



SEMINAR
NASIONAL
SAINS DAN
PENDIDIKAN SAINS
PENDIDIKAN FISIKA
UNIVERSITAS MULAWARMAN

PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN PENDIDIKAN SAINS

PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN PENDIDIKAN SAINS



SINERGI PENGEMBANGAN SAINS DAN
STRATEGI PEMBELAJARAN SAINS TERKINI BERBASIS RISET

SAMARINDA, 08 MARET 2016

🏠 Program Studi Pendidikan Fisika
Gedung Puskom FKIP UNMUL
Jl. Muara Pahu Kel. Gunung Kelua
Samarinda

🌐 <http://fisika.fkip.unmul.ac.id>

✉ snspsunmul@gmail.com

ISBN 978-602-74182-0-2



ISBN : 978-602-74182-0-2



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MULWARMAN

ISBN : 978-602-74182-0-2

Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains

Cetakan Pertama 08 Maret 2016

ISBN: 978-602-74182-0-2

Editor:

Nurul Fitriyah Sulaeman, M.Pd.

Agus Riyadi, S.Pd.

Penyunting:

Prof. Dr. Lambang Subagiyo, M.Si (Pendidikan Fisika, UNMUL)

Prof. Dr. Arif Hidayat, M.Si (Fisika, UM)

Dr. Mislana, M.Si (FMIPA, UNMUL)

Drs. Subaer, M.Phil., Ph.D. (Fisika, UNM)

Dr. Zeni Hariyanto, M.Pd. (Pendidikan Fisika, UNMUL)

Dr. H. Mukhamad Nurhadi, M.Si (Pendidikan Kimia, UNMUL)

Dr. Laili Komariyah, M.Si. (Pendidikan Fisika, UNMUL)

Dr. Didimus Tanah Boleng, M.Kes (Pendidikan Biologi, UNMUL)

Dr. Usman, S.Si, M.Si (Pendidikan Kimia, UNMUL)

Dr. Elsje Theodora M., M.Pd (Pendidikan Biologi, UNMUL)

Desain Sampul dan Tata Letak:

Atin Nuryadin, M.Si

Penerbit:

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNMUL

Redaksi:

Jalan Muara Pahu Gunung Kelua, Kampus FKIP

Universitas Mulawarman, Samarinda, Gedung Puskom FKIP, 75123

HP.: 085250489499 / Fax:-

Email: snspsunmul@gmail.com

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM KALIMANTAN TIMUR DAN DAMPAK-DAMPAK YANG DITIMBULKAN

Lambang Subagiyo

Program Studi Fisika FKIP Universitas Mulawarman
Jl. Muara Pahu Kampus Gn. Kelua Samarinda
Corresponding Author: subagiyo.pplhunmul@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan sumberdaya alam dan sumber-sumber energi fosil yang tidak berdasarkan etika lingkungan telah menimbulkan berbagai dampak negatif, antara lain peningkatan emisi karbon, lahan kritis, banjir, peningkatan laju sedimentasi dan perubahan musim dan iklim. Kegiatan penambangan liar dan pertambangan dapat menyebabkan hilangnya vegetasi, peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) seperti CO₂, CH₄, dan N₂O, dll. Kegiatan pertambangan secara terbuka dan teknik reklamasi yang kurang baik dapat memicu tanah longsor, erosi dan kekritisan lahan, sehingga menyebabkan rusaknya kondisi fisik dan biologi tanah, hilangnya mineral tanah, lapisan tanah tidak berprofil, terjadi pemadatan (*bulk density*) dan hilangnya unsur hara sehingga lahan menjadi tidak subur. Untuk mencegah dampak pemanfaatan sumber daya alam yang negatif, terutama yang terkait dengan usaha pertambangan, maka para pelaku tambang agar mengindahkan peraturan, melakukan eksploitasi sumberdaya alam dengan baik, menegakkan prinsip *good mining practice*, sehingga kerusakan alam dapat diminimalkan. Penggunaan sumber-sumber energi baru terbarukan seperti bio energi, sel surya, geotermal dll, sangat perlu dikembangkan untuk mencegah meningkatnya emisi gas-gas rumah kaca di Indonesia. Pemerintah harus melakukan tata kelola lingkungan yang baik dan meningkatkan SDM dan berupaya mensinergikan seluruh stakeholder untuk bersama mengelola lingkungannya secara optimal.

Kata Kunci: sumberdaya alam, Tata kelola lingkungan, Produktivitas lahan

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki kekayaan sumberdaya alam yang melimpah. Kekayaan Alam Indonesia meliputi sumberdaya pertambangan, sumberdaya hayati, sumberdaya lahan, sumberdaya hutan dll. Kalimantan Timur merupakan salah satu daerah yang mengelola sumberdaya alam cukup besar, sehingga Kaltim dapat menyumbangkan devisa negara cukup banyak. Namun disisi lain kerusakan lingkungan di Kalimantan Timur juga tergolong cukup parah di banding daerah lainnya. Kalimantan Timur dengan luas wilayah kurang lebih 21.798.596 ha memiliki luas daratan 19.695.875 ha, luas Laut 2.102.721 ha, luas hutan lindung 5.1 juta ha. Kaltim memiliki deposit batubara yang sangat banyak. Deposit batubara di Kalimantan Timur sekira 8,34 milyar ton gas bumi 19,76 TSCF, gas metana 108,3 TSCF dan minyak bumi 670,0 MMSTB (dinas pertambangan: 2011). Potensi Sumberdaya alam yang melimpah digunakan untuk kemakmuran rakyat Indonesia. Saat ini sebagian besar SDA telah dimanfaatkan baik secara perorangan, organisasi maupun oleh investor dengan skala besar. Namun demikian pemanfaatan sumberdaya alam yang tidak dilakukan dengan baik akan menimbulkan dampak yang merugikan masyarakat.

