

**BIAYA EKSTERNALITAS
PETERNAKAN AYAM RAS PETELUR**

EXTERNAL COST OF LAYING CHICKEN FARM

**ALIMA BACHTIAR ABDULLAHI
P0100316407**



**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2020



Optimized using
trial version
www.balesio.com

BIAYA EKSTERNALITAS PETERNAKAN AYAM RAS PETELUR

Disertasi
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Doktor

Program Studi
Ilmu Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

ALIMA BACHTIAR ABDULLAHI

Kepada

**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**



DISERTASI
BIAYA EKSTERNALITAS
PETERNAKAN AYAM RAS PETELUR

Disusun dan diajukan oleh

ALIMA BACHTIAR ABDULLAHI

Nomor Pokok P0100316407

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Disertasi
pada tanggal 23 Desember 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat



Prof. Dr. Ir. Ahmad Ramadhan Siregar, MS.
Promotor

Dr. Ir. Wempie Pakiding, M.Sc.
Kopromotor

Dr. Ir. Mahyuddin, M.Si
Kopromotor

Ketua Program Studi
Ilmu Pertanian

Darmawan Salman, M.S



Direktur Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc



PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Alima Bachtiar Abdullahi
Nomor Mahasiswa : P0100316407
Program Studi : Ilmu Pertanian

Menyatakan dengan sebenarnya disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Desember 2020

Yang menyatakan,



Alima Bachtiar Abdullahi



Optimized using
trial version
www.balesio.com

KATA PENGANTAR

Bismi-llāhi ar-raḥmāni ar-raḥīmi

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wataala karena atas limpahan Rahmat dan RahimNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian hingga penyusunan Disertasi ini dengan judul: Biaya Eksternalitas Peternakan Ayam Ras Petelur yang dilaksanakan di Kabupaten Sidenreng Rappang.

Disertasi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dengan latar belakang melihat pertumbuhan ekonomi di sektor peternakan unggas semakin meningkat seiring dengan pemenuhan gizi akan pangan hewani. Salah satu peternakan unggas yang banyak menjadi sumber perekonomian masyarakat di Indonesia khususnya di pedesaan adalah peternakan ayam ras petelur. Disisi lain, pertumbuhan agribisnis peternakan ayam ras petelur telah memiliki dampak terhadap lingkungan. Dampak tersebut dalam ilmu ekonomi disebut sebagai eksternalitas lingkungan. Dalam penelitian ini, penulis fokus pada eksternalitas negatif yang disebabkan oleh cemaran lingkungan dan berdampak pada kesehatan masyarakat di sekitar peternakan ayam ras petelur. Dalam hal ini, penulis menghitung biaya yang harus ditanggung oleh masyarakat sekitar peternakan ayam ras petelur berdasarkan cemaran yang diakibatkan oleh kegiatan peternakan ayam ras petelur dan n berdampak pada kesehatan masyarakat sekitar.



Penulis sepenuhnya menyadari jika dalam penulisan Disertasi ini masih kurang sempurna, banyak kendala yang penulis hadapi dalam proses penulisan. Alhamdulillah dengan ikhtiar dan perjuangan akhirnya penulis dapat menyelesaikan Disertasi ini dan semua berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Ramadhan Siregar, MS sebagai promotor, Bapak Dr. Ir. Wempie Pakiding, M.Sc dan Bapak Dr. Ir. Mahyuddin, M.Si sebagai kopromotor, atas segala hibah ilmunya, bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan sejak rencana awal penelitian hingga selesainya penulisan Disertasi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Didi Rukmana, MS., Bapak Prof. Sukri, SKM., M.Kes., M.Sc.PH,Ph.D., Ibu Prof. Dr. Ir. Hastang, M.Si., IPU., dan Ibu Prof. Dr. Ir. Sitti Nurani Sirajuddin, S.Pt., M.Si , IPU. sebagai penilai Seminar Usulan, Seminar Hasil Penelitian dan Ujian Prapromosi dan Promosi Doktor, serta Bapak Prof. Ir. Dahlanuddin, M.Rur.Sc., Ph.D. sebagai penguji eksternal.
3. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina P. MA selaku Rektor Universitas Hasanuddin, Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc selaku Direktur Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Bapak Prof. Dr. Ir. Darmawan Salman, M.S selaku Ketua Program Studi Ilmu anian beserta seluruh Bapak Ibu Dosen dan staf administrasi



Pascasarjana Unhas atas ilmu, bantuan dan dukungan yang diberikan selama menempuh pendidikan Program Doktor.

4. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) program Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia-Dalam Negeri (BUDI-DN) yang telah membiayai penulis mulai dari awal studi, penelitian hingga selesainya proses pendidikan Program Doktor Bidang Ilmu Pertanian di Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Ir. Darmawan, MP selaku Direktur Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene dan Kepulauan beserta seluruh civitas akademik Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan atas ijin melanjutkan pendidikan, dukungan dan semangat yang tiada henti hingga penulis dapat menyelesaikan studi Program Doktor.
6. Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan dan Pemerintah Kabupaten Sidenreng Rappang atas ijin yang diberikan, bantuan dan kerjasamanya dalam melaksanakan penelitian ini.
7. Kepala Balai Besar Laboratorium dan Kesehatan (BBLK) Makassar beserta staf atas kerjasamanya dalam proses pengambilan sampel uji lingkungan hingga proses penelitian di laboratorium yang ada di BBLK Makassar.
8. Kepala Pusat Kajian Sistem Energi Badan Tenaga Nuklir Nasional di Jakarta beserta staf atas bimbingan dan arahnya dalam

pelelesaian penghitungan biaya eskternalitas.



9. Rekan-rekan seperjuangan S3 Ilmu Pertanian angkatan 2016 atas segala kerjasama, bantuan dan motivasi yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Program Doktor.
10. Rekan-rekan di Kabupaten Sidrap atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian dilaksanakan.
11. Keluarga besar penulis beserta sahabat-sahabat penulis atas segala bentuk bantuan, dukungan dan motivasinya yang tak henti hingga penulis dapat menyelesaikan studi Program Doktor.

Terkhusus kepada Ibunda tercinta Hj. Asia dan Ayahanda tercinta Bachtiar Abdullahi, kedua putra penulis anak Muhammad Aqil Muazham Rustan dan anak Muhammad Nabil Fakhir Rustan, serta saudara-saudari penulis beserta anak kemanakan; terima kasih atas kasih sayang, pengertian, dukungan dan motivasinya dalam semua hal hingga penulis bisa menyelesaikan studi Program Doktor. Untuk itu penulis, mempersembahkan Disertasi ini sebagai wujud bakti dan kasih sayang penulis sebagai hasil doa yang tak pernah terputus kepada penulis.

Penulis mengharapkan semoga Disertasi ini bermanfaat bagi kita semua. Segala petunjuk, bimbingan, arahan, bantuan, kerjasama yang diberikan menjadi amal Jariyah dan diRidhoi oleh Allah Subhanahu Wataala. Amin Ya Rabbal Aalamin ...

Makassar, Desember 2020

Penulis



ABSTRAK

ALIMA BACHTIAR ABDULLAHI. *Biaya Eksternalitas Peternakan Ayam Ras Petelur* (dibimbing oleh Ahmad Ramadhan Siregar, Wempie Pakiding, Mahyuddin)

Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengidentifikasi kualitas air, udara, dan tanah di sekitar peternakan ayam ras petelur, (2) Menganalisa dampak peternakan ayam ras petelur terhadap kesehatan masyarakat, (3) Menghitung besarnya biaya eksternalitas peternakan ayam ras petelur.

Penelitian ini dilaksanakan di kabupaten Sidenreng Rappang, dengan metode campuran paralel konvergen. Populasi adalah masyarakat yang ada di sekitar peternakan ayam ras petelur dipilih secara acak. Sampel air, udara dan tanah di uji di Laboratorium Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. Biaya eksternalitas dihitung dengan metode Impact Pathway Analisis,.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Jenis cemaran di sekitar peternakan ayam ras petelur meliputi BOD (*biological oxygen demand*), COD (*chemical oxygen demand*), nitrit, coliform, escherichia coli, H₂S (*hidrogen sulfida*), kebisingan; sedangkan kualitas tanah menunjukkan nilai C-organik dan Nitrogen Total sangat rendah; Kalsium sedang; pH netral; nilai Fosfor total, Kalium serta Magnesium sangat tinggi. (2) Penerima dampak kesehatan 69,19% perempuan, kelompok terdampak dominan usia 0-17 tahun 48,94% (3) Jenis sakit yang diderita masyarakat sekitar peternakan ayam ras petelur adalah ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut), Asthma Bronchiale, Sakit Kepala, Demam Thypoid, Diare, Iritasi Mata, Batuk, Iritasi Kulit, Muntaber, Influenza, Muntah, Hipertensi, Hipotensi, Sakit Perut, Sesak, Mual, Alergi. (4) Biaya eksternalitas peternakan ayam ras petelur berdasarkan cemaran air Rp 49.247.081.223 per tahun sedangkan berdasarkan cemaran udara Rp 2.628.220.638 per tahun.

Berdasar hasil yang diperoleh, maka direkomendasikan bahwa: (1) Sebaiknya tidak menggunakan air tanah untuk keperluan konsumsi pada wilayah sekitar peternakan, (2) Perlu penanganan limbah secara intern-farm, (3) Perlu rencana tata ruang dan wilayah yang mengatur lokasi peternakan dan pemukiman secara terpadu.

Kata kunci : cemaran, dampak peternakan, biaya eksternalitas



ABSTRACT

ALIMA BACHTIAR ABDULLAHI. External Costs of Laying Chicken Farm (supervised by Ahmad Ramadhan Siregar, Wempie Pakiding, Mahyuddin).

This research aims (1) to identify the quality of water, air, and soil around the laying chicken farm, (2) to analyze the health impact on the community around the laying chicken farm, and (3) to calculate the external costs of the laying chicken farm.

This research was conducted in Sidenreng Rappang district by applying convergent parallel mixed-methods. The population was the community around the laying chicken farm selected through random sampling technique. The samples of water, air, and soil were tested at the Health Laboratory Center for Makassar. The external costs were calculated using Impact Pathway Analysis.

This research obtained some results. **First**, pollutants around the laying chicken farm included BOD (biological oxygen demand), COD (chemical oxygen demand), nitrite, coliform, escherichia coli, H₂S (hydrogen sulfide), and noise. Meanwhile, soil quality showed very low organic-C and Total Nitrogen values, medium calcium, neutral pH, and the high values of phosphorus, potassium, and magnesium. **Second**, the health impact of 69.19% was suffered by women, and the dominant affected group was in the age range of 0-17 years amounting to 48.94%. **Third**, kinds of illness suffered by the community around the laying chicken farm were ISPA (Acute Respiratory Infection), asthma bronchiale, headache, typhoid, diarrhea, eye irritation, cough, skin irritation, gastroenteritis, influenza, vomiting, hypertension, hypotension, stomachache, shortness of breath, nausea, and allergies. **Fourth**, the external costs of the laying chicken farm were Rp 49.247.081.223 per year based on the water pollution and Rp 2.628.220.38 per year based on the air pollution.

Based on the results, it is recommended that the community not use groundwater around the farm area for consumption, the waste be handled internally by the farm, and a spatial and territorial plan regulate the location of the farm and settlements in an integrated manner.

Keywords: pollution, health impact, external costs



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGAJUAN DISERTASI	ii
HALAMAN PENGESAHAN DISERTASI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.	10
C. Pertanyaan Penelitian	10
D. Tujuan Penelitian	11
E. Kegunaan Penelitian	11
F. Kebaruan Penelitian	12
G. Ruang Lingkup/Batasan Penelitian	12
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Peternakan Ayam Ras Petelur	14
B. Dampak Peternakan Ayam Ras Petelur terhadap Lingkungan Sekitar	19
C. Pencemaran Lingkungan	25
D. Standar Baku Mutu Lingkungan	63
E. Dampak Peternakan Ayam Ras Petelur terhadap Kesehatan Masyarakat Sekitar	77



F. Eksternalitas	93
G. Eksternalitas Peternakan Ayam Ras Petelur	112
H. Biaya Eksternalitas	121
I. Impact Pathway Analysis (IPA)	125
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Rancangan Penelitian	131
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	133
C. Jenis dan Sumber Data	134
D. Populasi dan Teknik Sampel	134
E. Teknik Pengumpulan Data	136
F. Analisa Data	138
G. Alur Penelitian	141
BAB IV. GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN	
A. Karakteristik Lokasi Penelitian	142
B. Populasi Unggas di Kabupaten Sidenreng Rappang	148
C. Kualitas Lingkungan	150
D. Ketersediaan Sarana Pelayanan Kesehatan	159
E. Jenis Penyakit Dominan yang Diderita Masyarakat	161
F. Tingkat Harapan Hidup	163
G. Besaran Biaya Pelayanan Kesehatan	164
BAB V. UJI LINGKUNGAN PETERNAKAN AYAM RAS PETELUR	
A. Uji Kualitas Air	166
B. Uji Kualitas Udara	195
C. Uji Kualitas Tanah	215
D. Rangkuman Hasil	227



BAB VI. DAMPAK PETERNAKAN AYAM RAS PETELUR TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT SEKITAR	
A. Penerima Dampak Akibat Adanya Peternakan Ayam Ras Petelur	232
B. Jenis Penyakit yang Diderita Masyarakat Sekitar Peternakan Ayam Ras Petelur	243
C. Rangkuman Hasil	264
BAB VII. BIAYA EKSTERNALITAS PETERNAKAN AYAM RAS PETELUR	
A. Eksternalitas Peternakan Ayam Ras Petelur	271
B. Biaya Eksternalitas Peternakan Ayam Ras Petelur	276
C. Rangkuman Hasil	293
BAB VIII. PENUTUP	
A. Kesimpulan	294
B. Implikasi Teori	295
C. Implikasi Kebijakan	297
DAFTAR PUSTAKA	299
LAMPIRAN-LAMPIRAN	312



DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Rata-rata konsumsi per kapita seminggu daging ayam dan telur ayam di Indonesia	2
2.	Populasi ayam ras petelur menurut propinsi 2015-2017	3
3.	Populasi ayam ras petelur di Sulawesi Selatan	5
4.	Populasi ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	6
5.	Daftar persyaratan kualitas air bersih kelas I	71
6.	Baku mutu udara ambien	73
7.	Kriteria penilaian sifat kimia tanah	76
8.	Kriteria penilaian hasil analisa tanah	77
9.	Pengaruh gas amonia pada manusia dan ternak	115
10.	Pengaruh pemaparan gas hidrogen sulfida (H ₂ S) pada manusia	115
11.	Luas wilayah menurut kecamatan di Kabupaten Sidenreng Rappang	142
12.	Suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan curah hujan setiap bulan di Kabupaten Sidenreng Rappang	146
13.	Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk menurut kecamatan di Kabupaten Sidenreng Rappang	148
14.	Populasi unggas menurut kecamatan dan jenis unggas di Kabupaten Sidenreng Rappang	149
	Kualitas air sumur di Kabupaten Sidenreng Rappang	152



Tabel		Halaman
16	Hasil pengukuran TSP di Kabupaten Sidenreng Rappang	156
17.	Hasil pengukuran SO ₂ di Kabupaten Sidenreng Rappang	157
18.	Hasil pengukuran NO ₂ di Kabupaten Sidenreng Rappang	158
19.	Hasil pengukuran CO di Kabupaten Sidenreng Rappang	158
20.	Jumlah fasilitas kesehatan menurut kecamatan di Kabupaten Sidenreng Rappang	160
21	Jumlah kasus 10 penyakit terbanyak di Kabupaten Sidenreng Rappang	161
22	Angka usia harapan hidup Kabupaten Sidenreng Rappang	163
23	Hasil uji fisika air di sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	168
24.	Hasil uji kimia air di sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	177
25.	Hasil uji mikrobiologi air di sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	189
26.	Hasil uji kualitas udara di sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	197
27.	Hasil uji kualitas tanah di sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	217
28.	Dampak negatif keberadaan peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	230



Tabel	Halaman
29. Jumlah masyarakat terdampak akibat adanya peternakan ayam ras petelur di kabupaten Sidenreng Rappang berdasarkan jenis kelamin	232
30. Jumlah masyarakat terdampak akibat adanya peternakan ayam ras petelur di kabupaten Sidenreng Rappang berdasarkan kelompok usia	238
31. Jenis penyakit yang diderita masyarakat sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	248
32. Klasifikasi jarak rumah responden ke pusat pengambilan titik uji cemaran (kandang) peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	250
33. Frekuensi orang sehat dan jenis sakit akibat bau yang dikeluarkan masyarakat sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	253
34. Frekuensi orang sehat dan jenis sakit akibat lalat yang dikeluarkan masyarakat sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	257
35. Frekuensi orang sehat dan jenis sakit akibat debu yang dikeluarkan masyarakat sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	260
36. Frekuensi orang sehat dan jenis sakit akibat lainnya yang dikeluarkan masyarakat sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	263
37. <i>Exposure Response Function</i> sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang berdasarkan sumber cemaran dari air	278



Tabel	Halaman
38. <i>Exposure Response Function</i> sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang berdasarkan sumber cemaran dari udara	280
39. <i>Impact to Human Health</i> sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang berdasarkan sumber cemaran dari air	282
40. <i>Impact to Human Health</i> sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang berdasarkan sumber cemaran dari udara	283
41. <i>Monetary Evaluation</i> sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang berdasarkan sumber cemaran dari air	285
42. <i>Monetary Evaluation</i> sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang berdasarkan sumber cemaran dari udara	286
43. Biaya eksternalitas peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang berdasarkan sumber cemaran dari air	287
44. Biaya eksternalitas peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang berdasarkan sumber cemaran dari udara	290



DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.	Eksternalitas	95
2.	Eksternalitas positif dari produksi	101
3.	Eksternalitas negatif dari produksi	102
4.	Eksternalitas positif dari konsumsi	104
5.	Eksternalitas negatif dari konsumsi	105
6.	Interaksi eksternalitas produsen dan konsumen	105
7.	Keseimbangan pasar, eksternalitas negatif dan efisiensi	124
8.	Alur kerja analisis dampak	123
9.	Alur penelitian	141



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1.	Hasil uji lingkungan (air bersih) di sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	312
2.	Hasil uji lingkungan (udara ambien) di sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	313
3.	Hasil uji lingkungan (tanah) di sekitar peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang	314
4.	Daftar pertanyaan	316
5.	Penghitungan <i>Exposure Response Function</i> (ERF)	326
6.	Penghitungan <i>Impact to Human Health</i>	328
7.	Penghitungan <i>Monetary Evaluation to Health Impact Assessments</i>	330
8.	Biaya eksternalitas	332



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan peternakan merupakan bagian pembangunan nasional yang sangat penting, karena salah satu tujuan pembangunan peternakan adalah peningkatan kualitas sumberdaya manusia yang unggul. Selain itu, tujuan pembangunan peternakan adalah meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan peternak, pelestarian lingkungan hidup serta peningkatan devisa negara.

Salah satu sektor peternakan yang berpotensi dikembangkan adalah ternak unggas. Pengembangan usaha peternakan unggas diarahkan untuk (a) menghasilkan pangan protein hewani sebagai salah satu upaya dalam mempertahankan ketahanan pangan nasional, (b) meningkatkan kemandirian usaha, (c) melestarikan dan memanfaatkan secara sinergis keanekaragaman sumberdaya lokal untuk menjamin usaha peternakan yang berkelanjutan, dan (d) mendorong serta menciptakan produk yang berdaya saing dalam upaya meraih peluang ekspor. Tujuan pengembangan usaha ini adalah (a) membangun kecerdasan dan menciptakan kesehatan masyarakat seiring dengan bergesernya permintaan terhadap produk yang aman dan berkualitas, (b) meningkatkan pendapatan peternak melalui peningkatan skala usaha yang optimal berdasarkan sumber daya yang ada, (c) menciptakan lapangan kerja yang potensial dan tersebar hampir di seluruh wilayah, dan (d) meningkatkan kontribusi terhadap pendapatan devisa negara (Sugiono et al., 2005).



Peternakan unggas yang memiliki nilai ekonomis tinggi adalah peternakan ayam ras petelur. Peternakan ayam ras petelur berkembang di Indonesia seiring peningkatan kebutuhan akan telur dan daging ayam yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Lebih jelasnya rata-rata konsumsi per kapita seminggu untuk daging dan telur ayam dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rata-rata konsumsi per kapita seminggu daging ayam dan telur ayam di Indonesia

Jenis Bahan Makanan		Tahun (kg)				
		2013	2014	2015	2016	2017
Daging	ayam ras/kampung	0,078	0,086	0,103	0,111	0,124
Telur	ayam ras/kampung	0,169	0,171	1,940	1,983	2,119

Sumber: www.bps.go.id, 2018.

Berdasar dari Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi daging ayam di Indonesia untuk tahun 2017 adalah untuk daging ayam sebesar 5,95 kg per kapita per tahun, sedangkan untuk konsumsi telur ayam sebesar 101,71 butir per kapita per tahun. Menurut Dirjen Bina Gizi dan Kesehatan Ibu dan Anak (KIA) Kementerian Kesehatan, angka pemenuhan protein hewani di Indonesia masih jauh dibandingkan dengan konsumsi masyarakat negara-negara lain di ASEAN. Indonesia saat ini 30% per orang per tahun. Jumlah tersebut jauh tertinggal dengan Vietnam yang sudah mencapai 80% dan Thailand 100%.



Kenyataan tersebut mendorong pemerintah untuk terus mengembangkan peternakan ayam ras petelur di Indonesia sebagai salah satu sumber protein hewani. Lebih jelasnya jumlah populasi ternak ayam ras petelur di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Populasi ayam ras petelur menurut propinsi Tahun 2015-2017

No	Propinsi	Tahun (ekor)		
		2015	2016	2017
1	Jawa Timur	43.221.466	45.880.658	46.431.226
2	Jawa Tengah	21.865.087	21.832.857	22.453.270
3	Sumatera Utara	15.207.333	15.790.582	15.861.489
4	Jawa Barat	14.469.405	15.143.460	15.476.462
5	Sulawesi Selatan	11.586.329	12.020.435	12.621.460
6	Sumatera Barat	8.436.629	8.332.868	8.390.233
7	Sumatera Selatan	6.349.630	6.401.450	6.599.130
8	Daerah lainnya	33.871.509	35.947.496	38.889.377
Total		155.007.388	161.349.806	166.722.647

Sumber: Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2018.

Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah populasi ternak ayam ras petelur dari tahun ke tahun meningkat. Hal ini sejalan dengan pernyataan Menteri Pertanian Republik Indonesia, bahwa sektor peternakan memegang peranan penting bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia. Tidak hanya karena pemenuhan protein hewani akan tetapi berdasarkan data Survei Angkatan Kerja Nasional (Sakernas) Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) per bulan Agustus 2017, terdapat 3,84 juta tenaga kerja kerja di sektor peternakan. Artinya sektor peternakan berkontribusi 3,17% terhadap tenaga kerja nasional.



Sejalan dengan konsep pembangunan pertanian berkelanjutan, maka pembangunan peternakan harus dilakukan dengan pola pembangunan berkelanjutan yang diartikan sebagai upaya pengelolaan dan konservasi sumber daya peternakan (lahan, air, dan sumber daya genetik) melalui orientasi perubahan teknologi dan kelembagaan sedemikian rupa sehingga menjamin tercapainya kebutuhan yang diperlukan secara berkesinambungan dari waktu ke waktu.

