-Daruriyyah* harus didahulukan daripada kemaslahatan *al-Hajiyyah*, dan kemaslahatan *al-Hajiyyah* harus didahulukan daripada kemaslahatan *at-Tahsiniyyah*.

Seperti dikutip di atas, memelihara lingkungan adalah kemaslahatan *al-Hajiyyah*, karena kemaslahatan ini dapat mendukung seorang muslim menjalani kemaslahatan *ad-Daruriyyah* yang sifatnya lebih di atas.

Pencegahan terjadinya hujan asam salah satunya adalah dengan mengganti penggunaan batubara pembangkit tenaga listrik dengan menggunakan *Flue gas desulfurization* (FGD) untuk menghilangkan gas yang mengandung belerang dari cerobong asap. Sebagai contoh FGD adalah *wet scrubber* yang umum digunakan di Amerika Serikat dan negara-negara lainnya.

Adapun upaya-upaya untuk pencegahan terjadinya hujan asam dan pencegahan terhadap dampak hujan asam pada kesehatan dalam Islam yaitu dengan cara;

a. Menjaga Kebersihan

Membiasakan menjaga kebersihan mulai dari diri sendiri sehingga nanti setiap muslim terbiasa berperilaku bersih dalam berkeluarga dan dalam bermasyarakat. Dengan hidup bersih, selain telah menjaga kesehatan secara individu, berarti juga menjaga kesehatan masyarakat.

Hal itu karena masyarakat terdiri dari individu-individu. Tentu saja menjaga kebersihan yang baik adalah selain bersih jasmani, juga bersih rohani (Sauqi A, 1990). Sebagaimana firman Allah SWT:

إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ التَّوَّابِينَ وَيُحِبُّ الْمُتَطَهِّرِينَ { ٢٢٢ }

Artinya : "Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang taubat dan mensucikan diri". (QS Al- Baqarah (2) : 222)

Sedangkan Rasulullah SAW bersabda:

طَهَّرُوا هَذِهِ الْأَجْسَادَ طَهَّرَكُمْ اللَّهُ

Artinya : "Bersihkan tubuh ini, niscaya Allah akan membersihkanmu pula". (HR. Ath-Thabrani dari Ibnu Umar).

b. Memelihara Lingkungan

Bila seseorang ingin hidup bersih, maka tidak cukup buatnya hanya membersihkan diri dan keluarganya, lebih dari itu dia diharuskan membersihkan lingkungan tempat tinggalnya, tidak terkecuali dengan lingkungan tempat bekerjanya. Sebab walaupun bekerja tercemar, maka tetap dapat sakit, dan ini sangat merugikan terutama bagi muslim yang berperan sebagai kepala keluarga harus memenuhi kebutuhan keluarganya sehari-hari. Jadi memelihara lingkungan

juga merupakan kewajiban bersama. Allah SWT berfirman:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا
وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ
اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ { ٧٧ }

Artinya : "Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagian) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan kebahagiaanmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagai mana Allah telah berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan (maka) bumi. sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan ". (Q.S Al-Qashash (28) : 77)

Islam mendidik pengikutnya agar memperhatikan kesehatan jasmani dan rohani, di samping selalu berusaha meningkatkan kekuatan kedua hal tersebut. Dengan demikian kepribadian seorang muslim menjadi sempurna dan peluangnya untuk mencapai kebahagiaan dunia akhirat lebih besar (Sauqi, 1990).

Setiap muslim memelihara hak Allah yang ada pada dirinya. Dengan berupaya semaksimal mungkin merawat kesehatan dan kekuatan fisiknya, dan menggunakannya di jalan Allah. Bekerja merupakan ibadah tetapi menjaga kesehatan tubuh juga ibadah, karena bila setiap muslim sehat, berarti dapat melakukan kegiatan sehari-harinya dengan baik dan lancar.

Sabda Rasulullah SAW:

إِنَّ لِحَسَدِكَ عَلَيْكَ حَقًّا

Artinya : " Sesungguhnya jasadmu mempunyai hak atasmu ". (HR. Muslim dari Abdullah bin Umar dan Ibnu Abbas)

Sudah menjadi semacam kesepakatan bahwa menjaga agar tetap sehat dan tidak terkena penyakit adalah lebih baik daripada mengobati, untuk itu sejak dini diupayakan agar orang tetap sehat. Menjaga lingkungan sekitar agar tetap sehat adalah salah satu upaya pencegahan yang di mana hal tersebut lebih baik daripada

menghilangkan dampak kesehatan dari hujan asam. Dalam kaidah ushuliyat dinyatakan:

الْمَنْعُ أَسْهَلُ مِنَ الرَّفْعِ

Artinya : “Menolak lebih mudah daripada menghilangkan.”