Berlakunya Undang-Undang No 32 tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup seharusnya menjadi landasan bagi investor untuk meningkatkan komitmennya ikut menjaga kelestarian alam. Karena masyarakat memiliki hak untuk mendapatkan hak untuk hidup dalam lingkungan yang bersih dan sehat. Hal ini sangat relevan dengan makna yang terkandung dalam pasal 28H UUD 45 yaitu Setiap orang berhak hidup sejahtera lahir dan batin, bertempat tinggal, dan mendapatkan lingkungan hidup baik dan sehat, sehingga perlu dilakukan pengkajian terhadap sejumlah aktivitas manusia yang bersifat mengeksploitasi alam.

Peraturan pemerintah No. 27 tahun 2012 tentang ijin lingkungan dapat dipandang sebagai sebuah dasar untuk mengimplementasikan perundangan di atas, maka semestinya ijin pemanfaatan sumberdaya alam dan pertambangan yang diterbitkan setidaknya dapat memberi jaminan kepada masyarakat untuk mendapatkan lingkungan yang sehat meskipun eksploitasi sumberdaya alam dilakukan. Namun demikian implementasi terhadap sejumlah peraturan dan perundangan belum dapat diimplementasikan dengan baik, sehingga masyarakat masih senantiasa

menjadi obyek penderita dari sejumlah pemanfaatan SDA dan isu-isu lingkungan sampai saat ini masih menjadi isu penting yang harus dipecahkan.

Semestinya Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dilaksanakan berdasarkan asas: (a) tanggung jawab negara; (b) kelestarian dan keberlanjutan; (c) keserasian dan keseimbangan; (d) keterpaduan; (e) manfaat; (f) kehati-hatian; (g) berkeadilan; (h) bersifat ekoregion; (i) keanekaragaman hayati; (j) partisipatif; (k) kearifan lokal; (l) tata kelola pemerintahan yang baik; dan (m) otonomi daerah. Akibat dari berbagai motivasi dan kepentingan dari pihak-pihak yang memanfaatkan sumberdaya alam sering kali mengabaikan aspek perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dengan baik. Akibatnya kerusakan lingkungan hidup terus terjadi, bahkan terkadang kualitas lingkungan jauh dari kelayakannya.

Selama ini paradigma yang berkembang adalah sumberdaya alam di Indonesia jumlahnya melimpah dan tidak mungkin habis, wilayah Indonesia merupakan tanah subur, pemerintah daerah bebas mengelola daerahnya sendiri. Hal ini dapat menyebabkan sebagian besar masyarakat tidak merasa bersalah mengeksploitasi sebesar-besarnya sumber daya alam dan membuang limbah ke media lingkungan. Dampak dari perilaku tersebut saat ini terjadi kerusakan lingkungan yang cukup berat dan menyebabkan penurunan daya dukung alam. Kecenderungan menurunnya kualitas lingkungan hidup semakin memprihatinkan dan akhirnya terjadi perubahan tatanan ekonomi, sosial dan politik. Berbagai bencana, seperti banjir, kekeringan, penurunan kesuburan tanah, kelangkaan air, hilangnya sejumlah vegetasi merupakan potret dari penurunan kualitas lingkungan akibat eksploitasi SDA yang tidak bertanggungjawab.

Berbagai dampak lanjutan dari pemanfaatan sumberdaya alam khususnya eksploitasi khususnya sektor pertambangan yang telah dirasakan antara lain peningkatan emisi karbon, lahan kritis, banjir, peningkatan laju sedimentasi dan perubahan iklim mikro. Dampak tersebut secara langsung maupun tak langsung dapat mengganggu produktivitas pertanian, sehingga akan menimbulkan dampak lanjutan yaitu ketahanan pangan, perubahan struktur perekonomian, social dan budaya.

Upaya yang harus dilakukan untuk mengembalikan lingkungan menjadi bermanfaat adalah mengutamakan fungsi ekologis dan pengelolaan lingkungan yang baik serta mengembalikan konsep tata ruang dan kewilayahan secara ekologis dalam setiap kegiatan pemanfaatan sumberdaya alam. Pemerintah provinsi dan Kabupaten/kota melaksanakan *political will* yang baik untuk memanfaatkan, mengelola dan menjaga lingkungannya. Pemerintah menerapkan regulasi secara benar dengan memperhatikan kaidah lingkungan. Kemudian mengimplementasikannya dengan mengedepankan kepentingan masyarakat dan mengacu kepada pembangunan berkelanjutan, yaitu pemb-

angunan yang berorientasi pada aspek perekonomian, sosial dan lingkungan hidup.

Visi pengelolaan dan pengendalian dampak lingkungan harus berorientasi pada visi Indonesia sejahtera tahun 2045. Dengan demikian sumberdaya alam benar-benar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk hidup secara layak dengan jaminan lingkungan hidup yang sehat.