Pembangunan peternakan berkelanjutan yang memperhatikan aspek konservasi sumber daya alam, air dan sumber daya genetik tanaman dan hewan harus berwawasan lingkungan, artinya: tidak menimbulkan pencemaran serta degradasi dalam mutu lingkungan hidup, yakni secara teknis tepat guna, secara ekonomi layak diusahakan, secara sosial dapat diterima, secara ekologis tetap menjamin keseimbangan ekosistem lainnya. Implikasinya pembangunan peternakan berwawasan lingkungan adalah: (1) Terpeliharanya kapasitas produksi sumber daya alam, (2) Mengurangi dampak pencemaran dan penurunan kualitas lingkungan hidup, (3) Dapat menghasilkan produk primer maupun sekunder yang berkualitas dan higienis dan berdaya saing tinggi, serta (4) Dapat menyediakan lapangan kerja dan pendapatan yang memadai bagi peternak.



Berdasar pada Tabel 2, populasi ternak ayam ras petelur di Sulawesi Selatan adalah propinsi kelima terbesar populasi ayam ras petelur di Indonesia. Adapun populasi ayam ras petelur di Provinsi Sulawesi Selatan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Populasi ayam ras petelur di Sulawesi Selatan

No	Kabupaten/Kota	Tahun (ekor)		
		2015	2016	2017
1	Sidenreng Rappang	5.889.408	5.977.751	6.276.639
2	Enrekang	1.172.424	1.069.324	1.122.790
3	Pinrang	770.591	779.769	818.757
4	Maros	730.299	741.491	778.566
5	Soppeng	584.922	620.422	651.443
6	Gowa	465.555	500.100	525.105
7	Luwu	355.602	433.516	455.192
8	Daerah lainnya	1.617.528	1.898.062	1.992.965
Total		11.586.329	12.020.435	12.621.457

Sumber: Dinas Peternakan Sulawesi Selatan, 2018.

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa populasi terbesar ayam ras petelur di Sulawesi Selatan terdapat di Kabupaten Sidenreng Rappang (Sidrap). Kabupaten Sidrap selain dikenal sebagai kota beras, Sidrap juga terkenal sebagai produsen telur. Usaha peternakan ayam petelur di Kabupaten Sidrap terus berkembang ditandai dengan tingginya populasi ayam ras di Sidrap yang menempatkan Sidrap sebagai pematok harga telur ayam ras di Sulawesi Selatan bahkan di Indonesia bagian timur. Hal yang menjadikan Sidrap mampu mengendalikan harga telur di bagian Timur Indonesia (KTI).



Lebih jelasnya populasi ternak ayam ras petelur per kecamatan di Kabupaten Sidrap dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Populasi ayam ras petelur di Kabupaten Sidenreng Rappang

No	Kecamatan	Tahun (ekor)		
		2014	2015	2016
1	Maritengngae	1.258.251	1.295.999	1.315.439
2	Pitu Riase	41.773	43.026	43.671
3	Dua Pitue	36.838	37.943	38.512
4	Pitu Riawa	283.142	291.636	296.011
5	Watang Sidenreng	342.820	353.105	358.402
6	Panca Rijang	891.720	918.472	932.249
7	Kulo	1.073.999	1.106.219	1.122.812
8	Tellu Limpoe	404.370	416.501	422.749
9	Baranti	696.625	717.524	728.287
10	Watang Pulu	401.305	413.344	419.544
11	Panca Lautang	287.029	295.640	300.075
Total		5.717.872	5.889.408	5.977.751

Sumber: Dinas Pertanian, Ketahanan Pangan dan Perikanan Kabupaten Sidenreng Rappang. 2018

Usaha peternakan ayam mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan karena tingginya permintaan daging dan merupakan usaha yang sangat menguntungkan. Sejalan dengan pertumbuhan agribisnis peternakan ayam ras petelur, usaha peternakan ayam ras petelur mulai sering dituding sebagai usaha yang ikut mencemari lingkungan. Usaha peternakan ayam ras petelur menghasilkan limbah berupa feses yang menyebabkan pencemaran udara berupa bau yang mengganggu dan



dan pencemaran air yang berbahaya bagi kesehatan serta air buangan yang dapat mencemari lingkungan (Rachmawati, 2000).

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh peternakan ayam, yang menjadi pemicu permasalahan sebenarnya akibat dari pemukiman yang terus berkembang. Pada awal pembangunan, peternakan ayam didirikan jauh dari pemukiman penduduk namun lama kelamaan di sekitar areal peternakan tersebut menjadi pemukiman. Untuk itu perlu suatu perbaikan sistem pemanfaatan lahan yang sesuai dengan peruntukannya. Dalam hal ini pemerintah telah membuat kebijakan penggunaan suatu areal atau Kawasan Usaha Peternakan (KUNAK) agar tidak saling mengganggu antara peternakan dan pemukiman (Rachmawati, 2000).

Sumber pencemaran usaha peternakan ayam berasal dari kotoran ayam yang berkaitan dengan unsur nitrogen dan sulfida yang terkandung dalam kotoran tersebut, yang pada saat penumpukan kotoran atau penyimpanan terjadi proses dekomposisi oleh mikroorganisme membentuk gas amonia, nitrat, dan nitrit serta gas sulfida. Gas-gas tersebutlah yang menyebabkan bau (Svensson, 1990; Pauzenga, 1991 *dalam* Rachmawati, 2000). Selanjutnya Pauzenga (1991) *dalam* Rachmawati (2000) menyatakan bahwa kandungan gas amonia yang tinggi dalam kotoran juga menunjukkan kemungkinan kurang sempurnanya proses pencernaan atau protein yang berlebihan dalam pakan ternak, sehingga tidak semua nitrogen diabsorpsi sebagai asam amino, tetapi dikeluarkan sebagai amonia dalam kotoran.



Di Kabupaten Sidenreng Rappang (Sidrap), peternakan ayam ras petelur dominan masih dibudidayakan dengan cara tradisional yaitu sistem perkandangan yang terbuka dan pengelolaan limbah masih sangat terbatas serta yang jelas masih berada di sekitar pemukiman masyarakat. Hal tersebut menyebabkan dampak bagi lingkungan sekitar. Dampak tersebut berupa polusi yang telah merubah baik secara fisik maupun hayati yang ada di sekitar peternakan, hal yang paling mendasar adalah dampak langsung yang dirasakan masyarakat terhadap kesehatannya, utamanya dari udara yang dihirup dan air yang digunakan dalam kesehariannya.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan dan *Focus Group Discussion* (FGD) yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa eksternalitas peternakan ayam ras petelur di Kabupaten Sidrap memiliki sifat positif dan negatif. Eksternalitas positif adanya peternakan ayam ras petelur adalah adanya peluang dan kesempatan untuk bekerja, terjadinya peningkatan perekonomian masyarakat dan termotivasinya masyarakat sekitar untuk berusaha ayam ras petelur atau usaha lainnya yang terkait. Sedangkan eksternalitas negatif dari peternakan ayam ras petelur adalah adanya dampak dari aktivitas peternakan yaitu bau menyengat, banyaknya debu serta limbah-limbah yang dihasilkan telah mencemari lingkungan. Dampak negatif ini juga disebabkan oleh banyaknya usaha peternakan ayam yang berada di lingkungan masyarakat yang dirasakan mulai mengganggu terutama peternakan ayam yang lokasinya dekat dengan perumahan penduduk, serta disebabkan pula oleh karena masih banyak peternak yang mengabaikan penanganan limbah dari usahanya.



Dampak negatif yang ditimbulkan usaha peternakan ayam ras petelur di kabupaten Sidrap telah menyebabkan timbulnya masalah lingkungan yaitu adanya perubahan kualitas lingkungan berupa polusi atau pencemaran. Undang-undang No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 ayat 12 dinyatakan bahwa: Pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Sejalan dengan perkembangan penelitian yang telah ada di bidang peternakan ayam ras petelur khususnya dampak yang ditimbulkan akibat adanya peternakan ayam ras petelur, telah ditemukan beberapa penelitian dengan melihat dampak positif (eksternalitas positif) sedangkan dampak negatif (eksternalitas negatif) sangat kurang, bahkan untuk menghitung biaya dampak (biaya eksternalitas) yang ditimbulkan dari peternakan ayam ras petelur belum didapatkan. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian tentang biaya eksternalitas peternakan ayam ras petelur berdasarkan jenis cemaran yang diperoleh di sekitar peternakan ayam ras petelur, serta melihat dampak kesehatan yang dikeluhkan warga masyarakat sekitar peternakan ayam ras petelur.



B. Rumusan Masalah

Peternakan merupakan salah satu sektor penting dalam memenuhi kebutuhan manusia akan protein hewani, tak terkecuali peternakan ayam ras petelur. Usaha peternakan ayam ras petelur mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan karena tingginya permintaan daging dan telur ayam. Hal tersebut mengakibatkan peternakan ayam ras petelur dijalankan begitu ekstensif sehingga semakin mendekati pemukiman masyarakat dan seringkali menimbulkan konflik dengan masyarakat akibat dampak negatif yang ditimbulkan. Berdasar dari hal tersebut, dilakukan penelitian tentang biaya eksternalitas peternakan ayam ras petelur.

C. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka yang menjadi pertanyaan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana kualitas air, udara, dan tanah di sekitar peternakan ayam ras petelur, apakah tidak melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan.
- 2) Bagaimana dampak peternakan ayam ras petelur terhadap kesehatan masyarakat sekitar.
- 3) Berapa besar biaya eksternalitas dari peternakan ayam ras petelur.



D. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengkaji eksternalitas peternakan ayam ras petelur. Adapun tujuan khusus yang hendak dicapai melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi kualitas air, udara, dan tanah di sekitar peternakan ayam ras petelur, apakah tidak melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan.
- 2) Menganalisa dampak peternakan ayam ras petelur terhadap kesehatan masyarakat sekitar.
- 3) Menghitung besarnya biaya eksternalitas dari peternakan ayam ras petelur.

E. Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai berikut:

- 1) Secara teoritis diharapkan dapat berkontribusi bagi pengembangan konsep pengelolaan usaha peternakan ayam ras petelur berkelanjutan.
- 2) Secara praktis diharapkan berkontribusi dalam meminimalkan dampak negatif dari peternakan ayam ras petelur.



F. Kebaruan Penelitian

Penelitian ini akan menghasilkan beberapa kebaruan yaitu:

- 1) Diperoleh informasi kualitas air, udara, dan tanah di sekitar peternakan ayam ras petelur, apakah tidak melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan.
- 2) Diperoleh informasi tentang dampak peternakan ayam ras petelur terhadap kesehatan masyarakat sekitar.
- 3) Diperoleh besarnya biaya eksternalitas yang diakibatkan dari adanya peternakan ayam ras petelur.

G. Ruang Lingkup/Batasan Penelitian

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian, maka dibatasi pengertian sebagai berikut:

- 1) Peternakan adalah kegiatan mengembangkan dan membudidayakan hewan ternak untuk mendapatkan manfaat dan hasil dari kegiatan tersebut.
- 2) Ayam ras petelur adalah ayam-ayam betina dewasa yang dipelihara khusus untuk diambil telurnya.
- 3) Kualitas air adalah suatu perubahan keadaan air tanah di sekitar peternakan ayam ras petelur sebagai akibat dari aktivitas peternakan ayam ras petelur sehingga kualitas air menurun dan berdampak pada

as air bersih masyarakat sekitar.



- 4) Kualitas udara adalah suatu perubahan keadaan di udara bebas sekitar peternakan ayam ras petelur sebagai akibat dari aktivitas peternakan ayam ras petelur sehingga dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan manusia.
- 5) Kualitas tanah adalah suatu perubahan keadaan di permukaan tanah sekitar peternakan ayam ras petelur sebagai akibat dari aktivitas peternakan ayam ras petelur sehingga dapat mempengaruhi kualitas tanah untuk kegiatan pertanian lainnya.
- 6) Dampak kesehatan adalah pengaruh negatif yang merugikan dan cenderung memperburuk keadaan kesehatan masyarakat yang dirasakan sebagai akibat dari aktivitas peternakan ayam ras petelur.
- 7) Eksternalitas adalah dampak negatif yang dirasakan oleh orang yang ada di sekitar peternakan ayam ras petelur berdasarkan cemaran lingkungan dan dampak kesehatan yang dikeluarkan masyarakat di sekitar peternakan ayam ras petelur.
- 8) Biaya eksternalitas adalah biaya yang harus ditanggung oleh orang yang ada di sekitar peternakan ayam ras petelur sebagai akibat dampak negatif yang ditimbulkan dari peternakan ayam ras petelur berdasarkan cemaran lingkungan dan dampak kesehatan yang dikeluarkan masyarakat di sekitar peternakan ayam ras petelur.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Peternakan Ayam Ras Petelur

Ayam petelur merupakan salah satu ternak unggas yang cukup potensial di Indonesia. Ayam petelur dibudidayakan khusus untuk menghasilkan telur secara komersial. Saat ini terdapat 2 kelompok ayam petelur yaitu tipe ayam medium yang umumnya berkerabang coklat dan tipe ayam ringan yang umumnya berkerabang putih (North dan Bell, 1990). Ayam petelur memiliki sifat *nervous* (mudah terkejut), bentuk tubuh ramping, cuping telinga berwarna putih, produksi telur tinggi, efisien dalam penggunaan ransum untuk membentuk telur, tidak memiliki sifat mengeram (Sudarmono, 2003).

Budidaya ayam petelur mempunyai keunggulan antara lain: 1) telah menjadi salah satu bidang usaha yang diterima dan dikembangkan oleh masyarakat; 2) teknologi budidaya telah dikuasai; 3) mendukung usaha pertanian dan perikanan; 4) merupakan komoditas andalan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan gizi; 5) perputaran modal relatif cepat; dan 6) dapat menampung tenaga kerja yang cukup besar terutama di kawasan pedesaan (Fauzi, 2014).

Ayam petelur merupakan salah satu komoditas unggas yang mempunyai peran penting dalam menghasilkan telur dan daging untuk meningkatkan ketersediaan protein hewani, bulu, dan kotoran yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan industri dan pupuk organik. Telur ayam telah dimanfaatkan sebagai produk telur sebagai konsumsi masyarakat, sehingga



permintaan telur ayam terus meningkat. Dengan berbagai keunggulan yang dimiliki, budidaya ayam petelur lebih dikembangkan untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan peternak, perusahaan peternakan, dan masyarakat (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2014).

Usaha peternakan ayam petelur di Indonesia telah mengalami perkembangan yang sangat pesat seiring dengan kebutuhan masyarakat yang juga semakin meningkat. Setidaknya terdapat 3 persoalan yang terselesaikan atas perkembangan usaha ayam petelur yaitu: kebutuhan protein hewani tercukupi (gizi), peningkatan pendapatan masyarakat dan pengurangan angkatan kerja (pengangguran). Sularso et al., (2014) menyatakan bahwa pembangunan sub sektor peternakan merupakan bagian dari sektor pertanian negara secara umum dan bagian dari pembangunan nasional secara keseluruhan. Pembangunan sub sektor peternakan bertujuan untuk meningkatkan produksi peternakan dengan prioritas untuk pemenuhan pangan dan gizi serta meningkatkan pendapatan peternak. Selain itu, pengembangan di bidang peternakan akhir-akhir ini mulai menjadi perhatian penting yang disebabkan adanya program diversifikasi pangan dan bertujuan untuk meningkatkan kualitas gizi masyarakat (Rohani dan Susanti, 2011). Untuk itu, perhatian kita terhadap keberlanjutan pengembangan usaha ayam petelur sangat



an terutama yang berkaitan dengan eksistensinya terhadap an.

Agustina dan Purwanti (2012) mengemukakan bahwa dalam pengembangan usaha peternakan (termasuk ayam petelur) perlu diperhatikan faktor-faktor yang merupakan dasar keberhasilan peternak. Faktor-faktor tersebut meliputi: bibit yang baik, pakan yang sempurna dan ekonomis, serta manajemen penanggulangan penyakit. Ketiga hal ini pada prinsipnya sudah dapat diselesaikan melalui introduksi teknologi perunggasan serta penerapan manajemen yang tepat. Namun pada sisi lain terdapat satu persoalan yang sampai hari ini belum dapat diselesaikan dengan sempurna yaitu dampak negatif limbah (feses dan buangan) ayam petelur terhadap masyarakat dan lingkungan sosial. Mengingat bahwa limbah peternakan merupakan salah satu pemicu terjadinya pencemaran lingkungan.

Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2014) menyatakan bahwa budidaya ayam petelur harus memenuhi ketentuan sebagai berikut: (a) Upaya Kelestarian Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UKL/UPL); (b) Sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP), Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten/Kota (RTRWK), atau Rencana Detail Tata Ruang Daerah (RDTRD); (c) Letak dan ketinggian lokasi dari wilayah sekitarnya memperhatikan topografi dan fungsi lingkungan serta bebas dari bakteri patogen yang membahayakan ayam petelur; (d) Mudah diakses atau terjangkau alat transportasi; dan (e)



1. cukup air bersih sesuai dengan baku mutu dan sumber energi
2. cukup sesuai kebutuhan dan peruntukannya.

Dalam melakukan budidaya ayam petelur yang baik harus memperhatikan pelestarian fungsi lingkungan, antara lain: (1) Mencegah pencemaran lingkungan dan timbulnya erosi, (2) Mencegah suara bising, bau busuk, serangga, tikus, dan pencemaran air, (3) Mencegah unit pengolahan limbah kotoran ayam petelur sesuai dengan kapasitas produksi untuk menghasilkan pupuk organik, (4) Membuat tempat pembakaran atau penanaman bangkai ayam yang mati, (5) Membuat saluran dan tempat pembuangan kotoran, dan (6) Membuat sirkulasi udara yang memadai serta cukup mendapatkan cahaya (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2014).

Berdasarkan ketentuan Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 406/KPTS/ORG/6/80 bahwa lokasi pendirian kandang peternakan ayam ras petelur adalah tidak bertentangan dengan kepentingan umum, tidak terletak di pusat kota dan pemukiman penduduk (jarak dari pemukiman > 1.000 m), topografi: tidak mencemari wilayah sekitar peternakan, jarak dengan perusahaan peternakan ayam bibit > 1.000 m, jarak dengan perusahaan peternakan lain > 250 m, jarak dengan perusahaan sejenis > 50 m, menggunakan pagar pembatas keliling dengan tinggi > 7 m, batas pagar > 5 meter dari kandang.

Lokasi peternakan ayam ras harus memenuhi persyaratan: a)

Upaya Kelestarian Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan

'L); b) tidak bertentangan dengan Rencana Umum Tata Ruang

Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) dan status lahan sesuai



dengan peruntukan (pewilayahan/zoning) serta sesuai ketentuan di daerah setempat; c) terpisah dari lingkungan pemukiman dan berjarak minimal 500 meter dari pagar terluar; d) jarak antara pembibitan ayam ras dengan pembibitan ayam ras lainnya dalam manajemen yang sama minimal 500 meter; e) jarak antara peternakan pembibitan ayam ras dengan pembibitan ayam ras lainnya dalam manajemen yang berbeda minimal 1000 meter; jarak antara peternakan pembibitan ayam ras dengan budidaya unggas (ayam, itik dan puyuh) minimal 1000 meter; g) jarak antara peternakan pembibitan ayam ras dengan peternakan lainnya (sapi/kerbau, kambing/domba dan kuda) minimal 500 meter; h) jarak antara peternakan pembibitan ayam ras dengan peternakan babi minimal 2000 meter; i) jarak antara peternakan pembibitan ayam ras dengan Tempat Penampungan Unggas (TPnU), Rumah Pematangan Unggas (RPU) dan pasar unggas minimal 1000 meter; j) berjarak minimal 1000 meter dari Tempat Penampungan Kotoran Hewan; k) berjarak minimal 2000 meter dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA); dan l) diberi pagar keliling dengan tinggi minimal 2 meter dengan pintu masuk tunggal (*one way system*), dan bangunan kandang dengan pagar keliling (terluar) berjarak minimal 20 meter (Peraturan Menteri Pertanian 40/Permentan/OT.140/7/2011, 2011).



B. Dampak Peternakan Ayam Ras Petelur terhadap Lingkungan Sekitar

Problema lingkungan adalah sangat kompleks karena menyangkut dimensi ruang dan waktu. Masalah lingkungan bisa berdampak lokal atau setempat, wilayah tertentu, daerah, negara, internasional bahkan global. Masalah lingkungan juga ada yang berdampak dini atau jangka pendek, jangka menengah maupun jangka panjang. Kompleksnya masalah lingkungan ini ditambah lagi dengan karakteristik masalah-masalah lingkungan yang spesifik, misalnya adanya masalah lingkungan yang tidak bisa dideteksi dengan jelas sumber dan kontribusinya “polusi tak jelas tuannya” (*non-point pollution*). Keberadaan masalah lingkungan yang kompleks ini menjadikan penanganan masalah lingkungan membutuhkan pendekatan yang integratif dan komprehensif atau holistik baik antar disiplin ilmu maupun antar pihak-pihak (institusi) terkait (pemerintah dan pelaku ekonomi) serta partisipasi masyarakat luas (Yakin, 1997).

Saat ini kesadaran masyarakat akan lingkungan yang bersih dan aman semakin meningkat. Masalah pencemaran lingkungan sudah menarik perhatian banyak kalangan mulai dari masyarakat lapisan bawah, lembaga swadaya masyarakat sampai kepada pejabat tinggi pemerintah. Pembangunan usaha peternakan ayam akan menghasilkan limbah berupa kotoran ayam, air buangan cucian perlengkapan ayam dan bau yang tidak sedap akan mengganggu kenyamanan. Sumber pencemaran dari peternakan berasal dari kotoran ayam yang berkaitan dengan unsur nitrogen, sulfida yang terkandung di dalamnya.



Penumpukan kotoran atau penyimpanan kotoran ayam akan menyebabkan terjadinya dekomposisi oleh mikroorganisme sehingga terbentuk amoniak, nitrat dan nitrit serta gas sulfida. Gas-gas tersebutlah yang menyebabkan bau (Fenita et al., 2011). Kandungan gas amoniak yang tinggi dalam kotoran ayam juga menunjukkan kemungkinan kurang sempurnanya proses pencernaan atau protein yang berlebihan dalam pakan ternak, sehingga tidak semua protein diabsorpsi sebagai asam amino tetapi dikeluarkan sebagai amoniak dalam kotoran (Svenson, 1990 ; Pauzenga, 1991).

Wahyuni (2008) *dalam* Cyrillaet et al., (2016) menyatakan bahwa kegiatan peternakan dapat memberikan dampak positif terhadap pembangunan, yaitu peningkatan pendapatan peternak, perluasan kesempatan kerja, peningkatan ketersediaan pangan dan penghematan devisa. Soehadji (1992) *dalam* Cyrilla et al., (2016) mengungkapkan bahwa tanpa dilakukan pengolahan limbah yang tepat, kegiatan peternakan menimbulkan permasalahan lingkungan.

Kebersihan lingkungan menjadi salah satu faktor yang menurut khalayak umum akan menurun karena suatu peternakan. Salah satu faktor yang tentu dijadikan pertimbangan dalam pembangunan peternakan adalah kualitas air dan udara, karena limbah peternakan akan terbawa oleh air dan udara bila tidak diolah sebelumnya. Perubahan kualitas air



udara dalam penelitian ini terdiri atas tiga kategori yaitu merusak, tidak rusak dan tidak ada masalah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

4,28% responden menyatakan, kualitas air menjadi rusak tetapi hal ini berlaku pada saat musim hujan beberapa tahun silam sebelum peternakan membuat kolam penampungan, yang berfungsi menampung air lintasan dari peternakan yang berlebih ketika memasuki musim hujan. Mayoritas responden (80%) menyatakan tidak ada masalah terhadap penurunan kualitas udara akibat pembangunan peternakan, karena posisi tempat tinggal responden yang jauh. Penyakit dan perpindahan penduduk akan terjadi ketika peternakan tidak mampu untuk mengolah limbah yang dihasilkan sehingga warga enggan untuk tinggal dan akan mudah terserang penyakit (Cyrilla et al., 2016).