BAB IV

KAITAN PANDANGAN ANTARA ILMU KEDOKTERAN DAN ISLAM HUJAN ASAM DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN

Berdasarkan uraian di atas, ternyata ada kaitan antara pandangan Kedokteran dan Islam, yaitu sebagai berikut :

1. Penyebab tingginya tingkat penurunan kualitas lingkungan disebabkan kurangnya kepedulian masyarakat. Sebagaimana diketahui sekitar 60% SO_x dikeluarkan dari cerobong asap yang tinggi dan dibuang ke udara. Senyawa itu kemudian bercampur dengan udara di sekitar dan dihembus oleh angin. Dilihat dari sumbernya, SO_x sebanyak 2,4% berasal dari pembakaran bahan bakar minyak untuk transportasi, sebanyak 73,5% berasal dari pembakaran stasioner bahan bakar fosil di pusat pembangkit listrik, dan sebanyak 22% dari pembakaran batubara dalam proses industri. Manusia kadang-kadang lupa bahwa dengan memanfaatkan segala kekayaan yang ada di bumi ini, tidak hanya akan menghasilkan suatu keuntungan pada manusia terutama keuntungan materi, tetapi akan mengakibatkan suatu efek samping yang sangat merugikan kelangsungan kehidupan makhluk hidup seperti hujan asam. Memelihara lingkungan hidup merupakan kewajiban bersama. Islam mendidik pengikutnya agar memperhatikan kesehatan jasmani dan rohani, di samping selalu berusaha meningkatkan kekuatan kedua hal tersebut.
2. Upaya-upaya pencegahan dampak hujan asam pada kesehatan manusia tidak terlepas dari peran ilmu pengetahuan dalam meneliti lebih jauh sejauh apa dampak hujan asam tersebut. Senyawa-senyawa SO_x dan NO_x akan mengalami

oksidasi oleh sinar matahari dan secara perlahan-lahan jatuh dan terserap oleh tanah dan tanaman. Peristiwa ini disebut sebagai pengendapan kering (*dry deposition*) dan dapat terjadi di sekitar lokasi sumber emisi atau tempat lain yang jaraknya ratusan kilometer dari sumber emisi. Dampak global dari pencemaran lingkungan yang dapat menyebabkan hujan asam dalam Islam tidak terlepas dari kemajuan pengetahuan mengenai lingkungan sebagai upaya menjaga lingkungan tidak tercemar. Islam sangat menitikberatkan ilmu pengetahuan dan meminta umat manusia menjadikan ilmu pengetahuan sebagai suatu yang penting dalam kehidupan mereka. Hal demikian, dapat membawa kebaikan dan kesejahteraan bagi umat manusia dalam mencegah kerusakan lingkungan, khususnya kerusakan yang disebabkan emisi transportasi dan pabrik-pabrik sebagai sumber terbesar NO_x dan SO_x.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya hujan asam yaitu emisi SO_x (2,4% berasal dari transportasi, sebanyak 73,5% berasal dari pusat pembangkit listrik, dan 22% dari proses industri). Senyawa itu kemudian bercampur dengan udara di sekitar dan dihembus oleh angin.
2. Masalah hujan asam mungkin akan merupakan masalah lingkungan jangka panjang yang serius. Dampak hujan asam pada kesehatan manusia yaitu dapat terjadi gangguan pada sistem pernafasan. Gas SO_x (enam ppm) menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan dan saluran pernafasan yang lain sampai ke paru-paru. Otot pada saluran pernafasan dapat mengalami kejang (spasme), akibat teriritasi oleh SO_x. Jika waktu paparan SO_x cukup lama akan timbul peradangan yang hebat pada selaput lendir yang diikuti oleh kelumpuhan sistem pernafasan (paralisis silia), serta kerusakan pada sel epitel yang menyebabkan kematian. Selain itu, air yang tercemar SO_x akan menyebabkan perubahan pH air sehingga berpengaruh terhadap persediaan air bersih, juga berpengaruh terhadap persediaan sumber makanan bagi penduduk bumi. Peristiwa pencemaran logam berat dalam badan air ini di samping menyebabkan turunnya kualitas air, juga mengancam kesehatan manusia karena masuknya racun-racun kimia berbahaya ke dalam tubuh manusia, terutama melalui jalur makanan dan air minum.
3. Upaya yang perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya hujan asam adalah dengan meningkatkan kesadaran baru bahwa daya dukung bumi terhadap