2. Isu-isu Lingkungan sebagai Dampak Industri Pertambangan dan Budaya Masyarakat

Industri pertambangan merupakan salah satu industri yang menopang kebutuhan energi di Indonesia. Kalimantan Timur sebagai lumbung energi nasional berperan besar dalam penyediaan energi nasional. Sebagai sumber energi, maka permasalahan yang muncul adalah eksploitasi energi yang selalu berdampak negatif pada kualitas lingkungan setempat. Oleh karenanya perlu segera dipikirkan penyediaan energi nasional yang lebih ramah lingkungan.

Saat ini kebutuhan energi nasional sebagian besar masih disediakan oleh energi fosil. Pertambangan minyak, batu bara sangat mendominasi dalam memenuhi kebutuhan energi nasional. Pertambangan minyak dan batu bara berpotensi sangat tinggi menciptakan kerusakan lingkungan yang serius di suatu kawasan/wilayah. Pemanfaatan energi fosil berpotensi tinggi menyumbangkan emisi yang menyebabkan pemanasan global. Emisi tersebut dapat muncul pada saat eksploitasi maupun dampak dari pemanfaatannya.

Pembakaran sumber energi fosil, misalnya minyak bumi, batu bara berpotensi menimbulkan emisi dengan melepaskan gas-gas, antara lain: gas Metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), nitrogen oksida (NO_x), dan sulfur dioksida (SO_2) yang menyebabkan pencemaran udara berupa hujan asam, smog dan pemanasan global. Emisi NO_x (Nitrogen oksida) di udara, setengah dari konsentrasi NO_x berasal dari kegiatan manusia misalnya pembakaran bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik dan transportasi, dan sisanya berasal dari proses alami, misalnya kegiatan mikroorganisme yang mengurai zat organik. Di udara, sebagian NO_x tersebut berubah menjadi asam nitrat (HNO_3) yang dapat menyebabkan terjadinya hujan asam.

Pembakaran fosil juga dapat mengemisikan Gas SO_2 . Emisi gas NO_x dan SO_2 ke udara dapat bereaksi dengan uap air di awan dan membentuk asam nitrat (HNO_3) dan asam sulfat (H_2SO_4) yang merupakan asam kuat. Jika dari awan tersebut turun hujan, air hujan tersebut bersifat asam dengan pH-nya lebih kecil dari 5, yang dikenal sebagai "hujan asam". Hujan asam menyebabkan tanah dan perairan (danau dan sungai) menjadi asam. Untuk pertanian dan hutan, dengan keasaman tanah akan menurunkan kesuburan dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman produksi. Untuk perairan, hujan asam akan menyebabkan terganggunya makhluk hidup di dalamnya. Selain itu

hujan asam secara langsung menyebabkan rusaknya bangunan, yaitu mudah berkarat dan lapuk. Undang-Undang No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup ternyata belum mampu mengubah kesadaran dan komitmen sebagian besar pelaku industri pertambangan untuk menyadari perlunya perlindungan dan pengelolaan lingkungan secara baik. Ternyata peraturan dan hukum yang telah bermunculan tidak menjamin pelaksanaan pelestarian lingkungan. secara lengkap isu-isu yang berkaitan dengan lingkungan hidup di Indonesia adalah: (1) Eksploitasi energi fosil yang tidak dibarengi dengan penggunaan teknologi ramah lingkungan, (2) Eksploitasi tambang (migas) cukup tinggi, (3) Penurunan luas lahan hutan, (4) Rendahnya komitmen dunia usaha pada perlindungan lingkungan, (5) Rendahnya budaya masyarakat pertambangan dalam penyelamatan lingkungan, (6) Tenaga pemantau dan pengawasan lingkungan masih belum mencukupi, (7) Kurang optimalnya penegakan hukum lingkungan. Oleh kerennanya diperlukan upaya untuk menyiapkan sumberdaya manusia yang memiliki budaya tertib, disiplin dan mematuhi keberadaan hukum dan peraturan di Indonesia.

Upaya yang dapat ditempuh untuk mengelolah lingkungan yang sustainable adalah menciptakan masyarakat Indonesia yang madani. Meningkatkan mutu pendidikan merupakan cara yang sangat efektif, karena masyarakat yang cerdas diharapkan lebih tertib dan memiliki kesadaran hukum yang lebih tinggi. Upaya lain yang tidak kalah pentingnya adalah keteladanan pemimpin negara dan menegakkan peraturan perundang-undangan (*law enforcement*).

3. Isu Penurunan Kualitas Air dan Tanah Sebagai Dampak Eksploitasi Energi

Eksploitasi energi di Kalimantan Timur dan di sejumlah tempat penghasil energi nasional telah berlangsung beberapa dekade dan masih akan berlanjut untuk beberapa dekade ke depan. Eksploitasi energi yang berasal telah memberi dampak positif dalam penyediaan energi di Indonesia namun kerugian lingkungan juga telah dirasakan oleh masyarakat yang tinggal di daerah sekitarnya. Penurunan kualitas lingkungan yang muncul akibat eksploitasi tersebut tidak hanya diterima ketika proses eksploitasi dilakukan, namun sering kali dirasakan oleh masyarakat pada saat pengolahan hasil dan pengangkutan.