Priyambodo dan Kuspriyanto (2016) menyatakan bahwa hasil wawancara yang telah dilakukan terhadap responden tentang keluhan yang dirasakan masyarakat akibat keberadaan peternakan ayam ras petelur, dari kondisi lingkungan rumah tempat tinggal mereka adalah banyaknya lalat yang ada di rumah responden dan bau yang tidak sedap. Keluhan warga akibat yang ditimbulkan oleh peternakan ayam ras petelur adalah bau yang tidak sedap sebesar 78%, banyaknya lalat 22%. Keluhan masyarakat sekitar peternakan yang paling mengganggu yaitu pada musim penghujan tiba. Kenyataannya masyarakat sekitar peternakan ayam ras petelur mengabaikan bau yang tidak sedap dan banyaknya lalat yang berada di sekitar rumah responden tersebut. Mereka hanya



ingin aspek ekonomi saja tanpa memperhatikan aspek lain. Masyarakat ini kalau dibiarkan terus menerus akan

berdampak pada kesehatan mereka. Saat wawancara masyarakat yang ada di sekitar peternakan hanya sebagian kecil saja dari masyarakat yang menggunakan pengharum ruangan dan perekat lantai untuk mengurangi lalat untuk mengurangi lalat yang berkeliaran di dalam rumah masyarakat.

Keberadaan peternakan ayam ras petelur warga ada juga gangguan kesehatan yang disebabkan oleh peternakan ayam ras petelur yaitu orang terkena gangguan kesehatan seperti batuk-batuk, pusing, flu dan ada yang sesak napas. Masyarakat di sekitar peternakan ayam ras petelur belum memahami tentang bahaya kesehatan akibat dampak yang ditimbulkan oleh keberadaan peternakan ayam ras petelur (Priyambodo dan Kuspriyanto, 2016). Selanjutnya dikatakan pula bahwa perlu adanya upaya penanganan dampak yang akan terjadi dari kegiatan peternakan ayam ras petelur yaitu bau yang ditimbulkan dengan keberadaan peternakan ayam ras petelur perlu ada penanganan yang lebih lanjut. Pemilik peternakan ayam ras petelur mendirikan peternakan yang berdekatan dengan pemukiman warga.

Dampak positif keberadaan peternakan ayam ras petelur di kecamatan Rejotangan menurut Priyambodo dan Kuspriyanto (2016) adalah menambah taraf ekonomi rumah tangga, 61% warga sekitar peternakan bekerja peternak. Selain itu, keberadaan peternakan ayam ras



juga berdampak pada pendapatan yang dihasilkan oleh peternak di sekitar peternakan ayam ras petelur. Pendapatan yang

didapatkan buruh peternakan yaitu Rp. 750.000 setiap bulannya. Usaha peternakan ayam ras petelur di kecamatan Rejotangan mampu menambah lapangan pekerjaan masyarakat sehingga taraf hidup peternakan dan masyarakat sekitar areal peternakan naik sehingga para peternak mampu menyekolahkan anak-anak mereka hingga jenjang perguruan tinggi.

Biyatmoko (2012) menyatakan bahwa berdasarkan hasil inventarisasi dan identifikasi yang dilaksanakan di titik-titik sampling di lima kecamatan di Kota Banjarmasin, sumber pencemar perairan dan sungai asal limbah peternakan adalah dari budidaya ternak, budidaya sapi, budidaya kambing, rumah potong ayam, rumah potong sapi, rumah potong kambing. Potensi beban pencemar di Banjarmasin yang dihasilkan dari kegiatan peternakan adalah Colli total mencapai $20,07 \times 10^9$ /hari, N Total 2,62 kg/hari, P Total 1,26 kg.hari dan BOD mencapai 1.018,93 kg/hari. Limbah peternakan ayam memberikan potensi pencemaran paling besar terhadap parameter Colli Total, P Total dan BOD, sementara limbah peternakan sapi memberikan kontribusi paling besar terhadap limbah N Total. Dua jenis sumber pencemar paling besar dari limbah peternakan di Banjarmasin adalah sumber pencemar Colli dan BOD. Bakteri Colli (*Eschericia coli*) merupakan bakteri fecal yang terdapat pada kotoran ternak, sehingga dengan jumlah populasi ternak yang besar maka cukup



memberikan andil terhadap potensi cemaran Colli di lingkungan k buangan limbah kotoran di sungai sekitar.

Suwito et al., (2014) menyatakan bahwa air sumur merupakan salah satu sumber air untuk keperluan rumah tangga. Air sumur di Yogyakarta merupakan sumber air yang banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga, bahkan di beberapa pedesaan juga digunakan untuk keperluan ternak. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebanyak 12 contoh air sumur di sekitar kandang kelompok sapi potong dari Kabupaten Sleman, Kulon Progo dan Bantul. Contoh air sumur diperiksa terhadap Coliform dan E. Coli dengan metode *most probable number* (MPN), sedangkan Salmonella sp. dengan isolasi dan identifikasi dengan metode Andrews & Hammack. Sebanyak 91,6% dari 12 contoh air sumur, jumlah Coliform dan E. Coli melebihi ambang batas baku mutu air rumah tangga.

Pembangunan yang memanfaatkan sumberdaya hewani akan menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran dan kerusakan lingkungan. Pencemaran dan kerusakan lingkungan menimbulkan ongkos yang harus dibayar masyarakat dan tidak ada jalan untuk menghindarkannya. Masyarakat hanya dihadapi oleh dua pilihan untuk membayar ongkos pencemaran yaitu dalam bentuk biaya penanggulangan atau dalam bentuk tercemarnya lingkungan sehingga menimbulkan kerugian. Kerugian dalam bentuk matinya satwa yang dapat dimanfaatkan manusia, meningkatnya gangguan kesehatan atau penyakit



masyarakat sehingga menurunkan tingkat kesejahteraan dan lingkungan (Harlia et al., 2008).

C. Pencemaran Lingkungan

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/I/1998, yang dimaksud dengan pencemaran adalah Masuk dan dimasukkannya makhluk hidup, zat, energy, dan/atau komponen lain ke dalam air/udara, dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) air/udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara/air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Dengan semakin meningkatnya perkembangan sektor industri dan transportasi, baik industri minyak dan gas bumi, pertanian, industri kimia, industri logam dasar, industri jasa dan jenis aktivitas manusia lainnya, maka semakin meningkat pula tingkat pencemaran pada perairan, udara dan tanah akibat berbagai kegiatan tersebut.

Untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan oleh berbagai aktivitas tersebut maka diperlukan pengendalian terhadap pencemaran lingkungan dengan menetapkan baku mutu lingkungan, termasuk baku mutu air pada sumber air, baku mutu limbah cair, baku mutu udara ambien, baku mutu udara emisi, dan sebagainya (Kristanto, 2004).

1. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tersebar di alam semesta ini



nah terdapat dalam bentuk murni, namun bukan berarti bahwa air sudah tercemar.

Ciri-ciri air yang mengalami polusi/tercemar sangat bervariasi karena tergantung dengan jenis air dan polutan yang terkandung didalamnya. Namun ciri yang paling mudah diketahui adalah: Berbau, berwarna, beracun, berasa. Untuk mengetahui terpolusinya air dapat diamati dengan terjadinya perubahan-perubahan antara lain :

1. Nilai pH; keasaman dan alkalinitas pH normal air adalah 6-8 pH. Bila terlalu rendah, maka dapat menyebabkan korosif.
2. Suhu; apabila suhu terlalu rendah, maka air akan terasa sejuk bahkan dingin hingga sedingin es. Begitu pula sebaliknya, akan tetapi air biasa selalu memiliki suhu pas di ukuran 0⁰ celcius.
3. Warna; warna air yang terpolusi biasanya berbeda dengan warna normalnya (jernih dan bening).
4. Bau; biasanya tergantung pada sumber air, dapat disebabkan oleh bahan kimia, tumbuhan dan hewan air baik yang hidup maupun mati (seperti bau amis dan busuk).
5. Rasa; air normal tidak mempunyai rasa, kecuali rasa asin pada air laut.

Adanya benda-benda asing yang mengakibatkan air tersebut tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya secara normal disebut dengan pencemaran air. Sedangkan air yang tidak tercemar tidak selalu merupakan air murni, tetapi merupakan air yang tidak mengandung bahan asing tertentu dalam jumlah melebihi batas yang telah ditentukan sehingga air tersebut dapat digunakan secara normal untuk keperluan tertentu (Kristanto, 2004).



Padatan terlarut (*dissolve solids*) terdiri dari berbagai macam material yang terlarut di dalam air, diantaranya mineral, garam, logam, serta anion. Sedangkan *Total Dissolve Solids* (TDS) merupakan jumlah dari padatan terlarut yang terdiri garam anorganik (terutama kalsium, magnesium, potassium, sodium, bicarbonates, *chlorides* dan *sulfates*) dan sebagian kecil jumlah organik lain yang larut dalam air (Kristanto, 2004).

Bau limbah cair tergantung dari sumbernya, bau dapat disebabkan oleh bahan-bahan kimia, ganggang, plankton atau tumbuhan dan hewan air baik yang hidup maupun yang mati. Limbah cair mempunyai temperatur lebih tinggi daripada asalnya. Tingginya temperatur disebabkan oleh pengaruh cuaca, pengaruh kimia dalam limbah cair dan kondisi bahan yang dibuang ke dalam saluran limbah. Warna limbah cair menunjukkan kesegaran limbah tersebut, bila warna berubah menjadi hitam maka hal itu menunjukkan telah terjadi pencemaran.

Hubungan antara sumber limbah dan karakteristiknya secara fisika adalah: (a) warna; sumber limbah bahan organik, limbah industri dan domestik; (b) bau; sumber limbah penguraian limbah industri; (c) padatan; sumber limbah adalah sumber air, limbah industri dan domestik; (d) suhu; sumber limbah adalah limbah industrk dan domestik (Kristanto, 2004).

Persyaratan fisika air meliputi: (a) tidak berbau: air yang berbau dapat disebabkan proses penguraian bahan organik yang terdapat di air. (b) jernih: air keruh adalah air mengandung partikel padat konsentrasi yang dapat berupa zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan.



Disamping itu air yang keruh sulit didesinfeksi, karena mikroba pathogen dapat terlindung oleh partikel tersebut. (c) suhu: air yang baik tidak boleh memiliki perbedaan suhu mencolok dengan suhu sekitar (udara ambien). Di Indonesia, suhu air minum idealnya $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dari suhu udara di atas atau di bawah suhu udara berarti mengandung zat-zat tertentu (misalnya fenol yang terlarut) atau sedang terjadi proses biokimia yang mengeluarkan atau menyerap energi air (Kusnaedi, 2002 *dalam* Ikhtiar, 2017), (d) TDS: *total dissolved solid* adalah bahan-bahan terlarut (diameter $< 10^{-6}$ - 10^{-3} mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik. Kesadahan mengakibatkan terjadinya endapan/kerak pada sistem perpipaan (Ikhtiar, 2017).

Perubahan yang ditimbulkan parameter fisika dalam air limbah yaitu padatan, kekeruhan, bau, temperatur, daya hantar listrik dan warna. Bau pada air bisa timbul karena adanya kegiatan mikroorganik yang menguraikan zat organik menghasilkan gas tertentu. Disamping itu bau juga timbul karena terjadinya reaksi kimia yang menimbulkan gas. Kuat tidaknya bau yang dihasilkan limbah tergantung pada jenis dan banyak gas yang ditimbulkan (Gintings, 1995).

Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Air minumpun seharusnya tidak mengandung kuman patogen dan segala mahluk yang membahayakan kesehatan

. Tidak mengandung zat kimia yang dapat mengubah fungsi dan dapat diterima secara estetis, dan dapat merugikan secara



ekonomis. Air minum biasanya tidak memberi rasa/tawar. Air yang tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Rasa logam/amis, rasa pahit, asin, dan sebagainya. Efeknya tergantung pula pada penyebab timbulnya rasa tersebut (Suriawiria, 2003).

Air yang normal sebenarnya tidak mempunyai rasa. Timbulnya rasa yang menyimpang biasanya disebabkan oleh adanya polusi, dan rasa yang menyimpang tersebut biasanya dihubungkan dengan baunya karena pengujian terhadap rasa air jarang dilakukan. Air yang mempunyai bau tidak normal juga dianggap mempunyai rasa yang tidak normal (Fardiaz, 2003).

Air sering digunakan sebagai medium pendingin dalam berbagai proses industri. Air pendingin tersebut setelah digunakan akan mendapatkan panas dari bahan yang didinginkan, kemudian dikembalikan ke tempat asalnya, yaitu sungai atau sumber air lainnya. Air buangan tersebut mungkin mempunyai suhu lebih tinggi daripada air asalnya (Kristanto, 2004). Selanjutnya dinyatakan pula bahwa, naiknya suhu air akan menimbulkan akibat sebagai berikut: menurunnya jumlah oksigen terlarut dalam air, meningkatkan kecepatan reaksi kimia, mengganggu kehidupan ikan dan hewan air lainnya, jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya mungkin akan mati.



Kristanto (2004) menyatakan bahwa warna air yang terdapat di alam sangat bervariasi, misalnya air di rawa-rawa berwarna kuning, coklat atau kehijauan. Air sungai biasanya berwarna kuning kecoklatan karena mengandung lumpur. Fardiaz (2003) menyatakan bahwa warna air dibedakan atas 2 macam yaitu: (1) warna sejati (*true color*) yang diakibatkan oleh bahan-bahan terlarut, (2) Warna semu (*apparent color*) yang selain diakibatkan oleh bahan-bahan terlarut, juga karena bahan-bahan tersuspensi, termasuk diantaranya yang bersifat koloid.

Batas kekeruhan air 5 NTU karena apabila nilai turbiditas/kekeruhan di atas 5 NTU maka akan jelas terlihat oleh mata. Kekeruhan pada air disebabkan karena kandungan asam humat, senyawa besi, zattersuspensi dan koloig seperti lempung, lumpur halus, serta plankton dan organisme mikroskopis lainnya (Allen dan Copes, 2008).

Gintings (1995) menyatakan bahwa nilai kekeruhan air dikonversikan ke dalam ukuran SiO₂ dalam satuan mg/l. Semakin keruh air semakin tinggi daya hantar listrik dan semakin banyak pula padatannya. Kekeruhan menunjukkan sifat optis air, yang mengakibatkan pembiasan cahaya ke dalam air. Kekeruhan membatasi masuknya cahaya ke dalam air. Kekeruhan ini terjadi karena adanya bahan yang terapung, dan terurainya zat tertentu, seperti bahan organik, jasad renik, lumpur tanah liat dan benda lain yang melayang atau terapung dan sangat halus

Semakin keruh air, semakin tinggi daya hantar listriknya dan banyak pula padatannya (Kristanto, 2004).



Slamet (2007) menyatakan bahwa kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun bersifat organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman dan hewan. Buangan industri dapat juga merupakan sumber kekeruhan.. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya. Bakteri ini juga merupakan zat organik tersuspensi, sehingga pertumbuhannya akan menambah pula kekeruhan air. Demikian pula dengan algae yang berkembang biak karena adanya zat hara N,P,K akan menambah kekeruhan air. Air yang keruh sulit didesinfeksi, karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi tersebut. Hal ini tentu berbahaya bagi kesehatan, bila mikroba itu patogen.

Total Dissolved Solids (TDS) merupakan padatan yang terdiri dari senyawa organik dan anorganik yang larut dalam air, mineral dan garam-garamnya (Fardiaz, 1992). Jumlah TDS dipengaruhi oleh pelapukan batuan dan limpasan tanah di sekitar sumber air serta pengaruh limbah domestik air yang mengandung TDS tinggi dapat menyebabkan rasa air yang tidak enak seperti rasa logam dan timbulnya kerak dalam alat-alat rumah tangga (Sari dan Huljana, 2019).

Fardiaz (2003) menyatakan bahwa padatan terlarut adalah padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil daripada padatan tersuspensi. Padatan ini terdiri dari senyawa-senyawa anorganik dan organik yang larut air, mineral dan garam-garamnya. Selain itu, air buangan juga sering mengandung sabun, deterjen dan surfaktan yang misalnya pada air buangan rumah tangga dan industri pencucian.



Padatan terlarut adalah padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil dibandingkan padatan tersuspensi. Padatan ini terdiri dari senyawa-senyawa organik dan anorganik yang larut dalam air, mineral dan garam-garamnya. Padatan terlarut total mencerminkan jumlah kepekatan padatan dalam suatu sampel air. Juga dinyatakan dalam milligram per liter atau ppm. Misalnya, suatu sampel air dengan padatan terlarut total, artinya dalam 1 liter air terdapat 200 mg padatan terlarut. Padatan terlarut total dapat lebih cepat ditentukan dengan mengukur daya hantar listrik sampel air. Derajat konduktivitas air adalah sebanding dengan padatan terlarut total dalam air itu (Kristanto, 2004).

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri *aerobic* melalui proses biologis (*biological oxidation*) secara dekomposisi aerobik (Riady, 1984 dalam Ismy et al., 2013).

BOD adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendeteksi secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD menggambarkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi di dalam air. Pemeriksaan BOD dilakukan untuk menentukan beban pencemaran akibat buangan dan untuk merancang sistem pengolahan biologis bagi air

cemar. Prinsip pemeriksaan BOD didasarkan atas reaksi oksidasi nis dengan oksigen di dalam air, dan proses tersebut berlangsung



karena adanya bakteri. Sebagai hasil oksidasi akan terbentuk karbon dioksida, air dan amoniak. Dengan demikian zat organik yang ada di dalam air diukur berdasarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk mengoksidasi zat organik tersebut (Alaerts dan Santika, 1987 dalam Safitri, 2009).

BOD ditentukan dengan mengukur oksigen yang diserap oleh sampel limbah cair akibat adanya mikroorganisme selama satu periode waktu tertentu, biasanya 5 hari, pada satu temperatur tertentu, umumnya 20°C. Namun untuk negara-negara yang beriklim tropis temperatur lebih tinggi dapat digunakan untuk mengurangi biaya inkubasi yang memerlukan unit-unit pemanasan dan pendinginan (BOD pada suhu 30°C) sesuai untuk bagian-bagian dunia yang temperatur ambientnya cenderung tinggi. Suhu tersebut juga tepat untuk daerah dimana temperatur lebih tinggi digunakan untuk standar penentuan sehingga lamanya pemeriksaan dari 5 hari menjadi 4 hari atau bahkan 3 hari, hal ini akan mengurangi inkubator yang diperlukan karena sampel harus dieramkan pada periode yang lebih pendek.

Konsentrasi BOD yang tinggi menunjukkan jumlah mikroorganisme patogen juga banyak. Mikroorganisme patogen dapat menimbulkan berbagai macam penyakit pada manusia (Ismy et al., 2013). Tingginya BOD pada sampel menunjukkan tingginya kandungan bahan organik



i et al., 2016) menyatakan bahwa tingginya kadar BOD di sekitar kan berasal dari akumulasi limbah organik peternakan seperti sisa-

sisanya makanan ternak dan kotoran ternak yang larut dan merembes ke sumber air di sekitar peternakan sehingga menyebabkan kadar oksigen terlarut dalam air menurun dan BOD meningkat. Kadar BOD sebesar 7,99 mg/l menunjukkan bahwa untuk mengurai senyawa organik yang ada di dalam air tersebut dibutuhkan 7,99 mg O₂ per liter sampel air atau dengan kata lain jumlah bahan organik mudah urai dan dapat didegradasi oleh mikroorganisme dalam air (*biodegradable organics*) sebesar 7,99 mg/L.

Nilai BOD yang tinggi juga menandakan jika kualitas air tersebut juga rendah. Hal ini dinyatakan Rachmawati et al., (2019) bahwa BOD atau *biological oxygen demand* ialah tingkat permintaan oksigen oleh makhluk hidup dalam air tersebut. Jadi semakin tinggi nilainya maka semakin banyak mikroba dan membuat nilai DO atau *dissolve oxygen* turun. Semakin tinggi nilai BOD maka akan semakin rendah kualitas air.

BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air. Jadi nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi, yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut di dalam air, maka berarti kandungan bahan buangan yang membutuhkan oksigen adalah tinggi. Organisme hidup



bersifat aerobik membutuhkan oksigen untuk proses reaksi biokimia, untuk mengoksidasi bahan organik, sintesis sel, dan oksidasi sel (Sudrajat, 2004).

Semakin banyak zat organik yang diuraikan maka semakin banyak pula pemakaian oksigen di dalam air, akibatnya akan menuju keadaan yang anerobik kemudian akan menyebabkan bau kurang enak karena timbulnya gas-gas. Pemeriksaan bakteri BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat limbah cair dan juga diperlukan untuk mendesain sistem untuk pengolahan limbah cair secara biologis disamping banyak dipakai untuk mengetahui cemaran organik (Mahida, 1984 dalam Rachmawati et al, 2019).

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan analisis terhadap jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada di dalam 1 liter sampel air dengan menggunakan pengoksidasi $K_2Cr_2O_7$ sebagai oksigen. Angka COD yang didapat merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik, dimana secara alami dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologi yang mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Alaerts dan Santika, 1987 dalam Safitri, 2009) .

COD atau kebutuhan oksigen kimiawi ialah jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat-zat organik. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya kandungan oksigen di dalam air. Hasil pengukuran COD



gunakan untuk memperkirakan BOD ultimate atau nilai BOD tidak ditentukan karena terdapat bahan-bahan beracun (Mahida, 1984 afitri, 2009).

COD atau *chemical oxygen demand* ialah tingkat kebutuhan senyawa kimia terhadap oksigen, bisa jadi dipakai untuk mengurai dan sebagainya. Nilai COD juga berbanding terbalik dengan DO. Angka COD yang didapat merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik, dimana secara alami dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologi yang mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Alaerts dan Santika, 1987 *dalam* Safitri, 2009). Selanjutnya dinyatakan pula bahwa angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya kandungan oksigen di dalam air.

Kristanto (2004) menyatakan bahwa untuk mengetahui jumlah bahan organik di dalam air dapat dilakukan suatu uji yang lebih cepat dari uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan oksidan. Uji ini disebut dengan uji COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan, misalnya kalium dikromat, untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air.

Tingkat kesadahan dalam air dipengaruhi oleh ion kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Air yang mempunyai tingkat kesadahan terlalu tinggi sangat merugikan karena beberapa hal diantaranya dapat menimbulkan karatan/korosi pada alat-alat yang terbuat dari besi, menyebabkan sabun kurang membusa sehingga meningkatkan konsumsi sabun, dan dapat menimbulkan endapa atau kerak-kerak di dalam wadah-wadah

an. Oleh karena itu air yang akan digunakan untuk industri nya sifat kesadahannya dihilangkan terlebih dahulu (Fardiaz,



Hubungan tingkat kesadahan dengan kandungan Ca dan Mg ditunjukkan dengan konsentrasi Ca dalam air minum yang lebih rendah dari 75 mg/l dapat menyebabkan penyakit tulang rapuh, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dari 200 mg/l dapat menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air.

Slamet (2007) menyatakan bahwa kesadahan dapat menyebabkan pengendapan pada dinding pipa. Kesadahan yang tinggi disebabkan sebagian besar oleh Calcium, Magnesium Strontium, dan Ferrum. Masalah yang dapat timbul adalah sulitnya sabun membusa, sehingga masyarakat tidak suka memanfaatkan penyediaan air bersih tersebut.

Nitrogen sebagai sumber nitrat terbanyak terdapat di udara, yaitu sebesar 78% volume udara. Ada tiga tandon (gudang) nitrogen di alam. Yang pertama adalah udara; kedua, senyawa anorganik (nitrat, nitrit, amoniak); dan yang ketiga adalah senyawa organik (Protein, asam urea). Hanya sedikit organisme yang dapat langsung memanfaatkan nitrogen udara. Tumbuhan dapat menghisap nitrogen dalam bentuk nitrat, NO₃ (Kristanto, 2004).