kualitas hidup penduduknya makin lama makin berkurang karena munculnya berbagai krisis lingkungan seperti peningkatan penggunaan bahan bakar fosil. Selain itu, upaya pencegahan paparan SO_x dengan penggunaan presipitator pada pabrik-pabrik, uji emisi kendaraan bermotor, dan upaya-upaya penerapan aturan yang tegas.

4. Pencegahan dampak buruk dari terjadinya hujan asam dalam agama Islam adalah dengan memelihara lingkungan dalam hal ini memelihara lingkungan dari bahaya emisi adalah kemaslahatan *al-Hajiyah*, karena kemaslahatan ini dapat mendukung seorang muslim menjalani kemaslahatan *ad-Daruriyyah* yang sifatnya lebih utama.

5.2. Saran

1. Bagi masyarakat

Perlu adanya peningkatan kepedulian terhadap semakin tingginya pencemaran dalam penggunaan bahan bakar fosil dan meningkatkan komitmen pendanaan bagi upaya pengendalian pencemaran.

2. Kepada pemerintah

Hendaknya membuat dan menegakkan peraturan tentang kewajiban penanganan emisi pada pabrik-pabrik yang menggunakan batubara sehingga dapat mewujudkan lingkungan yang sehat.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Qur'an dan Terjemahnya. Departemen Agama Republik Indonesia. Jakarta. 2004
- Connell, D.W. dan Miller, G.J. (1999). Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran (Penerjemah Yanti Koestoer dan Sahati), Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Darmono (2004). Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hassan (2004) Kelebihan Ilmu Pengetahuan Menurut Perspektif Islam. <http://www.erasoslem.com/ks/um/42/9291,1.v.html> [Diakses 5-2-2009]
- Lansford, H (2001). Pencemaran Lingkungan, Ilmu Pengetahuan Populer, Vol. 4, Grolier International Inc./PT Widyadara, Jakarta, Hal. 52-68
- Nisbet, I. (2002). Hujan Asam, Ilmu Pengetahuan Populer, Vol. 4, Grolier International Inc./PT Widyadara, Jakarta (1997), Hal. 73-76
- Punshon, B., Andriano, P.M (2000). Panduan Pemberitaan Lingkungan Hidup. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Ridwan, M. (2001). Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir dan Lingkungan Hidup, Prosiding dialog PLTN dalam kerangka kebijaksanaan energi jangka menengah dan panjang, Pusat studi energi UGM, Yogyakarta, hal. 88-91.
- Said dan Ineza (2002). Uji performance pengolahan air dengan proses biofilter tercelup. Jakarta : Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan
- Saputro H (1998) Masalah lingkungan antara kodrat dan iradat Allah. Masalah Kesehatan Indonesia, edisi 1, vol 2, 86-91
- Sauqi A (1990) Pengarahan Islam tentang Kesehatan. Al Fanjari, Jakarta, hal 14
- Shahib MN (1999) Penerapan teknik "Polymerase chain Reaction" (PCR) untuk memonitor pencemaran lingkungan oleh senyawa merkuri (Hg) pada limbah cair rumah sakit. Kongres Himpunan Toksikologi Indonesia: prosiding, Jakarta, 22-23 Feb 1999
- Siregar TM (2001). Pengaruh penambahan inokulum pada pengolahan limbah cair. Jakarta : Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia
- Slamet, J.S. (2001). Kesehatan Lingkungan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suwandi, S. (2002). Hidup dengan Batubara, dari Kebijakan Hingga Pemanfaatannya, Yayasan Media Tambang, Jakarta.

- Wardhana, W.A. (2001). Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta, Cetakan I.
- West W. Walker (1998). Acid Mine Drainage Abatement Using Flue Gas Desulfurization By-Product: Water Quality Aspects. International Ash Utilization Symposium, Center for Applied Energy Research. University of Kentucky, Paper #35.