Beberapa kajian tentang kualitas air di Kalimantan Timur menunjukkan adanya penurunan kualitas air yang cukup signifikan. Hampir semua daerah aliran sungai (DAS) di Kalimantan Timur saat ini berada dalam kondisi tercemar berat. DAS Mahakam, Kandilo, Sungai Segah, dan sebagian besar DAS di Kaltim telah mengalami beban pencemaran yang tinggi. TSS, TDS, warna, sedimentasi dll telah melebihi batas ambang yang ditetapkan. Wilayah perairan pantai di berbagai daerah juga mengalami penurunan kualitas air laut yang cukup parah.

Peningkatan logam berat seperti Pb, Cd, Cu diberbagai perairan pantai di beberapa daerah menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi.

Permasalahan lain yang berkaitan dengan air adalah banjir. Saat ini masalah banjir sudah menjadi fenomena baru di seluruh tanah air. Limpasan air biasanya membawa wabah penyakit yang setiap saat dapat menyerang masyarakat. Disamping itu sedimentasi selalu terjadi sehingga menjadikan pendangkalan drainase yang berpotensi menimbulkan banjir susulan.

4. Permasalahan Eksploitasi Energi Fosil Terhadap Perubahan Iklim Mikro

4.1. Pemicu Perubahan Iklim

Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak di daerah katulistiwa, oleh karenanya alam Indonesia sangat rentan terhadap perubahan iklim. Fenomena alam yang muncul sebagai dampak perubahan iklim diantaranya perubahan pola curah hujan, kekeringan, suhu udara, banjir dan kenaikan muka air laut. Kondisi yang kurang menguntungkan tersebut harus dihadapi dengan cerdas sehingga produktivitas alam Indonesia tetap dapat diandalkan.

Pada saat ini tanda-tanda perubahan iklim di sudah mulai dirasakan oleh masyarakat Indonesia. Bencana banjir, angin puting beliung sewaktu-waktu dapat terjadi, gelombang tinggi dan kenaikan suhu wilayah Indonesia. Dimasa mendatang dampak perubahan iklim menjadi kekhawatiran yang harus diantisipasi. Jika diasumsikan kenaikan suhu di Indonesia antara 0,4^o - 3^o C di tahun 2030 dan 0,9^o - 4^o C di tahun 2070, maka perubahan iklim yang diakibatkan pemanasnya bumi akan menurunkan produksi pertanian dan tingkat kesejahteraan antara 2,5 - 18 persen per tahun (Rahayu, 2007). Perubahan iklim terjadi akibat peningkatan suhu udara yang berpengaruh terhadap kondisi parameter iklim lainnya. Perubahan iklim mencakup perubahan dalam tekanan udara, arah dan kecepatan angin, dan curah hujan.

Pemanasan global (*global warming*) telah mengubah kondisi iklim global, regional, dan lokal. Perubahan iklim global disebabkan antara lain oleh peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) akibat berbagai aktivitas yang mendorong peningkatan suhu bumi. Mengingat iklim adalah unsur utama dalam sistem metabolisme dan fisiologi tanaman, maka perubahan iklim global akan berdampak buruk terhadap keberlanjutan pembangunan pertanian. (Irsal Las, 2008)

Perubahan iklim dunia saat ini telah berpengaruh pada produksi pertanian. Produktivitas pertanian berubah-ubah secara nyata dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Kaltim Dalam Angka tahun 2014, dalam kurun waktu tahun 2006 s/d 2013 di Kalimantan Timur, produktivitas pertanian dan lahan pertanian tidak mengalami kenaikan yang baik. Ini membuktikan bahwa tanaman sangat peka terhadap perubahan iklim dan cuaca, baik sifatnya sementara dan drastis. Selengkapnya disampaikan dalam Tabel 1.

Pengaruh iklim terhadap produksi pertanian paling tidak dipengaruhi oleh kondisi tanah, organisme pengganggu tanaman, kelembaban udara, kekeringan dan polusi tanah. Iklim dan cuaca merupakan faktor penentu utama bagi pertumbuhan dan produktifitas tanaman pangan. Dalam konteks ini perlu dibahas mengenai penyebab terjadinya perubahan iklim dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan ketahanan pangan yang merupakan dampak dari pemanfaatan sumberdaya alam.

Tabel 1: Luas panan dan produksi padi di Kaltim

| Tahun | Luas Panen (ha) | Hasil per hektar (kw) | Produksi (ton) |
|-------|-----------------|-----------------------|----------------|
| 2013 | 102 912 | 42,70 | 439 439 |
| 2012 | 101 960 | 41,65 | 424 670 |
| 2011 | 100 826 | 42,20 | 425 505 |
| 2010 | 110 288 | 41,66 | 459 477 |
| 2009 | 146,177 | 38.01 | 555,562 |
| 2008 | 157,341 | 37.25 | 586,030 |
| 2007 | 155,484 | 36.50 | 567,502 |
| 2006 | 150,549 | 35.95 | 541,172 |
| 2005 | 140,996 | 35.43 | 499,557 |

Sumber : Kaltim dalam angka 2010 & 2014

4.2. Pertambangan sebagai sumber GRK penyebab Perubahan Iklim

Gas Rumah Kaca (GRK) adalah gas di udara di atas lapisan permukaan bumi (atmosfer) yang memungkinkan sebagian panas dari matahari ditahan di atas permukaan bumi. Pemanasan Global terjadi karena peningkatan jumlah Gas Rumah Kaca (GRK) di lapisan udara dekat permukaan bumi (atmosfer). Gas tersebut memperangkap panas dari matahari sehingga menyebabkan suhu bumi semakin panas dan akhirnya lebih panas daripada suhu normal. Perubahan iklim global disebabkan antara lain oleh peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) (Las, 2007). IPCC (2007) dalam Noordwijk (2008). Bukti kuat secara ilmiah bahwa iklim global telah berubah pada tingkatan yang cukup besar sepanjang sejarah geologi. Perubahan tersebut terjadi karena adanya peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer, terutama tersusun dari gas-gas CO₂, CH₄ dan N₂O.