Rachmawati (2000) menyatakan bahwa protein pada kotoran ayam merupakan sumber nitrogen selain ada juga nitrogen inorganik lainnya. Nitrit sangat berbahaya untuk tubuh terutama bayi di bawah umur 3 bulan, karena dapat menyebabkan methaemoglobinemia yaitu kondisi di mana

n mengikat haemoglobin (Hb) darah sehingga menghalangi ikatan an oksigen.



Tumbuhan dan hewan yang telah mati akan diuraikan proteinnya oleh organisme pembusuk menjadi amoniak dan senyawa amonium. Nitrogen dalam kotoran air dan air seni akan berakhir menjadi amoniak juga. Amoniak merupakan hasil tambahan penguraian (pembusukan) protein tumbuhan atau hewan, atau dalam kotorannya. Jadi, jika terdapat amoniak dalam air, ada kemungkinan kotoran hewan masuk. Amoniak dalam air tidak terlalu berbahaya jika air tersebut dibeli klor (Kristanto, 2004).

Jika amoniak diubah menjadi nitrit, maka akan terdapat nitrit dalam air. Hal ini terjadi jika air tidak mengalir, khususnya di bagian dasar. Nitrit amat beracun di dalam air, tetapi tidak bertahan lama. Kandungan nitrogen di dalam air sebaiknya di bawah 0,3 ppm. Kandungan nitrogen di atas jumlah tersebut mengakibatkan ganggang tumbuh dengan subur. Jika kandungan nitrat di dalam air mencapai 45 ppm maka berbahaya untuk diminum. Nitrat tersebut akan berubah menjadi nitrit di perut. Keracunan nitrit akan mengakibatkan wajah membiru dan kematian (Kristanto, 2004).

Nitrogen terdapat dalam bentuk amonia dan bahan nitrogen lainnya. Amonia terlarut dalam air membentuk ammonium yang cenderung mengikat oksigen. Karena adanya proses oksidasi oleh bakteri aerobik yaitu Nitrosomonas maka ammonium berubah menjadi nitrit (NO_2) dan selanjutnya karena adanya oksigen di dalam air nitrit teroksidasi oleh



Nitrobakter menjadi nitrai (NO_3). Pada kondisi kurang oksigen, reversible dapat terjadi sehingga nitrat dapat tereduksi kembali nitrit (Prabowo dan Dewi, 2016).

Batas aman air untuk dikonsumsi adalah pH 6,5-8,5. Derajat keasaman (pH) air yang lebih kecil dari 6,5 atau pH asam meningkatkan korosifitas pada benda-benda logam, menimbulkan rasa tidak enak dan dapat menyebabkan beberapa bahan kimia menjadi racun yang mengganggu kesehatan (Sutrisno et al., 2006). Sedangkan konsumsi air dengan pH terlalu tinggi dalam jangka panjang diperkirakan dapat mengubah komposisi pH asam lambung yang berkisar 1-2.

Air minum sebaiknya netral, tidak asam/basa, untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat, dan korosi jaringan distribusi air minum. Air adalah bahan pelarut yang baik sekali, maka dibantu dengan pH yang tidak netral, dapat melarutkan berbagai elemen kimia yang dilaluinya (Slamet, 2007).

Kristanto (2004) menyatakan bahwa nilai pH air yang normal adalah sekitar netral yaitu antara 6 sampai 8, sedangkan pH air yang tercemar, misalnya air limbah (buangan), berbeda-beda tergantung pada jenis limbahnya. Air yang masih segar dari pegunungan biasanya mempunyai pH yang lebih tinggi. Semakin lama pH air akan menurun menuju kondisi asam. Hal ini bertambahnya bahan-bahan organik yang membebaskan CO₂ jika mengalami proses penguraian.

Perubahan keasaman pada air limbah, baik ke arah alkali (pH naik) maupun ke arah asam (pH turun), akan sangat mengganggu kehidupan hewan air. Selain itu, air limbah yang menimbulkan pH rendah sangat korosif terhadap baja dan sering mengakibatkan pipa besi berkarat (Kristanto, 2004).



Konsentrasi ion hydrogen (pH) merupakan parameter penting untuk kualitas air dan air limbah. pH sangat berperan dalam kehidupan biologi dan mikrobiologi (Alaerts dan Santika, 1987 *dalam* Safitri, 2009). pH sangat berpengaruh dalam proses pengolahan air limbah. Baku mutu yang ditetapkan sebesar 6-9. Pengaruh yang terjadi apabila pH terlalu rendah adalah penurunan oksigen terlarut, konsumsi oksigen menurun, peningkatan aktivitas pernapasan serta penurunan selera makan. Oleh karena itu, sebelum limbah diolah, diperlukan pemeriksaan pH serta menambahkan larutan penyangga, agar dicapai pH yang optimal.

Mikroorganisme yang terdapat di dalam air berasal dari berbagai sumber seperti udara, tanah, sampah, lumpur, tanaman hidup atau mati, hewan hidup atau mati (bangkai), kotoran manusia atau hewan, bahan organik lainnya dan sebagainya (Fardiaz, 2003).

Kualitas air yang baik adalah air yang bebas dari berbagai macam mikroorganisme yang membahayakan (Aris et al., 2015; Keman, 2005; *dalam* Besung, et al, 2017). Keberadaan bakteri pada air minum dapat dijadikan salah satu parameter mikrobiologis atau indikator sanitasi terhadap kualitas air. Jenis-jenis bakteri yang digunakan sebagai indikator sanitasi terhadap kualitas air meliputi: jumlah Angka Lempeng Total Bakteri (ALTB), Coliform dan Escherichia Coli (E-Coli). Bakteri Coliform merupakan bakteri sebagai salah satu parameter mikrobiologis terpenting

› kualitas air minum (Suarjana, 2009).



Coliform merupakan mikroorganisme komensial atau sebagai flora normal yang terdapat dalam saluran pencernaan hewan dan manusia. Produk bahan-bahan pakan yang berasal dari ternak cenderung lebih mudah terkontaminasi oleh Coliform daripada bahan-bahan yang bukan berasal dari ternak. Demikian pula air yang dipergunakan untuk keperluan manusia dan ternak mudah terkontaminasi oleh feces hewan/manusia yang mengandung bakteri Coliform (Suarjana, 2009).

Salah satu parameter dalam pemantauan lingkungan kualitas air adalah parameter mikrobiologi dari jenis bakteri berupa total Coliform dengan satuan MPN/100ml. Robinson, et al (2000) dalam Handayani (2016), menyampaikan total Coliform adalah salah satu organisme indikator pencemaran air. Selanjutnya Suriawiria (2003) menyampaikan bahwa bakteri yang digunakan sebagai indikator pencemaran adalah Coliform fekal (coli tinja) dan Coliform karena jumlah koloninya pasti berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri pathogen.

Hal ini sejalan dengan Karimi, et al (2011) menyatakan bahwa 70 (tujuh puluh) sampel air minum peternakan unggas diuji untuk melihat kontaminasi E-Coli di Provinsi Qom di Iran. Kasus colibacillosis dari peternakan positif juga dikumpulkan dan diuji. Isolat itu diperiksa untuk serotype, deteksi gen virulensi oleh multipleks PCR dan resistensi antibiotik. 30 (tiga puluh) sampel air peternakan unggas memiliki E-Coli

3,57%.



Hampir 50% dari total sampel air di peternakan positif tercemar E-Coli. Cemarannya E-Coli kemungkinan besar berasal dari cemaran materi organik seperti feses/kotoran ayam. Dalam tiap gram feses bisa terkandung sekitar 10^6 bakteri E-Coli. Bakteri ini sangat mudah hidup dan konsentrasinya banyak di air permukaan. Sumber air yang terlalu dangkal, dekat dengan sumber tumpukan feses, dekat swah, sungai/rawa, atau septic tank, memiliki risiko besar terkontaminasi E-Coli, baik itu dimusim hujan maupun kemarau (Info Medion, 2017).

Selain itu, bakteri yang ada pada air berasal dari kontaminasi dan bakteri yang memang hidup dalam air adalah Escherichia Coli (E-Coli). E-Coli adalah bakteri parameter kualitas air minum karena keberadaannya di dalam air tersebut terkontaminasi oleh feses, yang kemungkinan juga mengandung mikroorganisme enterik patogen lainnya (Anggraini et al, 2013 dalam Lusandika, et al, 2017).

Untuk mengidentifikasi mikroorganisme yang mencemari air tanah dalam kawasan peternakan ayam ras petelur di provinsi Henan Selatan dan memilih obat-obatan yang sensitif, penelitian ini mengevaluasi jumlah bakteri total dan melakukan tes biokimia bakteri, sekuensing gen, konstruksi pohon filogenetik, dan tes penyaringan regangansensitif. Jumlah total bakteri dalam air tanah adalah $3,44 \times 10^4$ CFU/mL. Mikroorganisme penyebab pencemaran air tanah adalah E-Coli, yang sangat sensitif terhadap enrofloxacin. Oleh karena itu, emisi kotoran



harus diperhatikan oleh perusahaan pembibitan, agar tidak terkontaminasi air tanah pertanian dan membahayakan kesehatan ternak dan manusia (Wang, et al, 2017).

2. Pencemaran Udara

Pencemaran udara berarti hadirnya satu atau beberapa kontaminan di dalam udara atmosfer di luar, seperti antara lain oleh debu, busa, gas, kabut, bau-bauan, asap atau uap dalam kuantitas yang banyak, dengan berbagai sifat maupun berlangsungnya di udara tersebut, hingga dapat menimbulkan gangguan-gangguan terhadap kehidupan manusia, tumbuhan atau hewan maupun benda, atau tanpa alasan jelas sudah dapat mempengaruhi kelestarian kehidupan organisme maupun benda (Henry C. Perkins, 1974 *dalam* Kristanto, 2004).

Sedangkan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/1998, yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam udara dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Kristanto, 2004).

Udara di alam tidak pernah dijumpai dalam keadaan bersih tanpa polutan sama sekali. Beberapa gas seperti sulfur dioksida (SO_2), hydrogen sulfide (H_2S), dan karbonmonoksida (CO) selalu dibebaskan ke udara sebagai produk sampingan dari proses alami seperti aktivitas vulkanik, pembusukan sampah tanaman, kebakaran hutan, dan sebagainya. Selain itu partikel-partikel padat atau cair berukuran kecil tersebar di udara oleh anginnya, letusan vulkanik atau gangguan lainnya. Selain disebabkan oleh polutan alami tersebut, pencemaran juga dapat disebabkan oleh aktivitas manusia (Kristanto, 2004).



Kristanto (2004) menyatakan bahwa jika dilihat dari sumber-sumber yang menghasilkan CO, maka seharusnya pencemaran CO di udara cukup tinggi, tetapi ternyata hal itu tidak terjadi. Dengan kata lain jumlah pencemaran CO di udara jauh lebih kecil dibandingkan dengan jumlah yang dilepaskan ke atmosfer. Mekanisme alam di mana karbondioksida hilang dari udara telah banyak diteliti, dan pembersihan CO dari udara mungkin terjadi karena beberapa proses sebagai berikut:

- Reaksi atmosfer yang berjalan lambat sehingga jumlah CO yang hilang sedikit.
- Aktivitas mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah dapat menghilangkan CO dengan kecepatan tinggi.

Ikhtiar (2017) menyatakan bahwa konsentrasi gas di dalam udara bisa naik atau menurun disebabkan oleh beberapa faktor yaitu ketinggian, banyaknya tumbuhan berklorofil, kepadatan penduduk, pembakaran pad industri/mobil, kebakaran, serta faktor plankton pada permukaan air.

Pencemaran udara yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas-gas dan partikel kecil/aerosol) ke dalam udara dalam jumlah tertentu untuk jangka waktu yang cukup lama, sehingga dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tanaman (Yunita et al., 2017). Selanjutnya dinyatakan pula bahwa pencemaran udara sudah menjadi bagian dari masalah dunia. Pencemaran udara atau polusi udara merupakan masalah

yang mengancam lingkungan kehidupan manusia. Hal ini ditandai dengan penurunan kualitas udara terutama di kota-kota besar dalam beberapa tahun terakhir. Faktor-faktor yang menjadi sumber utama polusi



udara di kota-kota besar adalah transportasi kendaraan bermesin, industri dengan gas buangan industri, kepadatan penduduk, pusat pertokoan dan iklim yang meliputi kelembaban udara, suhu udara dan kecepatan angin. Faktor-faktor yang dapat mencegah atau menghambat timbulnya polusi udara adalah lahan hijau dan banyaknya pohon.

Fardiaz (2003) menyatakan bahwa suhu udara di atas bumi secara normal menurun sesuai dengan tingginya lapisan-lapisan atmosfer. Suhu dapat menyebabkan polutan dalam atmosfer yang lebih rendah dan tidak menyebar. Peningkatan suhu dapat menjadi katalisator atau membantu mempercepat reaksi kimia perubahan suatu polutan udara. Pada musim kemarau dimana keadaan udara lebih kering dengan suhu cenderung meningkat serta angin yang bertiup lambat dibanding dengan keadaan hujan maka polutan udara pada keadaan musim kemarau cenderung tinggi karena tidak terjadi pengenceran polutan di udara.

Kelembaban udara menyatakan banyaknya uap air dalam udara. Kandungan uap air ini penting karena uap air mempunyai sifat menyerap radiasi bumi yang akan menentukan cepatnya kehilangan panas dari bumi sehingga dengan sendirinya juga ikut mengatur suhu udara (Soedomo, 2000). Selanjutnya dinyatakan pula bahwa kondisi udara yang lembab akan membantu proses pengendapan bahan pencemar, sebab dengan keadaan udara yang lembab maka beberapa bahan pencemar berbentuk partikel (misalnya debu) akan berikatan dengan air yang ada dalam udara membentuk partikel yang berukuran lebih besar sehingga mudah dapat ke permukaan bumi oleh gaya tarik bumi.



Soedomo (2000) menyatakan bahwa pencemaran udara berbeda pada satu tempat dengan tempat lain karena adanya perbedaan kondisi pencahayaan, kelembaban, temperatur, angin serta hujan yang akan membawa pengaruh besar dalam penyebaran dan difusi pencemar udara yang diemisikan baik dalam skala lokal/kota tersebut atau skala regional/kota dan sekitarnya.

Sumber polutan utama dari SO₂ adalah pembakaran bahan bakar, yaitu batu arang, minyak bakar, gas, kayu dan sebagainya. Di udara SO₂ selalu terbentuk dalam jumlah besar, pencemaran disebabkan oleh komponen sulfur bentuk gas yang tidak berwarna. Sulfur yang ada di udara hanya sepertiga yang merupakan hasil aktivitas manusia, duapertiga berasal dari sumber-sumber alam seperti volcano dan terdapat dalam bentuk H₂S dan oksida (Kristanto, 2004).

Sumber-sumber SO₂ buatan adalah pembakaran bahan bakar minyak, gas, batu bara yang mengandung sulfur tinggi. Sedangkan sumber-sumber SO₂ alamiah adalah gunung-gunung berapi, pembusukan bahan organik oleh mikroba, dan reduksi sulfat secara biologis. SO₂ dikenal sebagai gas yang tidak bersifat iritan kuat bagi kulit dan selaput lender. Zat ini mudah diserap oleh selaput lender saluran pernapasan bagian atas. Dalam kadar rendah, SO₂ dapat menimbulkan spasme temporer otot-otot polos pada bronkioli. Zat ini juga dapat menyebabkan

Ikhtiar, 2017).



Kristanto (2004) menyatakan bahwa berbagai pengaruh yang timbul karena pencemaran NO_x bukan disebabkan karena oksida tersebut, melainkan karena penarannya dalam pembentukan oksidan fotokimia yang merupakan komponen berbahaya di dalam asap. Jumlah NO yang terdapat di udara dalam keadaan ekuilibrium dipengaruhi oleh: suhu pembakaran, selang waktu gas hasil pembakaran terdapat pada suhu tersebut, serta jumlah kelebihan oksigen tersedia.

Slamet (1994) menyatakan bahwa NO₂ adalah zat yang tidak pernah ada di dalam udara yang murni. Sumber utama NO₂ adalah pembakaran. NO₂ adalah gas toxis bagi manusia. Efek yang terjadi tergantung pada dosis serta lamanya pemaparan yang diterima seseorang. Konsentrasi NO₂ yang berkisar antara 50-100 ppm dapat menyebabkan peradangan paru-paru bila orang terpapar selama beberapa menit saja. Pada fase ini orang masih dapat sembuh kembali dalam waktu 6-8 minggu. Konsentrasi 150-200 ppm dapat menyebabkan pemampatan bronchioli. Orang dapat meninggal dalam waktu 3-5 minggu setelah pemaparan. Konsentrasi lebih dari 500 ppm dapat mematikan dalam waktu 2-10 hari. Hal ini sering dialami petani yang memasuki gudang makanan ternak (silo) dimana terjadi akumulasi gas NO₂, oleh karenanya penyakit paru-paru ini dikenal sebagai "silo filler's disease".

Fardiaz (2003) menyatakan bahwa karena kendaraan bermotor merupakan sumber polutan CO yang utama (sekitar 59,2%), maka daerah yang berpenduduk padat dengan lalu lintas ramai



memperhatikan tingkat polusi CO yang tinggi. Konsentrasi CO di udara per waktu dalam satu hari dipengaruhi oleh kesibukan atau aktivitas kendaraan bermotor yang ada. Semakin ramai kendaraan bermotor yang ada, semakin tinggi tingkat polusi CO di udara.

Kristanto (2004) menyatakan bahwa konsentrasi CO di udara pada tempat tertentu dipengaruhi oleh kecepatan emisi (pelepasan) CO di udara dan kecepatan disperse (pembersihan) CO dari udara. Pada daerah perkotaan kecepatan disperse CO dari udara sangat lambat. Kecepatan disperse dipengaruhi langsung oleh faktor-faktor meteorologis, seperti kecepatan dan arah angin, turbulensi udara, serta stabilitas atmosfer.

Karbon monoksida dapat menyebabkan pekerjaan darah (butir darah merah) atau hemoglobin terganggu. Fungsi hemoglobin yang ada pada butir darah merah untuk mengikat oksigen dan mengedarkannya ke seluruh tubuh menjadi terganggu karena terikatnya CO pada hemoglobin. Akibatnya tubuh akan mengalami kekurangan oksigen yang sangat vital sehingga jantung dan paru-paru akan bekerja lebih keras lagi untuk memberikan oksigen. Pengaruh ini cukup terasa akibatnya bagi penyakit jantung dan paru-paru (Ikhtiar, 2017).

Kristanto (2004) menyatakan bahwa telah lama diketahui bahwa manusia akan mati bila terkena gas CO dengan konsentrasi yang tinggi.

Gas CO pada konsentrasi yang relatif rendah (100 ppm atau kurang) pun



menyebabkan gangguan kesehatan. Pengaruh CO terhadap tubuh terutama disebabkan karena reaksi antara CO, dengan haemoglobin (Hb) di dalam

darah. Haemoglobin di dalam darah secara normal berfungsi dalam sistem transfor untuk membawa oksigen dalam bentuk oksihemoglobin (O₂Hb) dari paru-paru ke sel-sel tubuh, dan membawa CO₂ dalam bentuk CO₂Hb dari sel-sel tubuh ke paru-paru. Dengan adanya CO, haemoglobin dapat membentuk karboksihemoglobin (COHb). Jika reaksi demikian yang terjadi maka kemampuan darah untuk mentransfor oksigen menjadi berkurang.

Fardiaz (2003) menyatakan bahwa telah lama diketahui bahwa kontak antara manusia dengan CO pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian. Tetapi ternyata kontak CO pada konsentrasi yang relatif rendah (100 ppm atau kurang) juga dapat mengganggu kesehatan. Hal ini penting untuk diketahui terutama dalam hubungannya dengan masalah lingkungan karena konsentrasi CO di udara pada umumnya memang kurang dari 100 ppm.

Joko (1995) menyatakan bahwa timbal secara alamiah terdapat dalam jumlah kecil pada batu-batuan, penguapan lava, tanah dan tumbuhan. Timbal komersial dihasilkan melalui penambangan, peleburan, pengilangan dan pengolahan ulang sekunder. Selanjutnya Reffiane et al., (2011) menyatakan bahwa salah satunya dampak aktivitas transportasi adalah terjadinya pencemaran udara, yaitu terjadinya emisi gas buang yaitu Timbal (Pb) merupakan logam berat yang bersifat toksin yang



ngaruhi lingkungan dan kesehatan manusia dan bersifat tif.

Sumber-sumber lain yang menyebabkan timbal terdapat dalam udara ada bermacam-macam. Di antara sumber alternatif ini yang tergolong besar adalah pembakaran batu bara, asap dari pabrik-pabrik yang mengolah senyawa timbal alkil, timbal oksida, peleburan biji timbal dan transfer bahan bakar kendaraan bermotor, karena senyawa timbal yang terdapat dalam bahan bakar tersebut dengan sangat mudah menguap. Kadar timbal dari sumber alamiah sangat rendah dibandingkan dengan timbal yang berasal dari pembuangan gas kendaraan bermotor (Palar, 2004).

Pengaruh timbal dalam tubuh belum diketahui benar tetapi perlu waspada terhadap pemajanan jangka panjang Timah Hitam dalam tulang tidak beracun tetapi pada kondisi tertentu bisa dilepaskan karena infeksi atau proses biokimia dan memberikan gejala keluhan garam Pb tidak bersifat karsiogenik terhadap manusia. Gangguan kesehatan adalah akibat bereaksinya Pb dengan gugusan sulfhidril dari protein yang menyebabkan pengendapan protein dan menghambat pembuatan haemoglobin, Gejala keracunan akut didapati bila tertelan dalam jumlah besar yang dapat menimbulkan sakit perut muntah atau diare akut. Gejala keracunan kronis bisa menyebabkan hilang nafsu makan, konstipasi lelah sakit kepala, anemia, kelumpuhan anggota badan, Kejang dan gangguan penglihatan (Kristanto, 2004).



NH₃ yang secara alami hadir di lingkungan sekitar dihasilkan dari sisa bahan organik di tanah seperti tumbuhan, bangkai, dan kotoran hewan yang diurai oleh bakteri. Risiko kesehatan NH₃ terutama paling berbahaya jika kita menerima paparan dalam jumlah yang berlebihan. Baik itu sekaligus banyak dalam satu waktu maupun sedikit demi sedikit tapi berkelanjutan. NH₃ biasanya segera menimbulkan reaksi jika terjadi paparan pada kulit, mata, rongga mulut, saluran pernapasan, dan saluran pencernaan yang memiliki lapisan lembap (Ritz et al., 2004).

Sumber emisi NH₃ dari kegiatan manusia diperkirakan 50% berasal dari kegiatan peternakan. Produksi peternakan ayam diperkirakan menghasilkan emisi amonia sebanyak 1,9 juta metrik ton per tahun atau 2,1 Tg (tera gram) per tahun (Ritz et al., 2004). Selanjutnya dinyatakan pula bahwa emisi NH₃ dapat dengan cepat bereaksi dengan komponen asam yang terdapat di atmosfer, seperti asam nitrit dan asam sulfur, dan berubah menjadi partikel aerosol amonium, seperti amonium sulfat dan amonium nitrat.

Kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan kenyamanan lingkungan pada tingkat dan waktu tertentu. Gangguan pendengaran akibat bising atau *Noise Induced Hearing Loss* (NIHL) adalah gangguan pendengaran tipe sensorineural yang disebabkan oleh pajanan bising yang cukup keras



angka waktu yang lama, biasanya akibat bising lingkungan kerja (016).

3. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah adalah keadaan dimana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami (Veegha, 2008; Darmono, 2001; *dalam* Suastika et al., 2014) menyatakan bahwa ada dua sumber utama kontaminasi tanah yaitu kebocoran bahan kimia organik dan penyimpanan bahan kimia dalam bunker yang disimpan dalam tanah, dan penampungan limbah industri yang ditampung dalam suatu kolam besar yang terletak di atas atau di dekat sumber air tanah.

Pencemaran tanah biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komerial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan; kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah; air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (*illegal dumping*). Ketika suatu zat berbahaya/beracun telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya (Veegha, 2008 *dalam* Suastika et al., 2014).



Kesuburan tanah terkait dengan kandungan semua unsur hara di dalam tanah yang diperlukan oleh tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Tanah dikatakan mempunyai tingkat kesuburan tinggi/baik jika tanah tersebut mampu menyediakan semua unsur hara yang diperlukan tanaman, sedangkan tanah dikatakan kurang subur jika tanah tersebut tidak mampu menyediakan semua unsur hara yang diperlukan tanaman (Suastika et al., 2014).

Limbah industri yang bisa menyebabkan pencemaran tanah berasal dari: pabrik, manufaktur, industri kecil, industri perumahan, bisa berupa limbah padat dan cair.

1. Limbah industri padat atau limbah padat adalah hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubuk yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, pulp, kertas, rayon, plywood, pengawetan buah, ikan, daging, dll.
2. Limbah cair adalah hasil pengolahan industri pelapisan logam dan industri kimia lainnya. Tembaga, timbal, perak, khrom, arsen dan boron adalah zat hasil dari proses industri pelapisan logam (Sadrach, 2008 *dalam* Ikhtiar, 2017).

Ikhtiar (2017), jenis-jenis pencemaran tanah yang terjadi di tanah meliputi:

1. Limbah domestik



s pencemaran ini adalah hasil dari berbagai kegiatan manusia arti perdagangan, kelembagaan, sektor wisata. Dalam kegiatan

perdagangan seperti pasar, hotel dan restoran, pastinya meninggalkan limbah. Begitupun kegiatan wisata, terutama para wisatawan yang tidak bertanggungjawab yang sering membuang sampah sembarangan.

Limbah domestik dibagi dibagi menjadi limbah domestik padat dan limbah domestik cair. Limbah domestik padat bisa berupa sampah yang tidak dapat diurai oleh mikroorganisme, seperti plastik. Sedangkan untuk sampah cair seperti detergen, oli, cat dan lain sebagainya. Kedua-duanya mempunyai dampak kerusakan yang begitu besar karena tidak dapat diurai oleh mikroorganisme.

2. Limbah industri

Kegiatan industri semakin hari semakin mengkhawatirkan. Regulasi dari pemerintah mengenai standar pembuangan limbah industri sering tidak mendapat respon positif. Belum lagi keberadaan oknum pemerintah yang menyalahgunakan kekuasaannya untuk kepentingan pribadi, semua itu semakin memperparah polusi tanah dari hasil limbah industri.

Limbah industri terdiri dari limbah industri padat dan limbah industri cair. Untuk limbah industri padat biasanya berbentuk lumpur atau bubuk mungkin kita jarang melihatnya. Namun untuk limbah industri cair, hampir setiap industri besar maupun kecil kita temui akan

geluarkan limbah ini. Sebut saja industri seperti pabrik tahu akan, proses produksinya akan menghasilkan limbah cair.



3. Limbah pertanian

Keberadaan zat-zat kimia yang awalnya ditunjukkan untuk membantu proses pertanian justru malah menjadi sumber polusi tanah. Sebut saja zat-zat kimia seperti pupuk urea, DDT dan pestisida, sisa-sisa dari zat tersebut. Dapat menyebabkan polusi dan dampaknya hasil tanaman yang ditanam kurang sehat.

Sipatuhar et al., (2014) menyatakan bahwa kadar C-Organik cenderung menurun seiring pertambahan kedalaman tanah karena bahan organik yang hanya diaplikasikan atau jatuh diatas tanah. Sehingga bahan organik tersebut terakumulasi pada lapisan top soil dan sebagian tercuci ke lapisan yang lebih dalam (*sub soil*).

C-organik rendah secara tidak langsung menunjukkan rendahnya produksi bahan organik pada tanah penelitian, karena bahan organik tanah merupakan salah satu parameter yang menentukan kesuburan tanah. Nilai C-organik pada tanah penelitian tergolong rendah disebabkan karena sangat kurangnya vegetasi pada tanah penelitian akibat sering diolah untuk dilakukan penanaman dan diangkutnya sisa – sisa panen keluar areal penanaman (Prabowo dan Subantoro, 2017). Selanjutnya Nurmegawati dan Sugandi (2014) menyatakan bahwa kandungan bahan organik dan C-Organik dipengaruhi oleh faktor pengolahan dan kemiringan lahan.



C-Organik menyatakan banyaknya senyawa organik sebagai sumber unsur karbon yang terdapat di dalam tanah, termasuk serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, bahan organik terlarut di dalam air, dan bahan organik yang stabil atau humus (Surya dan Suyono, 2013).

Pada sistem pertanian organik, C-organik tanah yang meningkat dapat membantu keberlanjutan kesuburan tanah, melindungi kualitas tanah dan air yang terkait dalam siklus hara, air dan biologi (Lal, 2004), di samping merupakan indikator kunci dari kualitas tanah dan keberlanjutan sistem pertanian karena mempunyai peranan penting dalam mempengaruhi kualitas fisik dan produktivitas tanah (Komatsuzaki dan Ohta, 2007).

Simpanan C-organik tanah (*soil organic carbon storage*) dapat menjadi suatu ukuran bagi sekuestrasi C di dalam tanah. Di samping berat volume dan kandungan C-organik tanah, kedalaman tanah juga menentukan besar sekuestrasi atau simpanan C-organik tanah (Komatsuzaki dan Syuaib, 2010).

Suseno et al., (2018) menyatakan bahwa hasil pengukuran kandungan P₂O₅ tanah dari masing-masing lokasi pengambilan sampel bervariasi dari sedang sampai sangat tinggi dengan nilai rata-rata berkisar antara dari yang tertinggi sebesar 136 mg/100g tanah sampai yang

yaitu 7 mg/100g tanah. Kandungan unsur P₂O₅ rendah yaitu 7 mg/100g tanah disebabkan karena tanah di sekitar lokasi adalah Latosol yang



kaya akan unsur Fe dan Al dapat mengikat unsur P dalam tanah dan juga kandungan C-Organik yang cenderung rendah. Pada titik sampel dengan kandungan unsur P₂O₅ tinggi yaitu, 136 mg/100g dipengaruhi oleh sudah adanya penambahan pupuk P yang banyak ke dalam tanah pada kegiatan budidaya tanaman/pertanian oleh penduduk sekitar.

Arifin et al., (2017) menyatakan bahwa secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa tanah ini memiliki kesuburan yang relatif rendah untuk kandungan C-organik dan N-total, sedangkan untuk K₂O dan P₂O₅ sangat tinggi, dan pH nya Masam. Untuk itu perlu dilakukan upaya untuk mengatasi masalah kesuburan tanah, dan perlu penanganan pemberian input berupa pupuk agar dapat meningkatkan kesuburan tanah tersebut.

Fosfor Total (P₂O₅) adalah hara makro esensial yang memegang peranan penting dalam berbagai proses, seperti fotosintesis, asimilasi, dan respirasi. P₂O₅ dibutuhkan oleh tanaman untuk pembentukan sel pada jaringan akar dan tunas yang sedang tumbuh serta memperkuat batang, sehingga tidak mudah rebah pada ekosistem alami (Tarigan, 2018).

Patti et al., (2017) menyatakan bahwa ketersediaan kadar nitrogen di dalam tanah sangat bervariasi. Rendahnya kandungan N karena dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu pencucian bersama air drainase, penguapan dan diserap oleh tanaman. Hal ini sejalan dengan



Nurawati dan Sugandi (2014) menyatakan bahwa sebagian N di panen, sebagian kembali sebagai residu tanaman, hilang ke tanah dan kembali lagi, hilang melalui pencucian.

Kandungan nitrogen tanah bervariasi dari satu tempat ke tempat lainnya. Variasi kandungan nitrogen dalam tanah terjadi akibat perubahan topografi, disamping pengaruh iklim, jumlah kandungan nitrogen juga dipengaruhi oleh arah dan derajat lereng. Perbedaan kandungan nitrogen dalam tanah dapat dipengaruhi oleh erosi, pencucian melalui larutan, dan terangkut bersamaan dengan tanaman yang dipanen. Tingginya aliran permukaan dan erosi yang terjadi menyebabkan kehilangan hara yang terjadi juga akan semakin tinggi, karena pada lapisan tanah atas umumnya banyak mengandung unsur hara dan bahan organik (Junus, 2014).

Oriska (2012) menyatakan bahwa terdapat beberapa fungsi dari unsur nitrogen bagi tanaman yaitu sebagai berikut: (1) Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, (2) Dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau (pada daun muda berwarna kuning), (3) Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman, (4) Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daunan, (5) Meningkatkan berkembangbiaknya mikroorganisme di dalam tanah.

Pupuk nitrogen diperkirakan banyak yang hilang karena terbawa aliran permukaan (*run-off*), menguap (*volatilization*), dan meresap ke bawah (*leaching*). Penambahan pupuk nitrogen yang berlebihan ke dalam



lain tidak ekonomis, juga dapat mencemari perairan. Penyerapan oleh tanaman tergantung pada ketersediaan nitrogen dalam ketersediaan nitrogen tersebut dapat dipengaruhi oleh proses

kimia dan biologis. Kehilangan nitrogen melalui penguapan mencapai 70% tergantung pada KTK tanah dan tinggi genangan. Kehilangan nitrogen yang demikian tinggi tersebut menyebabkan hanya 10% saja yang diserap tanaman (Yuliani et al, 2017).

Al Mu'min (2016) menyatakan bahwa penggenangan dan pengairan juga berpengaruh terhadap jumlah K-total dalam tanah, pengairan yang terlalu berlebih mengakibatkan terjadinya perkolasi sehingga melarutkan K dalam tanah sehingga terjadi pencucian. Pemberian dosis NPK dan pengairan dengan jumlah yang tepat (seimbang) dapat meningkatkan jumlah K dalam tanah. Selanjutnya dinyatakan pula bahwa pemberian dosis pupuk berpengaruh terhadap K-total tanah. Pemberian pupuk NPK ke dalam tanah akan meningkatkan jumlah K-tersedia/K-dd dan sebagian K yang ditambahkan akan menjadi K-terikat di dalam tanah, sehingga jumlah K-total akan meningkat.

Unsur hara kalium (K) merupakan salah satu unsur esensial yang sangat dibutuhkan oleh tanaman sebagai salah satu pendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Fungsi utama K antara lain, membantu perkembangan akar, membantu proses pembentukan protein, menambah daya tahan tanaman terhadap penyakit dan merangsang pengisian biji (Selian, 2008). Jumlah K dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman hanya sedikit. Selain rendahnya ketersediaan K, ketersediaan K di dalam tanah juga dapat berkurang karena tiga hal, yaitu



bilan K oleh tanaman (pemanenan), pencucian K oleh air, dan
ah.

Penggenangan juga berkontribusi dalam penyediaan unsur K dalam tanah. Penggenangan pada dasarnya akan meningkatkan konsentrasi K dalam larutan tanah pada kondisi reduksi. Biasanya Fe^{2+} dan NH_4^+ dibebaskan melalui berbagai proses dan pemindahan K^+ terjadi dari kompleks pertukaran, sehingga konsentrasinya meningkat dalam larutan tanah dan menjadi lebih tersedia bagi tanaman padi (Erpan, 2012).

Triana et al., (2018) menyatakan bahwa ketersediaan kalsium dalam tanah sangat terkait dengan aktivitas H, atau pH tanah dalam larutan tanah. Kerja kalsium dalam tanah yaitu dengan mengganti kemasaman. Kalsium adalah komponen ber-ion (karbonat, oksida, atau hidroksida) yang bereaksi dengan kemasaman tanah.

Calcium (Ca) merupakan hara makro bagi tanaman disamping Nitrogen, Fosfor, Kalium, Magnesium dan Belerang. Unsur ini biasanya tidak dianggap sebagai unsur pupuk, oleh karena itu relatif kurang mendapat perhatian dibandingkan dengan unsur N, P dan K (Handayanto et al., 2017).

Kalsium di dalam tanah selain berasal dari bahan kapur dan pupuk yang ditambahkan juga berasal dari batuan dan mineral pembentuk tanah. Mineral-mineral yang mengandung Ca pada umumnya sedikit lebih cepat lapuk dari pada mineral-mineral yang lainnya, sehingga ada kecenderungan Ca di dalam tanah akan menurun dengan meningkatnya pelapukan dan pencucian. Melalui proses pelapukan dan hancuran

mineral tersebut membebaskan kalsium ke dalam air disekitarnya (Handayanto et al., 2013).



Kandungan kalsium dalam tanah berfungsi untuk mengoreksi keasaman tanah, menetralsir kejenuhan zat-zat yang meracuni tanah, meningkatkan efektivitas dan efisiensi penyerapan zat-zat hara, menjaga tingkat ketersediaan unsur hara mikro, memperbaiki porositas, struktur, serta aerasi tanah yang bermanfaat bagi mikrobiologi dan kimiawi tanah, sehingga tanah menjadi gembur, dan sirkulasi udara dalam tanah menjadi lancar (Triana et al., 2018).

Sastrosayono (2003) menyatakan bahwa unsur Magnesium merupakan unsur utama pembentuk klorofil dan berperan dalam sistem kerja enzim. Magnesium memiliki pengaruh yang besar terhadap pertumbuhan tanaman dan dipengaruhi pula oleh keadaan temperatur, kelembaban dan pH.

Magnesium (Mg) yang terdapat didalam tanah berada dalam bentuk: segera tersedia, lambat tersedia, dan tidak tersedia bagi tanaman. Unsur Mg yang tersedia bagi tanaman berada dalam bentuk dapat dipertukarkan dan/atau dalam larutan tanah. Bentuk lambat tersedia dalam keseimbangan dengan bentuk yang dapat dipertukarkan. Sedangkan yang tidak tersedia terdapat dalam mineral-mineral primer biotit, serpentin, olivin, dan horblende serta dalam mineral-mineral sekunder khlorit, vermikulit, ilit dan monmorilonit. Jika mineral-mineral tersebut terlapuk akan dibebaskan unsur Mg yang dapat diserap oleh

(Hardjowigeno, 2007).



Selama masa pertumbuhan dan perkembangan, tanaman membutuhkan beberapa unsur hara yang salah satunya meliputi: Magnesium (Mg). Unsur hara tersebut tergolong unsur hara Esensial. Unsur hara esensial berdasarkan jumlah kebutuhannya bagi tanaman diperlukan dalam jumlah besar atau disebut unsur hara makro. Faktor ketersediaan Magnesium tanah: (1) Jumlah kalsium dapat ditukar (Mg^{++} yang dijerap oleh koloid tanah), (2) Derajat kejenuhan Mg dari kompleks pertukaran, (3) Tipe koloid tanah, (4) Sifat ion-ion komplementer yg dijerap oleh koloid tanah (Handayanto et al., 2017).

pH (*potensial of hydrogen*) tanah adalah suatu standar pengukuran tingkat keasaman atau kebasaaan pada suatu lahan. Dengan mengetahui kadar pH dalam tanah, para petani (manusia) dapat menentukan tanaman apa yang cocok untuk ditanam atau dibudidayakan karena setiap tanaman memiliki karakteristik kebutuhan kadar pH yang berbeda-beda (Handayanto et al, 2017).

Unsur hara yang terkandung dalam tanah secara langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman disamping faktor kemampuan tanaman dalam menyerap zat hara dari dalam tanah. Kemampuan tanaman untuk melakukan proses penyerapan unsur hara juga dipengaruhi oleh faktor utama, yakni tingkat keasaman tanah atau pH. pH tanah dapat di pengaruhi oleh beberapa faktor yaitu bahan induk tanah, pengendapan, vegetasi alami, pertumbuhan tanaman, an tanah dan pupuk nitrogen (Gunawan et al., 2019).



D. Standar Baku Mutu Lingkungan

Ruang yang ditempati makhluk hidup dan benda mati di dalamnya disebut dengan lingkungan hidup. Hubungan manusia dengan lingkungan hidupnya adalah sirkuler. Setiap aktivitas manusia, sedikit atau banyak akan mengubah lingkungan hidupnya. Dengan menghubungkan kualitas lingkungan dengan derajat pemenuhan kebutuhan dasar manusia (sandang, papan, pangan) berarti lingkungan merupakan sumber daya. Dari lingkungan didapatkan unsur-unsur yang dibutuhkan untuk produksi dan konsumsi. Sebagian dari sumber daya tersebut dimiliki oleh perorangan atau badan tertentu; misalnya lahan, dan sebagian lagi milik umum; misalnya air, udara, tanah, sungai, pantai dan lautnya (Kristanto, 2004). Selanjutnya dinyatakan pula bahwa air dan udara di lingkungan kita merupakan sumber daya milik umum sehingga orang dapat menggunakannya tanpa dipungut biaya atau dengan biaya yang ringan sekali. Apabila sumber daya tersebut dieksploitasi, lingkungan akan mampu melakukan regenerasi dari lingkungan. Jika kecepatan konsumsi melampaui kecepatan regenerasi akan terjadi apa yang disebut dengan pencemaran.

Kristanto (2004) menyatakan bahwa untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan oleh berbagai aktivitas maka perlu dilakukan pengendalian terhadap pencemaran lingkungan dengan menetapkan baku

ingkungan. Baku mutu lingkungan yang dimaksud meliputi: (1) Baku mutu pada sumber air, adalah batas kadar yang diperkenankan bagi



zat atau bahan pencemar terdapat di dalam air, tetapi air tersebut tetap dapat digunakan sesuai dengan kriterianya; (2) Baku mutu limbah cair, adalah batas kadar yang diperkenankan bagi zat atau bahan pencemar untuk dibuang dari sumber pencemar ke dalam air pada sumber air sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu air; (3) Baku mutu udara ambien, adalah batas kadar yang diperkenankan bagi zat atau bahan pencemar untuk berada di udara dengan tidak menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuh-tumbuhan atau benda; (4) Baku mutu udara emisi, adalah batas kadar yang diperkenankan bagi zat atau bahan pencemar untuk dikeluarkan dari sumber pencemar ke udara dengan tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu udara ambien.

Ikhtiar (2017) menyatakan bahwa mutu air menunjukkan kondisi kualitas air yang dapat diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Untuk melihat tingkat kondisi mutu air apakah menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu, maka dibandingkan dengan baku mutu air yang telah ditetapkan.

Penetapan status mutu air merupakan tahapan yang penting dalam rangka pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, karena akan menjadi titik tolak untuk pelaksanaan stua program/kegiatan nya. Status mutu air juga merupakan hak masyarakat yang harus dir, sebagaimana diatur dalam Pasal 30 ayat (2) Peraturan tah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan



Pengendalian Pencemaran. Penentuan status mutu air pada suatu sumber air dilakukan dengan cara membandingkan hasil pemantauan kualitas air dengan baku mutu air (BMA) yang diterapkan pada sumber air tersebut. Baik atau buruknya kualitas air diindikasikan oleh parameter-parameter, antara lain parameter kadar polutan yang dikandungnya. Jika kadar polutan melebihi kadar maksimum yang dibakukan dalam BMA, air tersebut dinyatakan sebagai air yang cemar. Hal tersebut sebagaimana diatur dalam Pasal 14 Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, bahwa air dinyatakan dalam kondisi tercemar, jika mutu airnya tidak memenuhi BMA dan air dinyatakan dalam kondisi baik, jika mutu airnya memenuhi BMA (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 20 Tahun 2008, 2008).

Analisa kualitas air adalah suatu kajian terhadap ukuran kondisi air dilihat dari karakteristik fisik, kimiawi, dan biologisnya. Kualitas air juga menunjukkan ukuran kondisi air relatif terhadap kebutuhan biota air dan manusia. Kualitas air seringkali menjadi ukuran standar terhadap kondisi kesehatan ekosistem air dan kesehatan manusia terhadap air minum (Ikhtiar, 2017).

Upaya pemenuhan kebutuhan air oleh manusia dapat mengambil air dari dalam tanah, air permukaan, atau langsung dari air hujan. Dari ke tiga sumber air tersebut, air tanah yang paling banyak digunakan karena



air memiliki beberapa kelebihan dibanding sumber-sumber lainnya karena kualitas airnya yang lebih baik serta pengaruh akibat

pencemaran yang relatif kecil. Air yang dipergunakan tidak selalu sesuai dengan syarat kesehatan, karena sering ditemui air tersebut mengandung bibit ataupun zat-zat tertentu yang dapat menimbulkan penyakit yang justru membahayakan kelangsungan hidup manusia. Berdasarkan masalah di atas, maka perlu diketahui kualitas air yang bisa digunakan untuk kebutuhan manusia tanpa menyebabkan akibat buruk dari penggunaan air tersebut. Kebutuhan air bagi manusia harus terpenuhi baik secara kualitas maupun kuantitasnya agar manusia mampu hidup dan menjalankan segala kegiatan dalam kehidupannya.

Parameter kualitas air yang digunakan untuk kebutuhan manusia haruslah air yang tidak tercemar atau memenuhi persyaratan fisika, kimia, dan biologis. Jelasnya syarat tersebut:

1. Syarat fisika, antara lain:

a. Jernih atau tidak keruh

Air yang keruh disebabkan oleh adanya butiran-butiran koloid dari tanah liat. Semakin banyak kandungan koloid maka air semakin keruh.

b. Tidak berwarna

Air untuk keperluan rumah tangga harus jernih. Air yang berwarna berarti mengandung bahan-bahan lain yang berbahaya bagi kesehatan.



c. Rasanya tawar

Secara fisika, air bisa dirasakan oleh lidah. Air yang terasa asam, manis, pahit atau asin menunjukkan air tersebut tidak baik. Rasa asin disebabkan adanya garam-garam tertentu yang larut dalam air, sedangkan rasa asam diakibatkan adanya asam organik maupun asam anorganik.

d. Tidak berbau

Air yang baik memiliki ciri tidak berbau bila dicium dari jauh maupun dari dekat. Air yang berbau busuk mengandung bahan organik yang sedang mengalami dekomposisi (penguraian) oleh mikroorganisme air.

e. Temperaturnya normal

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa, yang dapat membahayakan kesehatan dan menghambat pertumbuhan mikro organisme.

f. Tidak mengandung zat padatan

Air minum mengandung zat padatan yang terapung di dalam air.