Aktivitas pertambangan batu bara, eksploitasi minyak bumi, penebangan hutan merupakan sumber gas-gas rumah kaca, seperti gas metan (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂). Gas Metana dan karbon dioksida dapat diserap atmosfer lebih cepat dibanding kecepatan penyerapannya oleh tanaman atau pohon, sehingga konsentrasinya di atmosfer meningkat secara bertahap. Gas-gas rumah kaca lainnya yang turut berkontribusi dalam pemanasan global meskipun

jumlahnya sedikit adalah nitrogen oksida (N₂O) dan sulfur heksaflorida (SF₆).

Beberapa jenis gas di atmosfer, seperti CO₂, CH₄, dan N₂O mempengaruhi iklim permukaan bumi karena kemampuannya dalam membantu proses transmisi radiasi dari matahari ke permukaan bumi, dan juga menghambat keluarnya sebagian radiasi dari permukaan bumi. Kalau konsentrasi dari gas-gas ini di atmosfer meningkat, radiasi yang keluar dari permukaan bumi akan terhambat, sehingga suhu permukaan bumi bertambah besar. Prediksi peningkatan suhu bumi bukanlah suatu hal yang mudah iklim di suatu daerah merupakan hasil interaksi dari proses-proses fisika dan mekanik yang saling berhubungan.

Di Kalimantan Timur aktivitas pertambangan menghasilkan GRK sangat tinggi. Dampak penambangan dihasilkan gas karbondioksida (CO₂), dinitrooksida (NO₂) dan metana (CH₄) terutama dihasilkan dari proses emisi selama open dumping dan proses pengangkutan. *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) mengklasifikasi enam jenis gas yang dapat menyerap radiasi matahari di lapisan atmosfer yaitu Karbondioksida (CO₂), Dinitroksida (NO₂), Metana (CH₄), Sulfurheksaflorida (SF₆), Perfluorokarbon (PFCs) dan hidrofluorokarbon (HFCs).

4.3. Dampak Perubahan Iklim Pada Produktivitas Lahan Pertanian

Perubahan iklim global akan mempengaruhi setidaknya tiga unsur iklim dan komponen alam yang sangat erat kaitannya dengan pertanian, yaitu: (1) naiknya suhu udara yang juga berdampak terhadap unsur iklim lain, terutama kelembaban dan dinamika atmosfer, (2) berubahnya pola curah hujan, (3) makin meningkatnya intensitas kejadian iklim ekstrim (anomali iklim) seperti El-Nino dan La-Nina, dan (4) naiknya permukaan air laut akibat pencairan gunung es di kutub utara. (Direktorat Pengelolaan Air, 2009).

Di Indonesia perubahan iklim menimbulkan perubahan pada pola musim sehingga menjadi sulit diperkirakan. Pada beberapa hal ini meningkatkan intensitas curah hujan juga berpotensi memicu terjadinya banjir dan tanah longsor. Selanjutnya perubahan iklim akan berdampak pada kehidupan masyarakat seperti (a) Ketahanan Pangan yang diakibatkan penurunan produktifitas pertanian tanaman pangan dan perikanan akan berkurang akibat banjir, kekeringan, pemanasan dan tekanan air, kenaikan air laut, serta angin yang kuat. Perubahan iklim juga akan mempengaruhi jadwal panen dan jangka waktu penanaman. Peningkatan suhu 1°C diperkirakan menurunkan panen padi sebanyak 10%. (b) Dampak Lingkungan yang menyebabkan Beberapa jenis makhluk hidup terancam punah akibat perubahan iklim dan gangguan pada kesinambungan wilayah ekosistem (fragmentasi ekosistem). Misalnya, Terumbu karang akan kehilangan warna akibat cuaca panas, menjadi rusak atau bahkan mati karena suhu

tinggi. Para peneliti memperkirakan bahwa 15%-37% dari seluruh spesies dapat menjadi punah di enam wilayah bumi pada 2050. (c) Penurunan ketersediaan air, terutama di daerah Jawa, Nusa Tenggara dan di beberapa kawasan terutama di daerah tropik kering. Kelangkaan air akan menimpa jutaan orang di Asia Pasifik akibat musim kemarau berkepanjangan dan intrusi air laut ke daratan. (d) peningkatan suhu yang berdampak tanaman pangan menurut Las (2007) International Rice Research Institute) menyatakan bahwa dengan peningkatan suhu udara rata-rata 1°C dapat menurunkan produktivitas beras dunia sekitar 5-10 %.

Peningkatan temperatur dapat menyebabkan penurunan produksi pada berbagai jenis tanaman pangan, Menurut Tang *et al.*, (2006) dan Weerakoon *et al.*, (2008), Pada tanaman padi, fase pembentukan malai sangat sensitif terhadap temperatur tinggi. Selama tahap ini, stress akibat panas sangat memungkinkan untuk terjadinya sterilitas floret, menurunnya kesuburan dan kehilangan hasil. Hal ini terutama disebabkan oleh menurunnya aktifitas serta perkecambahan polen, terbatasnya pertumbuhan tabung polen, rendahnya daya *dehiscence* polen dan penyerbukan yang tidak sempurna.