2. Syarat kimia, antara lain:

a. pH (derajat keasaman)

Penting dalam proses penjernihan air karena keasaman air pada umumnya disebabkan gas Oksida yang larut dalam air terutama arbondioksida. Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari



pada penyimpangan standar kualitas air minum dalam hal pH yang lebih kecil 6,5 dan lebih besar dari 9,2 akan tetapi dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang sangat mengganggu kesehatan.

b. Kesadahan

Kesadahan ada dua macam yaitu kesadahan sementara dan kesadahan nonkarbonat (permanen). Kesadahan sementara akibat keberadaan Kalsium dan Magnesium bikarbonat yang dihilangkan dengan memanaskan air hingga mendidih atau menambahkan kapur dalam air. Kesadahan nonkarbonat (permanen) disebabkan oleh sulfat dan karbonat, Chlorida dan Nitrat dari Magnesium dan Kalsium disamping Besi dan Alumunium. Konsentrasi kalsium dalam air minum yang lebih rendah dari 75 mg/l dapat menyebabkan penyakit tulang rapuh, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dari 200 mg/l dapat menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air. Dalam jumlah yang lebih kecil magnesium dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang, akan tetapi dalam jumlah yang lebih besar 150 mg/l dapat menyebabkan rasa mual.

c. Besi

Air yang mengandung banyak besi akan berwarna kuning dan menyebabkan rasa logam besi dalam air, serta menimbulkan korosi pada bahan yang terbuat dari metal. Besi merupakan salah satu unsur yang merupakan hasil pelapukan batuan induk yang banyak ditemukan diperairan umum. Batas maksimal yang terkandung dalam air adalah 1,0 mg/l .



d. Aluminium

Batas maksimal yang terkandung di dalam air menurut Peraturan Menteri Kesehatan No 82 / 2001 yaitu 0,2 mg/l. Air yang mengandung banyak aluminium menyebabkan rasa yang tidak enak apabila dikonsumsi.

e. Zat organik

Larutan zat organik yang bersifat kompleks ini dapat berupa unsur hara makanan maupun sumber energi lainnya bagi flora dan fauna yang hidup di perairan.

g. Sulfat

Kandungan sulfat yang berlebihan dalam air dapat mengakibatkan kerak air yang keras pada alat merebus air (panci/ketel) selain mengakibatkan bau dan korosi pada pipa. Sering dihubungkan dengan penanganan dan pengolahan air bekas.

h. Nitrat dan nitrit

Pencemaran air dari nitrat dan nitrit bersumber dari tanah dan tanaman. Nitrat dapat terjadi baik dari NO₂ atmosfer maupun dari pupuk-pupuk yang digunakan dan dari oksidasi NO₂ oleh bakteri dari kelompok Nitrobacter. Jumlah Nitrat yang lebih besar dalam usus cenderung untuk berubah menjadi Nitrit yang dapat bereaksi langsung dengan hemoglobin dalam darah membentuk

metahemoglobin yang dapat menghalang perjalanan oksigen dalam tubuh.



3. Syarat biologis, antara lain:

Tidak mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, tipus, kolera, dan bakteri patogen penyebab penyakit. Seperti kita ketahui jika standar mutu air sudah diatas standar atau sesuai dengan standar tersebut maka yang terjadi adalah akan menentukan besar kecilnya investasi dalam pengadaan air bersih tersebut, baik instalasi penjernihan air dan biaya operasi serta pemeliharannya. Sehingga semakin jelek kualitas air semakin berat beban masyarakat untuk membayar harga jual air bersih. Dalam penyediaan air bersih yang layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat banyak mengutip Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 173/Men.Kes/Per/VII/1977, penyediaan air harus memenuhi kuantitas dan kualitas, yaitu:

- a. Aman dan higienis.
- b. Baik dan layak minum.
- c. Tersedia dalam jumlah yang cukup.
- d. Harganya relatif murah atau terjangkau oleh sebagian besar masyarakat.

Dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, perlu dilaksanakan pengawasan kualitas air secara intensif dan terus menerus.

Syarat-syarat kualitas air yang berhubungan dengan kesehatan yang telah ada perlu disesuaikan dengan perkembangan teknologi dan upaya

an semua kebutuhan masyarakat. Daftar persyaratan kualitas air dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:



Tabel 5. Daftar persyaratan kualitas air bersih kelas I

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
A Fisika				
1	Bau	-	-	Tidak berbau
2	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	800	-
3	Kekeruhan	Skala NTU	5	-
4	Rasa	-	-	Tidak berasa
5	Suhu	°C	Suhu udara ± 3°C	-
6	Warna	Skala TCU	15	
B Kimia Anorganik				
1	pH		6 -8,5	
2	BOD	mg/L	2	
3	COD	mg/L	10	
4	DO	mg/L	6	
5	Total Fosfat sebagai P	mg/L	0,2	
6	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	
7	Nitrat NO ₃ sebagai N	mg/L	10	
8	NH ₃ - N	mg/L	0,5	
9	Timbal (Pb)	mg/L	0,03	
10	Nitrit NO ₂ sebagai N		0,06	
C Mikro Biologi				
	Total Koliform (MPN)	MPN/100 ml	50	Bukan air perpipaan
		MPN/100 ml	10	Air perpipaan
	Escherichia Coli	MPN/100 ml	0	Bukan air perpipaan
		MPN/100 ml	0	Air perpipaan

Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan No 69, 2010.



Pencemaran lingkungan merupakan salah satu permasalahan besar yang dihadapi dunia saat ini. Masalah utama pencemaran ini yaitu menurunnya kualitas udara. Penurunan kualitas udara ini disebabkan oleh berbagai hal, mulai dari eksploitasi lingkungan yang berlebihan, aktivitas industri, penggunaan energi, hingga emisi gas buang kendaraan yang semuanya memicu permasalahan polusi. Secara umum, dampak kesehatan yang banyak dijumpai akibat pencemaran udara adalah ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) termasuk diantaranya, asma, bronchitis, kanker hingga kematian (Amli et al., 2015).

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun samapi ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya (Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999, 1999). Selanjutnya dinyatakan pula bahwa pengendalian pencemaran udara meliputi pengendalian dari usaha dan/atau kegiatan sumber bergerak, sumber bergerak spesifik, sumber tidak bergerak, dan sumber tidak bergerak spesifik yang dilakukan dengan upaya pengendalian sumber emisi dan/atau sumber gangguan yang bertujuan untuk mencegah turunnya mutu udara ambien.

Permenkes (1990) menyatakan bahwa setiap orang yang melakukan usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan emisi dan/atau tingkat gangguan udara ambien wajib: (a) Menaati baku mutu udara baku mutu emisi, dan baku tingkat gangguan yang ditetapkan usaha dan/atau kegiatan yang dilakukannya; (b) Melakukan



pengecahan dan/atau penanggulangan pencemaran udara yang diakibatkan oleh usaha dan/atau kegiatan yang dilakukannya; (c) Memberikan informasi yang benar dan akurat kepada masyarakat dalam rangka upaya pengendalian pencemaran udara dalam lingkup usaha dan/atau kegiatannya. Lebih jelasnya baku mutu udara ambien nasional dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Baku mutu udara ambien

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Ambang Batas
1	SO ₂ (Sulfur Dioksida)	1 jam	900 µg/Nm ³
		24 jam	365 µg/Nm ³
2	CO (Karbon Monoksida)	1 jam	30.000 µg/Nm ³
		24 jam	10.000 µg/Nm ³
3	NO ₂ (Nitrogen Dioksida)	1 jam	400 µg/Nm ³
		24 jam	365 µg/Nm ³
4	Timbal (Pb)	1 jam	2 µg/Nm ³
5	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	3 jam	0,02 Ppm
6	Amoniak (NH ₂)	24 jam	2 Ppm
7	TSP (Debu)	24 jam	230 µg/Nm ³
8	Kebisingan	24 jam	55 dB
9	Kecepatan angin		-
10	Suhu		-
11	Kelembaban		-

Sumber: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41, 1999.



Undang-undang Pengelolaan Lingkungan Hidup ditetapkan bahwa pengelolaan lingkungan hidup adalah tercapainya keselarasan, keserasian, dan keseimbangan antara manusia dan lingkungan hidup

dengan mempertimbangkan generasi kini dan yang akan datang serta terkendalinya pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana. Pengendalian pencemaran udara mengacu kepada sasaran tersebut sehingga pola kegiatannya terarah dengan tetap mempertimbangkan hak dan kewajiban serta peran serta masyarakat (Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999, 1999).

Tanah sebagai sumber daya pertanian mempunyai dua fungsi yaitu sebagai unsur hara bagi tanaman dan sebagai tempat berpegangnya akar, penyimpanan air tanah, dan tempat bertambahnya unsur hara dan air. Apabila fungsi-fungsi tersebut menurun atau hilang, maka disebut sebagai kerusakan atau degradasi tanah. Pencemaran yang terjadi dan masuk ke dalam tanah akan mengakibatkan penurunan kualitas tanah (Hardjowigeno, 2007). Selanjutnya dinyatakan pula bahwa parameter penggunaan tanah untuk pertanian, perkebunan dan kehutanan yang berpengaruh yaitu: (1) Faktor fisik dan kimia tanah, meliputi: tekstur, kedalaman efektif, permeabilitas, tebal gambut (untuk tanah gambut), batuan, permukaan, drainase, lereng, pH, salinitas, kedalaman lapisan, kandungan unsur-unsur dalam tanah dan presentase sodium yang dapat dipertukarkan dengan unsur lain, (2) Faktor penggunaan lahan, meliputi: persawahan, tanaman semusim, tanaman tahunan, hutan, padang penggembalaan dan lain-lain, (3) Faktor iklim, meliputi curah hujan dan

an tempat.



Masalah utama yang dihadapi dalam menentukan mutu tanah adalah tanah mempunyai banyak fungsi sehingga kalau baku mutu tanah ditetapkan hanya berdasarkan suatu fungsi dapat bertentangan dengan fungsi yang lain. Tanah sebagai fungsi produksi, misalnya pemupukan akan meningkatkan mutu tanah sehingga produksi meningkat secara tajam. Di pihak lain tanah sebagai fungsi lingkungan, pemupukan dinilai menurunkan mutu lingkungan karena menimbulkan pencemaran air dan udara (Hardjowigeno, 2007).

Terdapat consensus umum bahwa ruang lingkup mutu tanah mencakup tiga komponen pokok. Pertama, produksi berkelanjutan yaitu kemampuan tanah untuk meningkatkan produksi dan tahan terhadap erosi. Kedua, mutu lingkungan yaitu mutu air, tanah, dan udara dimana tanah diharapkan mampu mengurangi pencemaran lingkungan, penyakit, dan kerusakan sekitarnya. Ketiga, kesehatan makhluk hidup, yaitu mutu makanan sebagai produk yang dihasilkan dari tanah harus memenuhi faktor keamanan (*safety*) dan komposisi gizi. Tanah bermutu tinggi jika efektif untuk menahan, menerima, dan melepas air dan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman; mendorong dan mendukung produksi tanaman; menjadi habitat mikroorganisme; mengameliorasi lingkungan tercemar, tahan terhadap degradasi; mempertahankan atau memperbaiki kesehatan fauna dan manusia (Hardjowigeno, 2007).



Lestari (2017) menyatakan bahwa kriteria penilaian sifat kimia tanah berdasarkan sifat umum tanah yang didapat secara empiris dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Kriteria penilaian sifat kimia tanah

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	
C-organik (%)	< 1,0	2,0	3,3	5,0	>5,0	
N Total (%)	< 0,1	0,2	0,5	0,75	>0,75	
P ₂ O ₅ HCl 25% (ppm)	< 10	20	40	60	>60	
K (%)	< 0,1	0,2	0,5	1,0	>1,0	
Na (%)	< 0,1	0,4	0,7	1,0	>1,0	
Ca (%)	< 2	5	10	20	>20	
Mg (%)	< 0,4	1,0	2,0	8,0	>1,0	
Kejenuhan Basa (%)	< 20	35	50	70	>1,0	
pH	Sangat Asam < 4,5	Asam 5,5	Agak asam 6,5	Netral 7,5	Agak basa 8,5	Basa >8,5

Sumber: Pusat Penelitian Tanah Departemen Pertanian, 1983.

Berdasarkan Balai Penelitian Tanah Departemen Pertanian, ditunjukkan bahwa kriteria penilaian hasil analisa tanah dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:



peralatan makan, mandi atau rekreasi. Air limbah sangat berbahaya bagi manusia karena terdapat banyak bakteri pathogen dan dapat menjadi penular penyakit. Selain itu air limbah juga dapat mengandung bahan beracun, penyebab iritasi, bau, suhu yang tinggi serta bahan yang mudah terbakar (Said, 1999 *dalam* Safitri, 2009).

Dampak limbah terhadap manusia menurut Mukono (2000) *dalam* Safitri (2009) diantaranya adalah yang disebabkan oleh mikrobiologi dalam air. Contoh penyakit yang ditimbulkan antara lain:

- a. Tifoid, disebabkan oleh kuman *Salmonella thyposa*
- b. KOLera, disebabkan oleh bakteri *Virio kolera*
- c. Leptospirosis, disebabkan oleh *Spirochaeta*
- d. Giardiasis, dapat menimbulkan diare disebabkan oleh sejenis *Protozoa*
- e. Disentri, disebabkan oleh *Entamoeba histolytica*.

Apabila limbah cair yang memiliki nilai BOD dan COD rendah dibuang ke lingkungan/perairan, maka tentunya akan memiliki kandungan bahan organik tinggi yang telah ditumbuhi bakteri-bakteri patogen beserta hasil metabolismenya yang menimbulkan bau menyengat serta menyebabkan gangguan pada kesehatan manusia maupun hewan yang ada di sekitar perairan tersebut (Soemirat, 1994 *dalam* Safitri, 2009).

Kebanyakan penyakit yang timbul adalah penyakit saluran pencernaan



:holera, disentri, thypus, dan lainnya. Sedangkan limbah cair yang mengandung bahan kimia dapat membahayakan kesehatan manusia.

Bahan pencemar kimia tersebut dapat menimbulkan penyakit baik secara langsung maupun tidak langsung (Sastrodimedjo, 1985 dalam Safitri, 2009). Kandungan pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi adalah salah satu parameter pencemaran oleh bahan kimia, yang apabila dibuang langsung ke lingkungan akan menimbulkan penyakit. Antara lain penyakit dermatitis (kulit), iritasi pada mata, dan pada titik ekstrim dapat menimbulkan keracunan akut.

Adanya amonia dalam air menunjukkan adanya pencemaran oleh kotoran manusia atau kotoran hewan dalam perairan. Apabila limbah yang mengandung kadar amonia tinggi dibuang langsung ke badan-badan air, maka akan menyebabkan penyakit pada manusia. Jalur penularannya yaitu secara *oral-fecal infection*, bahkan ada pula infeksi secara langsung melalui penetrasi kulit, misalnya penyakit cacing tambang dan *Schistosomiasis* (Kusnoputranto, 1997 dalam Safitri 2009).

Priyambodo dan Kuspriyanto (2016) menyatakan bahwa pengelolaan lingkungan peternakan yang kurang baik dapat menyebabkan kerugian ekonomi bagi peternak itu sendiri, karena gas-gas tersebut dapat menyebabkan produktivitas ayam menurun, dan biaya kesehatan akan semakin meningkat.

Kristofferzon (2005) menyatakan bahwa jenis kelamin adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas hidup. Perempuan mempunyai



hidup yang lebih rendah dibandingkan dengan laki-laki. Banyak perempuan bertanggung jawab untuk tugas-tugas rumah tangga

dibandingkan dengan laki-laki yang berdampak terhadap pemulihan kesehatan, hal ini sesuai dengan survey dimana perempuan lebih banyak memiliki masalah kesehatan setelah infark miokard seperti seringnya nyeri dada dibandingkan dengan laki-laki.

Jenis kelamin berpengaruh pada tingkat stres, yaitu tingkat stres yang lebih tinggi sering dijumpai pada perempuan (Mijoc, 2009). Selanjutnya Sumarsih dan Sudaryanto (2009) menyatakan pula bahwa untuk semua jenis kelamin kriteria tingkat stres adalah sama. Akan tetapi perempuan lebih mudah merasakan cemas, perasaan bersalah, gangguan tidur, serta gangguan makan.

Ratna dan Franciska (2000) menyatakan bahwa peranan laki-laki maupun perempuan di pedesaan secara umum dapat dikelompokkan dalam dua peranan besar yaitu peran tradisi dan peran transisi. Peranan tradisi atau peran domestik mencakup peran laki-laki sebagai suami, kepala keluarga. Sementara peran transisi meliputi laki-laki sebagai tenaga kerja yang bekerja diluar rumah yang berperan dalam mencari nafkah untuk memenuhi kebutuhan hidup keluarganya. Sedangkan peranan tradisi atau peran domestik mencakup peran perempuan sebagai istri, ibu pengolah rumah tangga. Sementara itu peran transisi meliputi pengertian perempuan sebagai tenaga kerja, anggota masyarakat dan manusia pembangunan. Dalam perkembangannya sekarang ternyata



tau peranan perempuan dalam kehidupan keluarga semakin yang lebih luas lagi. Perempuan saat ini tidak saja berkegiatan di

dalam lingkup keluarga, tetapi banyak di antara bidang-bidang kehidupan di masyarakat membutuhkan sentuhan kehadiran perempuan dalam penanganannya.

Licuanan (1996) menyatakan bahwa di Asia sekitar 50% tenaga kerja sektor pertanian adalah tenaga kerja perempuan. Akan tetapi tenaga kerja perempuan di sub-sektor peternakan umumnya merupakan tenaga kerja keluarga yang tidak dibayar. Dalam kegiatan sub-sektor tanaman pangan, khususnya padi, peran perempuan disertai tanggung jawab kegiatan menanam, menyubal tanaman mati, menyang, mengairi, panen, membersihkan padi, mengeringkan, dan menjual. Lebih jauh lagi kaum perempuan seringkali tidak memiliki akses terhadap pemilikan ternak dan penguasaan lahan serta kredit dan pelayanan penyuluhan peternakan.

Peranan perempuan dengan berbagai aktivitas kerja sehari-hari baik yang dilakukan secara terencana maupun tidak pada dasarnya mempunyai nilai ekonomis, terutama bila dikaitkan dengan pendapatan dalam usaha membantu keluarga. Peranan perempuan khususnya dalam keinginan menambah nafkah bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan keluarga. Oleh karena itu perlu dukungan masyarakat yang semakin tinggi terhadap perluasan kesempatan berkarya bagi perempuan khususnya di pedesaan (Saleh dan Yunilas, 2004).

Sebagai gambaran peran serta perempuan dalam kegiatan usaha



an, Okitoy et al., (2007) dalam penelitiannya yang mempelajari peran wanita, pria dan anak-anak dalam keluarga di produksi

unggas pedesaan di Kenya Barat menunjukkan bahwa kepemilikan unggas pedesaan dibagi diantara anggota keluarga, tetapi didominasi oleh perempuan (63%) dan anak-anak (18%). Pengambilan keputusan mengenai penjualan, konsumsi, dan hadiah untuk tamu pada unggas pedesaan di Kenya Barat mencerminkan pluralitas. Semua anggota keluarga diberikan tenaga kerja untuk sebuah usaha produksi unggas di pedesaan. Pria dan anak-anak melakukan pembangunan kandang unggas sedangkan wanita melakukan pembersihan, pakan dan pengobatan unggas di pedesaan. Wanita dan anak-anak melakukan rutinitas sehari-hari dalam pengelolaan unggas pedesaan. Pria melakukan pekerjaan yang membutuhkan uang tunai seperti pembelian input dan pengobatan unggas menggunakan obat-obatan konvensional. Wanita melakukan penjualan telur dan mendominasi akses serta kontrol makanan dan hadiah untuk tamu sementara laki-laki didominasi uang tunai dan manfaat budaya yang timbul dari unggas. Hasil dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa kepemilikan unggas di pedesaan dan akses terhadap manfaat jika tidak secara eksklusif domain perempuan. Pengambilan keputusan oleh wanita di pedesaan sistem produksi unggas terbatas pada keputusan non tunai sedangkan yang berhubungan dengan keputusan tunai dibuat kebanyakan oleh pria.

Selain faktor peran perempuan dalam rumah tangga seperti yang akan di atas, juga disebabkan oleh faktor lingkungan di sekitar peternakan ayam ras petelur. Peternakan ayam ras petelur memiliki pengaruh yang signifikan terhadap lingkungan sekitarnya yaitu, adanya bau menyengat,



banyaknya lalat, banyaknya debu, terjadi kebisingan, serta terdapatnya limbah-limbah hasil peternakan yang telah mengakibatkan pencemaran lingkungan. Pencemaran ini sebagai akibat dari interaksi manusia dengan lingkungan yang sesuai dengan perkembangan budaya masyarakat menimbulkan masalah kesehatan lingkungan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Slamet (2007) bahwa secara alamiah manusia berinteraksi dengan lingkungannya. Sesuai dengan perkembangan budaya masyarakat, terdapat masalah kesehatan lingkungan, angka penyakit, angka kematian, dan kesehatan yang setara budaya tersebut. Lingkungan tidak dapat dipisah-pisahkan karena tidak mempunyai batas yang nyata dan merupakan suatu kesatuan ekosistem.

Rahim dan Camin (2018) menyatakan bahwa efek yang ditimbulkan dari polusi udara di dalam rumah menunjukkan bahwa sangat penting untuk memperhatikan kualitas udara di dalam rumah karena sebagian besar manusia banyak melakukan aktivitas di dalam rumah. Oleh karena itu, kualitas udara yang ada sangat dipengaruhi oleh aktivitas yang dilakukan. Selanjutnya Getrudis (2010) dalam Rahim dan Camin (2018) menyatakan bahwa sebanyak 42,2% rumah yang tidak memenuhi syarat kualitas udara sesuai baku mutu memiliki kadar konsentrasi $PM_{10} > 70 \mu g/m^3$ dan berhubungan erat terhadap kejadian ISPA terutama dialami oleh balita yang menghabiskan waktu di dalam rumah yang tidak memenuhi syarat maka akan memiliki resiko 3,1 kali lebih besar untuk menderita ISPA, sehingga balita merupakan kelompok umur yang rentan

↳ paparan berbagai zat.



Gangguan pernapasan akan dialami baik orang tua maupun anak atau balita yang ada dalam rumah dengan kondisi kualitas udara yang buruk. Balita dan anak-anak memiliki proses bernafas yang lebih cepat dibanding orang dewasa, sehingga kemungkinan masuknya zat polutan yang ada di udara lebih besar. Partikulat yang terhirup masuk akan menyebabkan peradangan dan paparan polutan yang terlalu dini pada balita serta dapat menimbulkan kerusakan jaringan yang bersifat permanen sehingga meningkatkan resiko terjadinya gangguan pernapasan (Azhar et al., 2016).

WHO (2018) menyatakan bahwa lebih dari 40% dari beban penyakit yang berhubungan dengan lingkungan hidup dan lebih dari 88% dari beban perubahan iklim ditanggung oleh anak-anak di bawah 5 tahun, meskipun kelompok usia hanya merupakan 10% dari populasi global. Dampak paling serius dari perubahan iklim sedang terjadi di negara berkembang. Namun seluruh populasi global terpengaruh. Diperkirakan 4,2 juta kematian prematur global terkait dengan polusi udara ambien, terutama dari penyakit jantung, stroke, penyakit paru obstruktif kronik, kanker paru-paru, dan infeksi saluran pernafasan akut pada anak-anak.

Notoatmodjo (2010) menyatakan bahwa banyaknya pasien dengan usia dewasa juga disebabkan banyaknya pasien wanita. Penggunaan pelayanan kesehatan oleh wanita lebih tinggi dibandingkan dengan laki-

laki tersebut dikarenakan wanita mempunyai kejadian dan risiko yang lebih besar dibandingkan dengan laki-laki. Indikator



fisiologis yang berbeda (umur dan jenis kelamin) dan siklus hidup menunjukkan asumsi bahwa perbedaan derajat kesehatan, derajat kesakitan dan penggunaan pelayanan kesehatan sedikit banyak akan berhubungan dengan data demografi tersebut.

Olson dan Peter (2000) menyatakan bahwa mayoritas pada kelompok umur dewasa (26-45 tahun), berjenis kelamin perempuan, mempunyai latar belakang pendidikan tamat SMA, tidak bekerja, dan memiliki pendapatan kurang dari upah minum regional (UMR). Mayoritas pasien yang berasal dari kelompok umur dewasa dikarenakan pada usia tersebut pasien lebih mudah untuk mengakses pelayanan kesehatan dibanding dua kelompok umur lain secara mandiri. Kelompok umur yang berbeda memberikan perilaku yang berbeda. Umur dewasa memiliki cara berfikir dan mengambil keputusan yang optimal dan mandiri. Umur sangat berpengaruh terhadap karakteristik biografis individu.

Tubuh manusia adalah merupakan reservoir dari sejumlah besar organisme patogen, dan kontak individu ke individu dibutuhkan untuk mempertahankan siklus penyakit. Beberapa binatang piaraan atau binatang liar juga berfungsi sebagai reservoir dari penyakit misalnya rabies, brucellosis, tuberculosis, anthrax, leptospirosis, toxoplasmosis. Penyakit-penyakit tersebut disebut juga zoonoses yang dapat berpindah dari binatang ke tubuh manusia. Sumber tak hidup dari agen infeksi



air, air limbah, makanan, atau tanah juga dapat mengandung infeksi (Said dan Marsidi, 2005).

Sosbey dan Olson (1983) dalam Said dan Marsidi (2005) menyatakan bahwa perpindahan atau transmisi meliputi transport agen infeksi dari reservoir ke inang (host), hal ini merupakan jaringan yang penting di dalam rantai infeksi. Organisme patogen dapat berpindah dari reservoir ke dalam inang atau host melalui rute: perpindahan dari orang ke orang, perpindahan melalui air, perpindahan melalui makanan, perpindahan melalui udara, perpindahan melalui vektor, dan lain-lain.

Bidang ilmu kesehatan masyarakat semakin mengalami perkembangan seiring berjalannya waktu. Kepentingan ilmu kesehatan masyarakat salah satunya terkait dengan upaya untuk melawan gangguan dan bahaya kesehatan karena kondisi lingkungan yang buruk. Oleh karena itu, pencemaran pada lingkungan yang menyebabkan gangguan kesehatan menjadi ruang lingkup ilmu kesehatan masyarakat. Lingkungan merupakan salah satu faktor eksternal penting yang dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat, salah satu bagian dari lingkungan yang terdekat dengan manusia adalah rumah. Rumah memegang peranan penting dalam kehidupan manusia yaitu sebagai tempat berlindung dan tempat dimana manusia melakukan sebagian besar aktivitas dan rutinitas hidupnya. Kondisi rumah dapat mempengaruhi perkembangan fisik dan mental penghuninya, sehingga kondisi rumah dan lingkungannya yang sehat akan memberikan lingkungan yang nyaman bagi penghuninya



2007).

Kesehatan dan sanitasi lingkungan merupakan bagian dari ilmu kesehatan masyarakat yang menitikberatkan pada usaha preventif melalui perbaikan faktor lingkungan agar manusia terhindar dari berbagai penyakit dan gangguan kesehatan. Kesehatan lingkungan adalah karakteristik dari kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi derajat kesehatan. Upaya sanitasi lingkungan dilakukan melalui pengawasan lingkungan fisik, biologis, dan sosial ekonomi yang mempengaruhi kesehatan manusia, dimana lingkungan yang berguna akan ditingkatkan dan diperbanyak, sedangkan yang merugikan diperbaiki atau dihilangkan. Lingkungan yang tidak bersih merupakan sumber utama dari penyebaran penyakit. Oleh karena itu untuk menghindari resiko munculnya berbagai penyakit akibat kondisi lingkungan yang buruk, maka lingkungan harus selalu terjaga sanitasinya, khususnya rumah dan lingkungan sekitar (Prasetyanto, 2011).

Shakespeare (2009) menyatakan bahwa penularan penyakit dari peternakan ke masyarakat sekitar menjadi perhatian luas karena kemunculan banyak zoonotic baru. Penyakit zoonotic didefinisikan oleh *World Health Organization* (WHO) sebagai penyakit-penyakit yang ditularkan secara alamiah antara hewan dan manusia. Selanjutnya Wolfe *et al.*, (2005) menyatakan pula bahwa hampir 75% penyakit pada hewan merupakan zoonosis dan sekitar 75% penyakit infeksius baru yang muncul (*emerging infection diseases/EID*) pada manusia adalah zoonosis. Hal



menunjukkan peternakan dapat menjadi ancaman bagi masyarakat sekitar jika tidak dikelola secara baik.

Industri perunggasan di Indonesia berkembang dengan pesat, namun muncul berbagai kendala yang kompleks. Potensi-potensi penyakit yang ditimbulkan dalam industri perunggasan merupakan ancaman yang cukup serius. Banyak sekali kerugian yang akan ditimbulkan, yang terparah adalah kematian hingga produksi telur yang terhenti sama sekali. Pekerja di peternakan ayam petelur perlu dilindungi dari berbagai penyakit dan kecelakaan di tempat kerja yang timbul akibat proses kerja, alat kerja, lingkungan kerja dan cara kerja yang tidak aman serta gaya hidup yang tidak sehat. Peternak unggas memiliki resiko terkena penyakit dan kecelakaan akibat kerja sehingga perlu dilakukan upaya kesehatan kerja bagi peternak unggas (Direktorat Bina Kesehatan Kerja, 2010).

Rachmawati (2000) menyatakan bahwa walaupun dampak yang ditimbulkan akibat dari cemaran busuk belum dirasakan dalam jangka pendek, namun dalam jangka panjang dapat menyebabkan munculnya berbagai penyakit sehingga berakibat menurunnya produktivitas masyarakat. Banyaknya lalat di lingkungan sekitar peternakan juga merupakan dampak negatif lain dari keberadaan usaha peternakan ayam. Kebiasaan lalat yang suka mencari tempat-tempat yang berbau busuk menyebabkan kandang ayam banyak dihinggapi lalat untuk berkembang biak.

Bau kotoran ayam ras petelur berdampak negatif terhadap manusia yang tinggal di lingkungan sekitar peternakan. (1996) dalam Jayanti et al., (2014) menyatakan bahwa salah



satu dampak yang ditimbulkan dari usaha peternakan ayam terhadap lingkungan sekitar adalah bau. Salah satu faktor yang mengakibatkan adalah kandungan gas amonik yang tinggi. Pauzenga (1991) dalam Rachmawati (2000), bau tersebut berasal dari kandungan gas amonia, gas hidrogen sulfide (H₂S), dimetil sulfide, karbon disulfide, dan merkaptan. Senyawa tersebut dapat tercium dengan mudah walau hanya dalam konsentrasi yang sangat kecil. Pengaruh paparan gas hidrogen sulfida (H₂S) pada manusia adalah iritasi mata, hidung dan tenggorokan; mual; muntah; diare; pusing; depresi; rentan pneumonia; pingsan dan bahkan jika kadarnya 600 ppm/menit dapat menyebabkan mati/meninggal.

Ulfah et al., (2019) menyatakan bahwa permasalahan mitra yang dihadapi adalah pegawai yang tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) menyebabkan perilaku tidak aman saat bekerja sehingga ada beberapa kecelakaan kerja yang terjadi pada setiap bulannya. Selain itu, tidak adanya tempat untuk membersihkan diri setelah melakukan kegiatan kandang menyebabkan beberapa pegawai mudah terserang flu dan demam. Selanjutnya dinyatakan pula bahwa peluang terjadinya penyakit pada pekerja adalah flu, diare, types, gatal-gatal serta penyakit pernafasan. 40% pekerja selalu menderita penyakit diare, sedangkan penyakit paling sering dialami oleh pekerja adalah flu yakni 52%.

Keluhan kesehatan pekerja di peternakan ayam adalah keluhan pernafasan dan keluhan iritasi mata (Jayanti et al., 2014) bahwa 28,1% pekerja mengeluhkan saluran pernafasan dalam satu



bulan terakhir, keluhan tersebut meliputi batuk, sakit tenggorokan, sesak napas serta nyeri dada. Sedangkan untuk keluhan iritasi mata 18,8% meliputi keluhan mata memerah, mata berair, mata gatal, dan mata kotor. Hal ini sejalan dengan pernyataan Imelda (2007) bahwa dampak gas amonia adalah terdapat keluhan berupa tenggorokan kering 80%, jalan pernapasan kering 73,3%, mata perih 66,67%, iritasi hidung dan batuk (53,3) dan pingsan 6,67%.

Keluhan terbesar timbulnya bau dari peternakan berasal dari berbagai komponen yang meliputi H₂S dan NH₃ (NRC, 2003). Gas tersebut toksik bagi manusia dan hewan serta dapat meningkatkan kerentanan penyakit dan dapat mengganggu efisiensi aktivitas para pekerja yang berada di sekitar peternakan (Martin et al., 2004). Gas H₂S pada konsentrasi yang rendah dapat menyebabkan iritasi mata, batuk, sesak nafas, iritasi hidung dan tenggorokan. Sedangkan H₂S pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan pusing, mual, muntah, pingsan koma bahkan kematian (OSHA, 2005).

Slamet (2007) *dalam* Ismy et al., (2013) menyatakan bahwa kurangnya air bersih khususnya untuk menjaga kebersihan diri dapat menimbulkan berbagai penyakit kulit dan mata. Penularan penyakit ini dipermudah apabila masyarakat tidak dapat memelihara kebersihan badannya. Ini disebabkan karena kebiasaan hidupnya yang tidak higienis

kurang tersedianya air bersih untuk kebersihan diri.



Lalat timbul karena kurangnya kebersihan kandang ayam. Lalat dapat menimbulkan berbagai masalah seperti mediator perpindahan penyakit dari ayam yang sakit ke ayam yang sehat, mengganggu pekerja kandang, menurunkan produksi, mencairkan feses atau kotoran ayam yang berakibat meningkatnya kadar amonia dalam kandang (Dedy, 2010 dalam Susilo, 2010). Lalat juga meresahkan masyarakat yang tinggal di pemukiman yang dekat dengan peternakan sehingga menimbulkan protes warga. Selain mengganggu pemandangan, lalat juga menimbulkan banyak berbagai penyakit misalnya: disentri, diare, thypoid dan colera. Penyebaran bibit dari berbagai penyakit itu hampir sama yaitu dibawa oleh lalat yang berasal dari sampah, kotoran manusia atau hewan, terutama melalui bulu-bulu badannya, kaki dan bagian tubuh yang lain dari lalat lalu hinggap pada makanan manusia. Umumnya gejala dari penyakit ini adalah perut sakit, gangguan pada usus, demam tinggi, sakit kepala dan berak darah.

Safitri (2009) menyatakan bahwa air limbah sangat berbahaya bagi manusia karena terdapat banyak bakteri pathogen dan dapat menjadi media penular penyakit. Selain itu air limbah juga dapat mengandung bahan beracun, penyebab iritasi, bau, suhu yang tinggi serta bahan yang mudah terbakar. Selanjutnya Mukono (2000) dalam Safitri (2009) menyatakan bahwa dampak limbah terhadap manusia diantaranya adalah



sebabkan oleh mikroorganisme dalam air. Contoh penyakit yang dapat ditularkan antara lain: tifoid, kolera, leptospirosis, giardiasis yang dapat

menimbulkan diare, serta disentri. Sedangkan limbah yang mengandung bahan kimia dapat menyebabkan penyakit dermatitis (kulit), iritasi pada mata, dan pada titik ekstrim dapat menimbulkan keracunan akut (Sastrodimedjo, 1985 *dalam* Safitri, 2009).

Leeson dan Summers (2000) menyatakan bahwa rata-rata kadar debu pada peternakan unggas dewasa sekitar 2-5 mg/m³ (2.000 – 5.000 µg/m³), dimana pada kadar tersebut berkontribusi pada masalah pernafasan pada peternakan dan sekitarnya.

Prasetyanto (2011) menyatakan bahwa kondisi lingkungan (suhu udara, kelembaban udara, arah dan kecepatan angin, dan ketinggian lokasi), kondisi kandang (bahan atap, sistem kandang) dan kondisi sekitar kandang (areal pertanian, keberadaan tanaman di sekitar kandang) dapat mempengaruhi kadar H₂S, NO₂, dan debu di sekitar peternakan yang merupakan suatu ancaman serius bagi kesehatan manusia. Akibat yang dapat ditimbulkan oleh debu antara lain gangguan kenyamanan pada pernafasan, peradangan saluran pernafasan, alergi, meningkatkan sekresi cairan di hidung, nafas menjadi berat, serta penurunan kapasitas ventilasi paru. Gejala yang terjadi pada pekerja biasanya meliputi gangguan restriktif paru antara lain cepat lelah, sesak nafas pada waktu bekerja ringan, dan berkurangnya kapasitas kerja.

Ismay et al., (2013) menyatakan bahwa jenis keluhan gangguan kulit yang dialami responden adalah kulit gatal dan memerah sebesar Kulit gatal, panas dan merah merupakan gejala dermatitis dan



merupakan respon kulit terhadap agens-agens yang beraneka ragam. Respon tersebut biasanya berhubungan dengan alergi (Djuanda, 2002 dalam Ismy et al., 2012). Selanjutnya dinyatakan pula Harahap, (2000) dalam Ismy et al., (2012), dermatitis kontak adalah dermatitis (peradangan kulit) yang disertai dengan edema pada epidermis karena kulit berinteraksi dengan bahan-bahan kimia yang berkontak atau terpajan kulit. Bahan-bahan tersebut bersifat toksik ataupun alergik. Dengan demikian, responden yang mengalami gangguan kulit diperkirakan karena dermatitis kontak, sebab air yang mereka gunakan telah tercemar.

F. Eksternalitas

Studi tentang eksternalitas pertama kali diperkenalkan oleh Sidgwick (1883) dan Marshall (1890), dan kemudian Pigou (1920) mengembangkan gagasan perbedaan antara biaya privat dan biaya sosial, yang menjadi basis konsep eksternalitas. Nilai uang dalam analisis manfaat-biaya (*Benefit-Cost Analysis*) atau BCA merefleksikan preferensi individu atau masyarakat yang dinyatakan dengan kemauan untuk membayar (*Willingness to Pay*) atau WTP (Sugiyanto dan Fikri, 2016).

Konsep eksternalitas pertama muncul sebagai ekonomi eksternal (external economies) dari prinsip-prinsip ekonomi yang dikemukakan oleh Alfred Marshal tentang kurva penawaran yang menurun (*downward-supply curve*) dari industry kompetitif (Mishan, 1990 dalam Yakin,

secara praktis, dampak lingkungan atau eksternalitas timbul ketika



satu variabel yang dikontrol oleh suatu agen ekonomi tertentu mengganggu fungsi utilitas (fungsi kegunaan) agen ekonomi yang lain. Dalam pengertian lain, efek samping atau eksternalitas terjadi ketika kegiatan konsumsi atau produksi dari suatu individu atau perusahaan mempunyai dampak yang tidak diinginkan terhadap utilitas atau fungsi produksi individu atau perusahaan lain (Mueller, 1989 *dalam* Yakin 1997). Eksternalitas itu bisa juga merupakan dampak yang dirasakan oleh pihak ketiga yang diakibatkan oleh dari suatu kegiatan transaksi atau kegiatan ekonomi tersebut (Yakin, 1997).

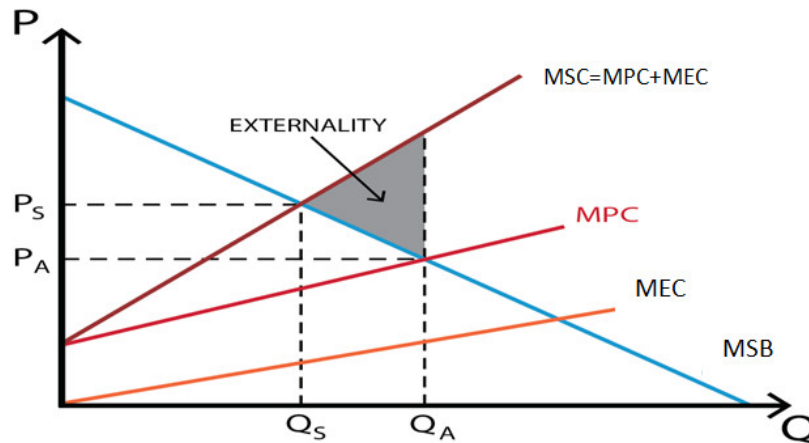
Masalah dalam ilmu ekonomi adalah keterbatasan sumber daya (*scarcity*), sehingga dengan pandangan tersebut, maka ilmu ekonomi mempelajari bagaimana alokasi sumber daya agar efisien, bagaimana keputusan ekonomi diambil oleh para pelaku ekonomi untuk memenuhi kebutuhan melalui kompetisi pasar. Pasar dapat menjadi alokasi sumber daya yang efisien bila asumsi-asumsinya terpenuhi, antara lain pelaku bersifat rasional, memiliki informasi sempurna, pasar berbentuk persaingan sempurna, dan barang bersifat privat (Yakin, 1997).

Namun kenyataannya, asumsi-asumsi ideal tersebut sulit terpenuhi. Akibatnya, terjadilah kegagalan pasar dimana mekanisme pasar tidak dapat berfungsi secara efisien dalam mengalokasikan sumber-sumber ekonomi yang ada dalam masyarakat dan diantaranya disebabkan oleh



utilitas. Ketika terjadi eksternalitas, harga pasar tidak mencerminkan biaya sosial marjinal (*marginal social cost*) ataupun manfaat sosial

marjinal (marginal social benefit) sehingga menimbulkan inefisiensi dalam alokasi sumber daya. Eksternalitas dapat dijelaskan dalam kurva berikut ini :



Gambar 1. Eksternalitas

Marginal private cost digambarkan dengan kurva MPC, dimana equilibrium diperoleh pada perpotongan antara kurva MSB (*marginal social benefit*) dengan kurva MPC yaitu pada kuantitas Q_A dan harga P_A . Private cost perusahaan atau individu tidak selalu sama dengan total cost masyarakat (*social cost*) untuk produk, jasa, atau kegiatan yang dihasilkan, digambarkan dengan kurva MSC (*marginal social cost*). Perbedaan antara private cost dan social cost dari produk, jasa, atau kegiatan ini disebut external cost, digambarkan dengan kurva MEC (*marginal external cost*). Pencemaran adalah salah satu external cost dari produk. External cost secara langsung berhubungan dengan produksi atau jasa, tetapi tidak dibebankan langsung oleh produsen. Ketika cost muncul karena biaya lingkungan yang tidak dibayar, dapat batkan kegagalan pasar dan inefisiensi ekonomi.



Yakin (1997) menyatakan bahwa jenis eksternalitas ditinjau dari segi dampaknya dibagi menjadi dua yaitu:

1. Eksternalitas positif; Eksternalitas positif adalah tindakan suatu pihak yang memberikan manfaat bagi pihak lain, tetapi manfaat tersebut tidak dialokasikan di dalam pasar. Jika kegiatan dari beberapa pihak menghasilkan manfaat bagi pihak lain dan pihak yang menerima manfaat tersebut tidak membayar atau memberikan harga atas manfaat tersebut maka nilai sebenarnya dari kegiatan tersebut tidak tercermin dalam kegiatan pasar. Contoh dari eksternalitas positif ini adalah dengan adanya suntikan antibodi terhadap suatu penyakit, maka suntikan tersebut selain bermanfaat bagi orang yang bersangkutan juga bermanfaat bagi orang lain yakni tidak tertular penyakit.
2. Eksternalitas negatif; Eksternalitas negatif adalah biaya yang dikenakan pada orang lain di luar sistem pasar sebagai produk dari kegiatan produktif. Contoh dari eksternalitas negatif adalah pencemaran lingkungan. Misalnya di daerah industri, pabrik-pabrik sering mencemari udara dan orang-orang di sekitarnya harus menderita konsekuensi negatif dari udara yang tercemar meskipun mereka tidak ada hubungannya dengan memproduksi polusi. Contoh eksternalitas negatif adalah ketika seseorang merokok dan orang yang berada disampingnya mencium asap rokok tersebut. Itu berarti orang



mencium asap rokok tersebut menerima dampak negatif atau an kata lain dirugikan karena tindakan orang yang merokok but.

Eksternalitas adalah dampak suatu kegiatan produksi oleh satu pihak yang harus dipikul atau diterima oleh pihak lain yang tidak terlibat dalam proses produksi dimaksud. Bila menguntungkan, maka eksternalitas ini dinamakan eksternalitas positif, sebaliknya bila merugikan disebut sebagai eksternalitas negatif. Banyak sekali bentuk eksternalitas ini yang tidak dapat dinilai harganya secara langsung melalui mekanisme pasar. Kondisi demikian membuat proses produksi dan eksploitasi sumber daya alam cenderung bersifat over exploited. Artinya eksploitasi dilakukan terlalu intensif, karena harga sumber daya yang dikuras tidak dicerminkan dengan baik oleh pasar sehingga bernilai terlalu rendah. Eksternalitas negatif yang timbul akibat proses eksploitasinya seringkali tidak dimasukkan sebagai komponen biaya. Kondisi pengurasan sumberdaya alam yang berlebihan ini pada gilirannya dapat mengganggu keberlanjutan dan kelestarian lingkungan. Mekanisme saling ketergantungan antar komponen-komponen lingkungan banyak yang terputus, kondisi lingkungan yang stabil banyak yang terganggu, kenyamanan dan nilai amenity yang dapat diperoleh dari lingkungan banyak yang sirna. Kondisi ini pada keadaan ekstremnya akan membuat lingkungan rusak dan proses pembangunan terhenti karena ketiadaan sumberdaya alam. Lebih lanjut yang dialami adalah kemerosotan kenyamanan hidup manusia dan penurunan tingkat kesejahteraan (Yakin, 1997).



Eksternalitas terjadi bila suatu kegiatan menimbulkan manfaat dan atau biaya bagi kegiatan atau pihak di luar pelaksana kegiatan tersebut tanpa ada pembayaran sama sekali. Eksternalitas meliputi eksternalitas manfaat (*external benefits*) maupun eksternalitas biaya (*external costs*). Biaya eksternalitas ditambah dengan biaya privat disebut sebagai biaya sosial. Pembicaraan mengenai biaya sosial, sesungguhnya berkaitan dengan masalah pencemaran lingkungan dan dapat menimbulkan kerusakan lingkungan yang dapat berfungsi sebagai biaya pembangunan ekonomi (*cost of economic development*). Yang menjadi masalah atau pertanyaan ialah siapa yang harus menanggung biaya sosial tersebut, apakah biaya itu harus ditanggung oleh pihak yang menimbulkan korban/biaya itu ataukah pihak yang dirugikan, atau pemerintah (Suparmoko, 2016).

Masalah lingkungan timbul dari hasil interaksi antara aktivitas ekonomi manusia dan sumber daya alam, atau secara lebih tepat adalah adanya mekanisme permintaan akan lingkungan dan suplai atau penawaran lingkungan. Interaksi yang tidak seimbang dan harmonis antara kedua aspek tersebut bisa menyebabkan terjadinya problema lingkungan (Yakin, 1997). Selanjutnya dinyatakan pula bahwa, masalah lingkungan muncul dari aktivitas ekonomi yang mempunyai dampak ekstrenal yang negatif atau merugikan. Masalah lingkungan tersebut merupakan barang publik (*public goods and bads*). Oleh karena keberadaan eksternalitas (*eksternalities*) itu menjadi penting untuk kita keterkaitannya dengan barang public (Suparmoko, 2016).



Setiap aktivitas dalam suatu perekonomian modern mempunyai keterkaitan dengan aktivitas lainnya. Daraba (2001) menyatakan keterkaitan suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya yang tidak melalui mekanisme pasar dikatakan sebagai eksternalitas. Eksternalitas secara umum diartikan sebagai dampak yang terjadi oleh pihak yang melakukan suatu kegiatan terhadap pihak lain. Mangkoesoebroto (1993) membagi eksternalitas atas dampaknya menjadi dua, yaitu eksternalitas positif dan eksternalitas negatif. Eksternalitas positif adalah dampak yang menguntungkan dari suatu tindakan yang dilakukan oleh suatu pihak terhadap orang lain tanpa adanya kompensasi dari pihak yang diuntungkan (Cyrilla et al., 2016).