Di samping itu temperatur juga secara langsung berperan terhadap perkembangan biji seperti pengisian biji dan laju produksi bahan kering pada biji (Kobata dan Uemuki, 2004) Peningkatan temperatur selama pemasakan juga dapat menyebabkan penurunan kualitas biji terutama yang diakibatkan oleh terhambatnya akumulasi cadangan makanan pada biji (Zakaria, 2005).

5. Kegiatan Pertambangan Menurunkan Produktivitas Lahan

Penurunan kualitas lingkungan yang memiliki dampak jangka panjang dan mengancam ketahanan pangan antara lain terganggunya perlindungan tanah, perubahan hidrologi dan tata air, pengatur cuaca, erosi dan fungsi lainnya yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Cara penambangan secara terbuka banyak meninggalkan lubang yang cukup dalam yang dapat menyedot air sumur dan persawahan ditempat yang lebih tinggi, sehingga menimbulkan kesulitan air di daerah sekitar areal pertambangan. Penambangan terbuka juga dapat menyebabkan perubahan bentang alam yang dapat menimbulkan longsor, pengikisan lahan dan kegersangan di daerah sekitarnya.

Menurut Jajadiningrat (1990) metode penggalian dan pengolahan bahan tambang yang tidak sempurna dapat merusak sumber air atau daerah tangkapan air (DTA) dan menghasilkan bahan berbahaya atau beracun. Hampir semua metode penambangan batubara di Kaltim dilakukan secara terbuka. Ini berarti bahwa usaha pertambangan di Kaltim memiliki potensi besar sebagai penyebab rusaknya lingkungan. Dampak yang sangat dikhawatirkan adalah penurunan tata air dan daur hidrologi, pengikisan lahan,

perubahan musim yang otomatis mengganggu ketahanan pangan di Kaltim, karena produktivitas pertanian dan perkebunan secara berangsur akan menurun.

5.1. Kekritisn Lahan sebagai Pemicu menurunnya produktivitas

Erosi, longsor, limpasan air tambang dapat menyebabkan degradasi pada lahan bekas tambang. Degradasi lahan bekas tambang meliputi perubahan sifat fisik, sifat kimia tanah, penurunan mikroorganisme tanah dan hilangnya spesies flora dan fauna di dalamnya. Kondisi lahan yang terdegradasi memiliki tingkat kesuburan yang rendah dan struktur tanah yang kurang baik (Lason dalam Harjuni, 2011).

Reklamasi lahan bekas tambang batubara yang kurang baik dapat menyebabkan lahan kritis di areal tersebut. Reklamasi lahan yang kurang baik menyebabkan perubahan pola drainase dan rusaknya tubuh tanah akibat limpasan air dipermukaan tanah (*runoff*) yang selanjutnya menuju badan air termasuk sungai. Selanjutnya menyebabkan rusaknya kondisi fisik dan biologi tanah, hilangnya mineral tanah, lapisan tanah tidak berprofil, terjadi pemadatan (*bulk density*), hilangnya unsur hara sehingga lahan menjadi tidak subur.

5.2. Erosi sebagai Pemicu Kekritisn Lahan

Akibat hilangnya vegetasi penutup lahan dan kegiatan reklamasi lahan yang kurang baik berpotensi tinggi menjadi penyebab erosi. Menurut Setiaji R (2006), erosi adalah mengikis atau kelongsoran material oleh desakan atau kekuatan air dan angin baik berlangsung secara alamiah maupun oleh tindakan manusia.

Dampak dari erosi adalah penipisan lapisan permukaan tanah bagian atas, selanjutnya terjadi penurunan kemampuan lahan mempertahankan teksturnya, penurunan tanah menyerap air (*infiltrasi*) sehingga terjadi limpasan air permukaan yang memicu terjadinya banjir. Banjir mengakibatkan terangkutnya butiran tanah bagian atas yang mengandung hara, terdistribusinya bahan-bahan kimia yang mengandung asam tambang sehingga mengakibatkan lahan kritis dan tidak subur.

Banyak erosi diakibatkan dari proses alam, yaitu faktor iklim, intensitas hujan dan angin. Sedangkan erosi yang disebabkan manusia antara lain oleh lepasnya tutupan lahan akibat *land clearing*, kegagalan reklamasi lahan, kemiringan lahan buatan, dan masalah tata guna lahan lainnya. Kegiatan pertambangan batubara berpotensi menjadi kedua penyebab tersebut, karena pertambangan batubara berpotensi mengubah iklim mikro, perubahan musim dan kelembaban udara. Proses eksploitasi tambang dan kegagalan reklamasi juga memicu terjadinya perubahan tekstur lahan sehingga berpotensi terjadi erosi. Akibat erosi dan longsor maka tinggal menunggu waktu terjadi kekritisn lahan.

6. Optimalisasi Tata Kelola Lingkungan Hidup di Indonesia menuju Indonesia Sejahtera

- 6.1. Peningkatan SDM pengelola lingkungan (sinergi antara pemerintah, dunia usaha dan masyarakat). Peraturan Pemerintah No. 27 tahun 2012 mewajibkan kegiatan usaha menimbulkan dampak penting pada lingkungan harus mendapatkan izin lingkungan setelah dilakukan kajian amdal atau UKL/UPL. Sebagai konsekuensi, maka perusahaan yang telah memperoleh izin lingkungan maka wajib melakukan pemantauan lingkungan. Permasalahan ijin lingkungan, pemantauan lingkungan memerlukan SMD bidang lingkungan hidup yang mampu melakukan penilaian dan pemantauan terhadap lingkungan sebagai dampak pemanfaatan alam.
- 6.2. Tata kelola lingkungan berbasis sumber daya manusia. Peningkatan kesadaran pelestarian lingkungan melalui pendidikan (sekolah sehat, adiwiyata, sekolah hijau) harus segera dilakukan. Dari bangku sekolah akan diperoleh berbagai sendi kehidupan yang berdampak pada pembentukan manusia Indonesia berintegritas tinggi. Kesadaran melestarikan lingkungan merupakan bagian dari suatu budaya yang dapat dibangun dan budayakan. Sekolah bernuansa hijau, sekolah adi wiyata, sekolah sehat merupakan bentuk pembudayaan siswa untuk menjadi manusia berbudaya. Kebijakan pemerintah yang dapat dilakukan adalah mewajibkan sekolah untuk menerapkan salah satu program unggulan menjadikan sekolahnya menjadi sekolah sehat, sekolah hijau maupun sekolah adi wiyata. Diyakini sekolah mampu mengubah budaya manusia secara efektif bila keteladanan dan pembiasaan terus dilakukan.
- 6.3. Rekayasa penggunaan energi ramah lingkungan melalui lembaga riset dan perguruan tinggi. hal-hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan peran lembaga riset dan perguruan tinggi dalam penyelamatan lingkungan adalah :
 - a. Pengembangan teknologi untuk mitigasi thd kerusakan lingkungan hidup
 - b. Pengembangan teknologi untuk environmental assessment.
 - c. Pengembangan teknologi untuk Pemantauan lingkungan.
 - d. Melakukan kajian dan untuk penembangan sistem manajemen lingkungan.
- 6.4. Teknologi rekayasa yang dikembangkan secara terprogram melalui kegiatan riset baik oleh perguruan tinggi maupun lembaga riset lainnya dipandang dapat menjadi solusi untuk menemukan berbagai jenis rekayasa teknologi pada bidang energi. Ketergantungan manusia pada energi akan semakin meningkat sehingga membutuhkan sumberdaya energi yang ramah lingkungan dan efektif. Jenis energi yang cukup potensial dikembangkan di Indonesia adalah energi surya, energi biomasa, dan energi panas bumi. Perguruan tinggi harus dilengkapi dengan laboratorium yang mampu melakukan riset untuk keunggulan daerahnya. Sehingga perlu dilakukan pemetaan untuk penguatan mutu riset diperguruan tinggi berdasarkan lokasi dan kekayaan alam di daerahnya.
- 6.5. Pengelolaan bersama perlindungan hutan bersama masyarakat. Perlindungan sumber daya hayati di Indonesia harus selalu dioptimalkan. Dampak pemanfaatan sumberdaya alam, seperti pembukaan lahan sawit, pertambangan batu bara, kebakaran hutan berdampak cukup serius pada pelestarian berbagai jenis vegetasi di Indonesia. Untuk necegah hilangnya jenis vegetasi maka diperlukan usaha melalui kebijakan pemerintah tentang penyelamatan vegetasi alami. Contoh peningkatan pengelolaan taman nasional, kebun raya, hutan tanaman rakyat dll. Kebijakan pelestarian melalui taman nasional, kebun raya mempunyai berbagai keuntungan yaitu keuntungan ekologi, keuntungan ekonomi dan keuntungan pemcegahan emisi. Kebun raya dapat memberi keuntungan pada rekreasi, edukasi, riset dan koleksi, sehingga berbagai jenis vegetasi dapat diselamatkan.
- 6.6. Mempertahankan dan meningkatkan tata kelola hutan lindung, hutan suaka alam, taman nasional, taman hutan rakyat, kebun raya.dll
- 6.7. Peningkatan komitmen dunia usaha/investore dalam perlindungan lingkungan: Dewasa ini telah banyak perusahaan besar dan dunia usaha yang membuang limbahnya ke lingkungan, sehingga dapat merubah fungsi lingkungan. Pemantauan lingkungan pada perusahaan yang membuang limbahnya ke lingkungan harus selalu dilakukan. Dalam konteks ini diperlukan SDM yang berintegritas tinggi dan berkompetensi agar mampu mengelola lingkungan hidup tetap baik. Pemerintah memantau baku mutu limbah dari aktivitasnya, mengatur instrumen yang digunakan
- 6.8. Optimalisasi penegakan hukum lingkungan dengan cara mengoptimalkan instrumen pencegahan pencemaran maupun kerusakan lingkungan hidup. Sejalan dengan upaya pemantauan lingkungan yang secara rutin dilakukan maka penegakan hukum lingkungan harus ditegakkan.
- 6.9. Pemerintah harus mampu menyediakan setiap jenis usaha mampu memberikan layanan publik secara optimal. Pemerintah harus menerbitkan peraturan yang mampu memastikan bahwa investor berpartisipasi pada pelestarian lingkungan.

7. Kesimpulan

Berdasarkan uraian diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan:

- a. Paradigma dalam pemanfaatan SDA harus dibarengi dengan kebijakan yang mengatur semua

- pihak untuk pelestarian mutu lingkungan. Sanksi bagi yang melanggar UU No. 32 Tahun 2009 harus diberikan untuk menegakkan komitmen dan tanggung jawab dalam perlindungan lingkungan.
- b. Pemanfaatan sumberdaya alam terutama sektor pertambangan berpotensi menjadi penyebab emisi gas-gas rumah kaca yang memicu pemanasan global (*global warming*) sehingga mengubah kondisi iklim global, regional, dan lokal. Perubahan iklim mempengaruhi sistem metabolisme dan fisiologi tanaman, perubahan pola tanam yang dapat mengancam ketahanan pangan.
 - c. Penurunan kualitas lingkungan akibat pemanfaatan SDA dapat menyebabkan terganggunya perlindungan tanah, perubahan hidrologi dan tata air, pengatur cuaca, erosi dan fungsi lainnya yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Rusaknya kondisi fisik dan biologi tanah, hilangnya mineral tanah, lapisan tanah tidak berprofil, terjadi pemadatan (*bulk density*), hilangnya unsur hara akibat penurunan kualitas lingkungan pertambangan menyebabkan lahan menjadi tidak subur.
 - d. Pemanfaatan SDA harus sinergi dengan pembangunan karakter dan budaya melestarikan lingkungan pada pelaku industri dan masyarakat, untuk mempertahankan kesuburan lahan pertanian dan ketahanan pangan.
 - e. Pemanfaatan SDA harus disertai dengan tata kelola lingkungan yang baik (*Good Environment Governance*) yang melibatkan pemerintah dan masyarakat dan pelaku industry. Industri tambang mengindahkan peraturan, melakukan reklamasi dengan benar, merehabilitasi lahan secara optimal dan menegakkan prinsip *good mining practice*, maka kerusakan alam dapat diminimalkan.

Saran-saran dan rekomendasi.

Negara dibentuk untuk mensejahterakan rakyatnya dan negara berperan penting dalam menciptakan kesejahteraan sosial dan mendistribusikan kesejahteraan secara merata kepada masyarakatnya, oleh karenanya negara yang mampu memberdayakan masyarakat secara optimal maka cita-cita negara sejahtera akan tercapai. Berdasarkan uraian dalam naskah di atas, khusus untuk tata kelola lingkungan, maka disarankan:

- a. Perlunya setiap daerah melakukan pengaturan pelaksanaan eksploitasi/produksi tambang batubara disesuaikan dengan daya dukung lingkungannya.
- b. Semua ijin eksploitasi pertambangan dipastikan telah dilakukan AMDAL/UKL-UPL dan kajian kelayakan lingkungan yang benar.
- c. Setiap daerah (Provinsi/Kabupaten/Kota) harus segera membuat neraca produksi energi batu bara dan kebutuhan energi di daerahnya.
- d. Setiap daerah harus segera memetakan potensi SDA, energi yang dimiliki disertai dengan daya dukung lingkungannya.

- e. Masalah kebijakan dan birokrasi terhadap ijin lingkungan perlu diperbaiki.
- f. Sistem manajemen lingkungan bagi perusahaan harus dioptimalkan pelaksanaannya.
- g. Peningkatan Kualitas sumberdaya manusia yang mampu berinovasi, kreatif, berperadapan tinggi dan peduli pada pelestarian lingkungan terus ditingkatkan.

Khusus untuk bidang pertambangan disarankan:

- a. Sistem manajemen lingkungan bagi kuasa pertambangan dikawasan hutan harus lebih ketat
- b. Ijin kuasa pertambangan dikawasan hutan harus dibatasi dan selalu dilakukan pengawasan terhadap dampak-dampak penting yang ditimbulkan
- c. Pengaturan produksi eksploitasi tambang harus berimbang dengan daya dukung lingkungan dan harus berorientasi pada kebutuhan nasional (bukan kepentingan ekspor)
- d. Setiap kuasa pertambangan harus menjamin perlindungan lingkungan hidup, termasuk keanekaragaman hayati.

8. Daftar Pustaka

- Adang P. Kusuma, tth, *Menambang Tanpa Merusak Lingkungan*, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- Harjuni Hasan, 2012, *Evaluasi Hidrorologi pada Kawasan Pertambangan Batubara PT Bukit Baiduri Energi dan PT Mahakam Sumberjaya di Kalimantan Timur*, Disertasi Program Doktor Ilmu Kehutanan, Universitas Mulawarman.
- Irwan Susianto, *Hukum Dan Kebijakan Lingkungan Di Indonesia Serta Penegakan Hukumnya*
- Jayadiningrat, 1990, *Kualitas Lingkungan Hidup di Indonesia*, PT Intermasa Jakarta.
- Pemrov. kaltim, *Kaltim Dalam angka 2014*, Pemprov. Kaltim, Samarinda, 2014.
- Pua Saba, 2010, *Penghargaan Lingkungan untuk Perusahaan Pertambangan*, [http:// www. Majalahtambang.com](http://www.Majalahtambang.com).
- Tim Sintesis Kebijakan, 2008, *Dampak Perubahan Iklim Terhadap Sektor Pertanian, Serta Strategi Antisipasi Dan Teknologi Adaptasi*, Balitbang Pertanian: Bogor.
- Rizal Muchtasar, 2010, *Strategi Pengelolaan Lingkungan Hidup Dalam Usaha Pertambangan*, Fak Hukum Unhalu, Palu.
- Undang-Undang No.32 tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan Lingkungan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2012 Tentang Izin Lingkungan