Untuk sistem pasar bekerja secara sempurna, semua pembuat keputusan produksi harus menghitung semua biaya-biaya dan manfaat-manfaat dari tindakan-tindakan mereka. Apabila pengaruh-pengaruh sampingan tidak terdaftar sebagai biaya-biaya atau pendapatan-pendapatan oleh pihak yang menyebabkannya, mereka tidak mempunyai insentif ekonomi untuk memasukkannya ke dalam perhitungan dalam pengambilan keputusan-keputusan produksi dan tindakan-tindakannya tidak akan konsisten dengan kepentingan publik yang lebih luas. Secara umum, semakin banyak eksternalitas non-ekonomis seperti polusi, dan terlalu kecil eksternalitas ekonomis, seperti kenikmatan-kenikmatan keindahan akan dihasilkan karena manfaat-manfaat dan biaya-biaya ini tidak diacuhkan oleh mereka yang menghasilkannya.



Demikianlah akibat sampingan yang tidak dapat dipasarkan yang membuat dicegahnya para produsen swasta jauh dari perhitungan biaya-biaya dan manfaat-manfaat sosial atas tindakan-tindakan mereka, menghasilkan alokasi sumber daya yang tidak efisien (Sugiyanto dan Fikri, 2016).

Yakin (1997) menyatakan bahwa dampak dari eksternalitas positif dan negatif masing-masing juga dapat terjadi dalam dua kegiatan ekonomi yaitu produksi dan konsumsi. Hal tersebut dijabarkan seperti di bawah ini:

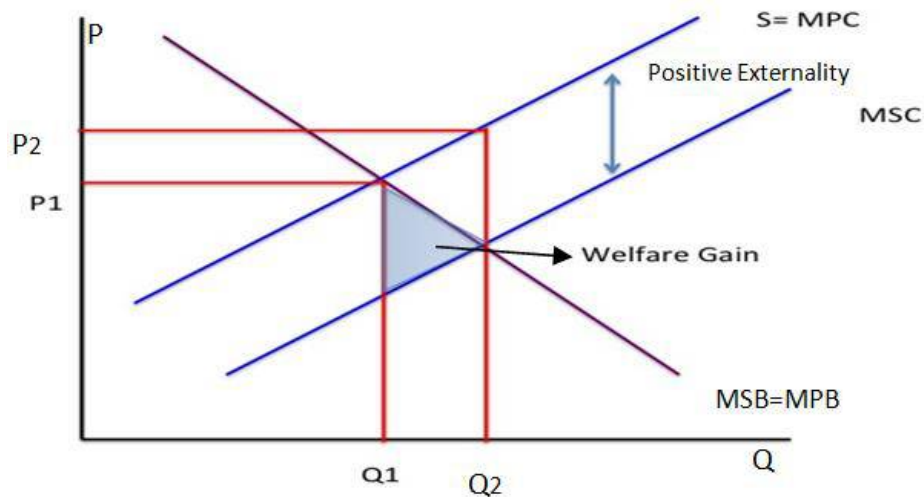
1. Eksternalitas positif dari produksi

Yang dimaksud dengan eksternalitas positif adalah dampak yang menguntungkan dari suatu tindakan yang dilakukan oleh suatu pihak terhadap pihak lain tanpa adanya kompensasi dari pihak yang diuntungkan. Meskipun banyak pasar dimana biaya sosial melebihi biaya pribadi, ada pula pasar-pasar yang justru sebaliknya, yakni biaya pribadi (private cost) para produsen lebih besar dari biaya sosialnya (social cost). Di pasar inilah, eksternalitasnya bersifat positif, dalam arti menguntungkan pihak lain (selain produsen dan konsumen). Misalnya pengusaha madu memelihara lebah untuk menghasilkan madu, maka lebah akan mencari madu dan menguntungkan pengusaha anggrek padahal pengusaha madu tak memperhatikan eksternalitas yang positif yang ditimbulkan sehingga menyebabkan kecenderungan

menentukan tingkat produksi yang terlalu rendah dilihat dari efisiensi seluruh masyarakat. Ini karena pengusaha menentukan equilibrium



dimana marginal private cost = marginal private benefit, yaitu perpotongan kurva $MPC=MPB$, pada kuantitas dan harga Q_1P_1 , sedangkan bagi masyarakat tidak ada external cost yang terjadi, malah sebaliknya terdapat external benefit. Maka produksi seharusnya ditingkatkan pada posisi marginal social benefit = marginal social cost, dimana tingkat keseimbangan bergeser ke perpotongan kurva $MSB=MSC$ yaitu pada kuantitas dan harga Q_2P_2 .



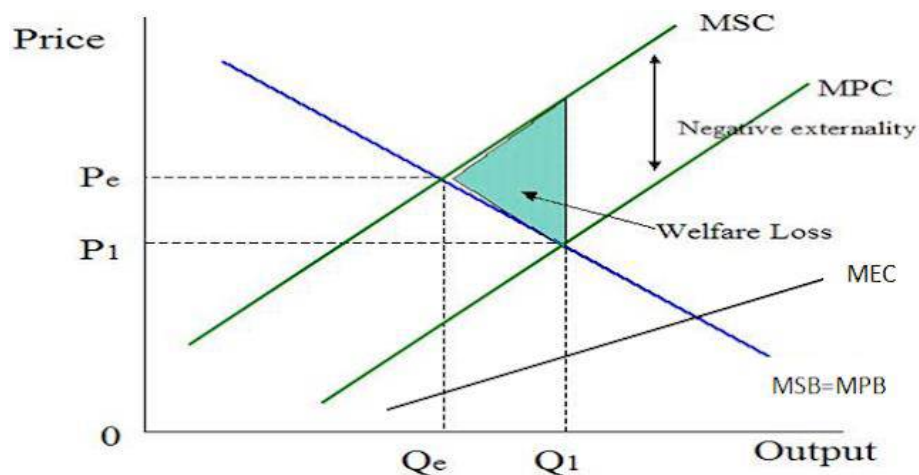
Gambar 2. Eksternalitas positif dari produksi

2. Eksternalitas negatif dari produksi

Pengertian eksternalitas negatif lebih kurang adalah efek samping yang negatif dari suatu tindakan dari pelaku ekonomi (katakanlah suatu perusahaan) yang diderita oleh pihak yang tidak terlibat dalam tindakan ekonomi tersebut. Misalnya jika pabrik gula menghasilkan limbah. Perusahaan tersebut dalam kegiatannya tidak akan memperhitungkan biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak luar untuk membersihkan limbah tersebut. Mereka hanya memperhitungkan keuntungan yang didapat dan pihak luar. Mereka



memperhitungkan harga produksi dengan tingkat produksi pada titik equilibrium Q_1P_1 , yaitu perpotongan kurva MPC dan MPB dimana marginal private cost = marginal private benefit,. Bila dalam produksi tersebut dampaknya negatif maka terdapat marginal external cost, yaitu $MEC > 0$ yang berarti marginal social cost $>$ marginal private cost (ingat, $MSC = MPC + MEC$), sehingga titik keseimbangan bergeser ke perpotongan kurva MSC dan kurva MSB. Produksi harus dikurangi agar tingkat efisiensi terjamin yaitu pada titik kuantitas dan harga Q_eP_e .



Gambar 3. Eskternalitas negatif dari produksi

3. Eksternalitas positif dalam konsumsi

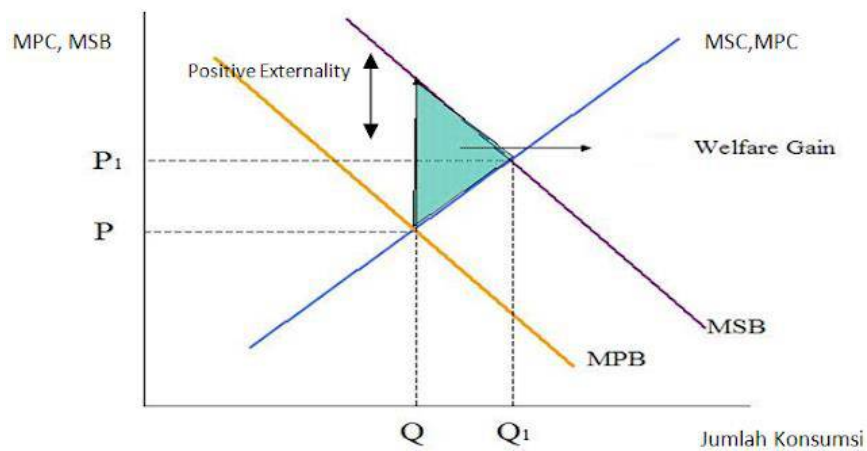
Sejauh ini, eksternalitas yang telah kita bahas hanya eksternalitas yang berkaitan dengan kegiatan produksi. Selain itu masih ada eksternalitas yang terkandung dalam kegiatan konsumsi. Eksternalitas



n konsumsi ini juga ada yang bersifat positif. Contohnya adalah konsumsi pendidikan. Semakin banyak orang yang terdidik,

masyarakat atau pemerintahnya akan diuntungkan. Pemerintah akan lebih mudah merekrut tenaga-tenaga cakap, sehingga pemerintah lebih mampu menjalankan fungsinya dalam melayani masyarakat. Dalam diagram (gambar 2.3), digambarkan sebagai suatu konsumsi barang dimana barang tersebut diminta karena memberikan suatu manfaat eksternal. Pada penawaran suatu barang, keseimbangan terjadi pada titik dimana kurva marginal social cost (MSC) berhimpitan dengan kurva marginal private cost (MPC) dan memotong kurva marginal private benefit (MPB) pada titik kuantitas dan harga QP. Dengan mengkonsumsi barang tersebut (misalnya pendidikan), maka terdapat external benefit ($MEB > 0$) sehingga manfaat sosial yang dirasakan lebih besar dari manfaat pribadi yang berarti $marginal\ social\ benefit > marginal\ private\ benefit$ ($MSB = MPB + MEB$). Oleh karena kurva $MSB > MPB$, sehingga untuk menjamin penggunaan alokasi sumber ekonomi yang optimal maka terjadi pergeseran keseimbangan ke arah perpotongan antara kurva MSB dan MSC, yaitu di titik kuantitas dan harga Q1P1.



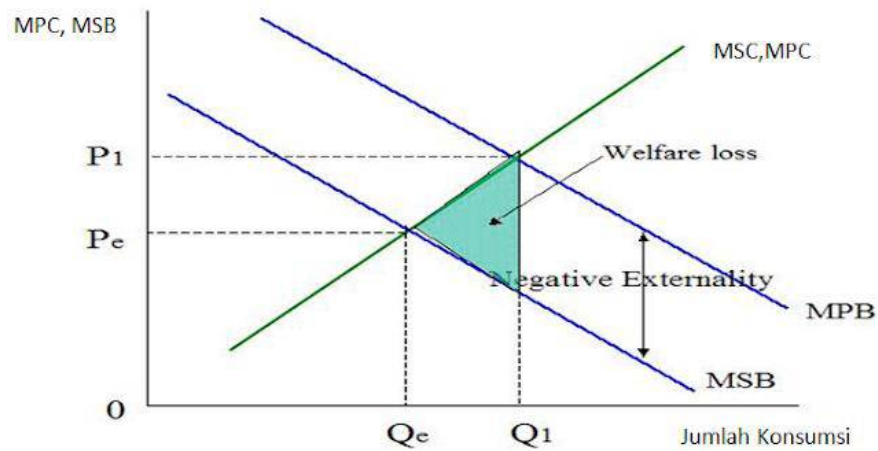


Gambar 4. Eksternalitas positif dari konsumsi

4. Eksternalitas negatif dalam konsumsi

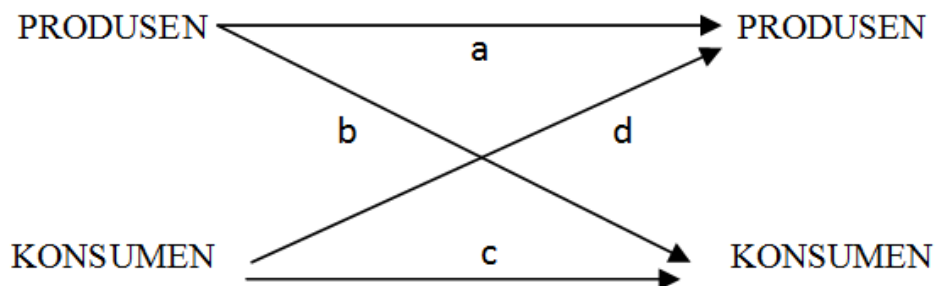
Merupakan konsumsi barang yang mengakibatkan kerugian yang harus ditanggung oleh pihak lain. Konsumsi minuman beralkohol, misalnya, mengandung eksternalitas negatif jika si peminum lantas mengemudikan mobil dalam keadaan mabuk atau setengah mabuk, sehingga membahayakan pemakai jalan lainnya. Digambarkan tidak adanya eksternalitas produksi maka kurva MSC dan MPC adalah sama. Ketika terjadi dampak negatif dari konsumsi minuman beralkohol yaitu pada titik Q_1P_1 , maka manfaat sosial dari konsumsi tersebut lebih kecil dari manfaat pribadi, yaitu kurva $MSB < MPB$, sehingga penggunaan alokasi sumber ekonomi/konsumsi bergeser pada perpotongan antara kurva MSB dan MSC, yaitu pada titik $Q_e P_e$.





Gambar 5. Eksternalitas negatif dari konsumsi

Yakin (1999) menyatakan bahwa macam-macam eksternalitas jika ditinjau dari segi pihak-pihak yang melakukan dan pihak yang menerima akibat dari eksternalitas dapat dibagi menjadi 4 (empat) yaitu:



Gambar 6. Interaksi eksternalitas produsen dan konsumen

- a. Efek atau dampak satu produsen terhadap produsen lain (*effects of producers on other producers*).

Eksternalitas produsen terhadap produsen terjadi ketika output dan input yang digunakan oleh suatu perusahaan mempengaruhi output input yang digunakan oleh perusahaan lain. Contoh: produksi sahaan hulu sungai yang mencemari air di hilir sungai sehingga



menghancurkan sumber daya perikanan dan mempengaruhi industri perikanan, penangkapan ikan menggunakan pukat harimau sehingga menyebabkan berkurangnya sumber daya perikanan dan mempengaruhi nelayan yang menggunakan alat tangkap tradisional, pembakaran hutan oleh perusahaan kelapa sawit sehingga mengganggu penerbangan dan merugikan perusahaan penerbangan, dan lain-lain.

- b. Efek atau dampak samping kegiatan produsen terhadap konsumen (*effects of producers on consumers*)

Dalam kasus eksternalitas produsen terhadap konsumen eksternalitas terjadi ketika fungsi utilitas konsumen tergantung pada output dari produsen. Jenis eksternalitas terjadi dalam kasus polusi suara oleh pesawat udara, dan efek dari emisi pabrik. Contoh lain yang sering terjadi adalah suatu pabrik yang mengeluarkan asap dalam proses produksinya, akan menyebabkan polusi udara. Udara kotor tersebut akan dihirup oleh masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar pabrik. Hal ini menyebabkan utilitas masyarakat tersebut untuk tinggal di sekitar pabrik menjadi turun karena pabrik tidak memberikan ganti rugi apapun kepada masyarakat.

- c. Efek atau dampak dari suatu konsumen terhadap konsumen lain (*effects of consumers on consumers*).

Dampak konsumen terhadap konsumen yang lain terjadi jika aktivitas orang atau kelompok tertentu mempengaruhi atau mengganggu utilitas konsumen yang lain. Konsumen bisa dipengaruhi tidak hanya oleh efek samping dari kegiatan produksi tetapi juga oleh



konsumsi oleh individu yang lain. Dampak atau efek dari kegiatan suatu seorang konsumen yang lain dapat terjadi dalam berbagai bentuk. Contohnya, orang yang mengendarai motor secara ugal-ugalan dapat mengganggu atau membahayakan pengendara lainnya, bahkan dapat menyebabkan kecelakaan. Begitu juga dengan orang yang merokok yang akan mengganggu orang-orang yang ada disekitarnya.

- d. Efek akan dampak dari suatu konsumen terhadap produsen (*effects of consumers on producers*)

Jenis eksternalitas konsumen terhadap produsen jarang terjadi di dalam praktek. Eksternalitas konsumen terhadap produsen meliputi efek dari kegiatan konsumen terhadap output perusahaan. Contoh eksternalitas konsumen terhadap produsen, ketika ibu-ibu mencuci baju di sungai menggunakan detergen pasti sisa air detergen dibuang ke dalam sungai. Hal ini bisa menyebabkan polusi sungai sehingga misalnya ada pabrik es yang sangat bergantung pada air sungai untuk menjalankan produksinya, tentu sangat dirugikan karena dia harus mengeluarkan dana untuk membersihkan air sungai yang sudah tercemar air detergen.

Eksternalitas timbul pada dasarnya karena aktivitas manusia yang tidak mengikuti prinsip-prinsip ekonomi yang berwawasan lingkungan.

Dalam pandangan ekonomi, eksternalitas dan ketidakefisienan timbul



adalah satu atau lebih dari prinsip-prinsip alokasi sumber daya yang tidak terpenuhi. Karakteristik barang atau sumber daya publik,

ketidaksempurnaan pasar, kegagalan pemerintah merupakan keadaan-keadaan dimana unsur hak pemikiran atau pengusahaan sumber daya (property rights) tidak terpenuhi. Se jauh semua faktor ini tidak ditangani dengan baik, maka eksternalitas dan ketidakefisienan ini tidak bisa dihindari. Faktor-faktor penyebab eksternalitas:

1. Keberadaan barang publik

Barang publik yang berkaitan dengan lingkungan meliputi udara segar, pemandangan yang indah, rekreasi, air bersih, hidup yang nyaman dan sejenisnya. Satu-satunya mekanisme yang membedakannya adalah dengan menetapkan harga (nilai moneter) terhadap barang publik tersebut sehingga menjadi barang privat (dagang) sehingga benefit yang diperoleh dari harga itu bisa dipakai untuk mngendalikan atau memperbaiki kualitas lingkungan itu sendiri. Tetapi dalam menetapkan harga ini menjadi masalah tersendiri dalam analisa ekonomi lingkungan. Karena memiliki sifat non-excludable dan non-rivalry, barang publik tidak diperjualbelikan sehingga tidak memiliki harga, barang publik dimanfaatkan berlebihan dan tidak mempunyai insentif untuk melestarikannya. Masyarakat atau konsumen cenderung acuh tak acuh untuk menentukan harga sesungguhnya dari barang publik ini. Hal ini mendorong sebagian masyarakat sebagai "free rider".

Keadaan seperti itu akhirnya mengakibatkan berkurangnya insentif



rangsangan untuk memberikan kontribusi terhadap penyediaan pengelolaan barang publik. Kalaupun ada kontribusi, maka

sumbangan itu tidaklah cukup besar untuk membiayai penyediaan barang publik yang efisien, karena masyarakat cenderung memberikan nilai yang lebih rendah dari yang seharusnya (undervalued).

2. Sumber daya bersama

Keberadaan sumber daya bersama (common resources) atau akses terbuka terhadap sumber daya tertentu ini tidak jauh berbeda dengan keberadaan barang publik di atas. Sumber-sumber daya milik bersama, sama halnya dengan barang-barang publik, tidak ekskludabel. Sumber-sumber daya ini terbuka bagi siapa saja yang ingin memanfaatkannya, dan cuma-cuma. Namun tidak seperti barang publik, sumber daya milik bersama memiliki sifat bersaing. Pemanfaatannya oleh seseorang, akan mengurangi peluang bagi orang lain untuk melakukan hal yang sama. Jadi, keberadaan sumber daya milik bersama ini, pemerintah juga perlu mempertimbangkan seberapa banyak pemanfaatannya yang efisien.

3. Ketidaksempurnaan pasar

Masalah lingkungan bisa juga terjadi ketika salah satu partisipan di dalam suatu tukar menukar hak-hak kepemilikan (property rights) mampu mempengaruhi hasil yang terjadi (outcome). Hal ini bisa terjadi pada pasar yang tidak sempurna (imperfect market) seperti pada kasus monopoli (penjual tunggal). Ketidaksempurnaan pasar ini

nya terjadi pada praktek monopoli dan kartel. Contoh konkrit dari ek ini adalah organisasi negara-negara pengeksport minyak



(OPEC) dengan memproduksi minyak dalam jumlah yang lebih sedikit mengakibatkan meningkatnya harga yang lebih tinggi dari harga normal. Pada kondisi yang demikian akan hanya berakibat terjadinya peningkatan surplus produsen yang nilainya jauh lebih kecil dari kehilangan surplus konsumen, sehingga secara keseluruhan praktek monopoli ini merugikan masyarakat (worse off).

4. Kegagalan pemerintah

Sumber ketidakefisienan dan atau eksternalitas tidak saja diakibatkan oleh kegagalan pasar tetapi juga karena kegagalan pemerintah (government failure). Kegagalan pemerintah banyak diakibatkan tarikan kepentingan pemerintah sendiri atau kelompok tertentu (interest groups) yang tidak mendorong efisiensi. Kelompok tertentu ini memanfaatkan pemerintah untuk mencari keuntungan (rent seeking) melalui proses politik, melalui kebijaksanaan dan sebagainya.

Dalam prakteknya, bukan hanya pemerintah saja yang perlu dan dapat mengatasi eksternalitas, melainkan juga pihak-pihak non pemerintah, baik itu pribadi/kelompok maupun perusahaan/organisasi kemasyarakatan. Pada dasarnya, tujuan yang hendak dicapai oleh pemerintah maupun pihak swasta (perorangan dan kelompok), berkenaan dengan penanggulangan eksternalitas itu adalah untuk mendorong alokasi sumber daya agar mendekati kondisi yang optimum secara sosial. Upaya-

yang dilakukan oleh pihak swasta (private solutions) dalam menyelesaikan persoalan eksternalitas, antara lain salah satunya melalui



konsep CSR (Corporate Social Responsibility) yang dimaksudkan sebagai upaya perusahaan untuk meningkatkan kepedulian terhadap masalah sosial dan lingkungan.

Selanjutnya, solusi pihak swasta terhadap eksternalitas adalah dengan “*teorema coase*”. Pakar ekonom, Ronald Coase (1960) menyampaikan pemberian hak milik yang tepat terhadap suatu barang, walaupun tetap akan ada eksternalitas tetapi bisa menimbulkan tawar-menawar antara pihak-pihak yang terkait sehingga pihak-pihak yang terkait bisa bersama-sama mencari solusi yang terbaik ini dikenal dengan *teorema coase*. *Teorema coase* adalah suatu pendapat bahwa jika pihak-pihak swasta dapat melakukan tawar-menawar mengenai alokasi sumber-sumber daya tanpa harus mengeluarkan biaya, mereka dapat menyelesaikan masalah eksternalitas mereka sendirinya. *Teorema coase* menyatakan bahwa jika pasar diperbolehkan untuk berfungsi secara bebas maka akan tercapai alokasi sumber daya yang efisien. *Teorema Coase* ini sangat menekankan pada pentingnya diberikannya hak milik (property rights) pada proses pasar tanpa memandang kepada siapa hak milik tersebut diberikan. Agar solusi yang ditawarkan *coase* ini efisien maka perlu dipenuhinya dua asumsi yaitu asumsi yang pertama adalah biaya transaksi rendah dan asumsi kedua adalah kerusakan yang terjadi dapat diukur. Hak kepemilikan seringkali membuat suatu permasalahan



1997).

G. Eksternalitas Peternakan Ayam Ras Petelur

Owen (2004) menyatakan bahwa eksternalitas lingkungan sebagai manfaat dan biaya yang ditunjukkan oleh perubahan lingkungan secara fisik hayati. Yang berpotensi mengalami eksternalitas lingkungan adalah air, udara, tanah, serta hubungan timbal balik antara air, udara dan tanah. Eksternalitas menyebabkan terjadinya perbedaan antara manfaat (biaya) sosial dengan manfaat (biaya) individu. Timbulnya perbedaan ini sebagai hasil dari alokasi sumberdaya yang tidak efisien. Pihak yang menyebabkan eksternalitas tidak memiliki dorongan untuk menanggung dampak dari kegiatannya terhadap pihak lain. Dalam hal ini, pemilik usaha peternakan tidak dapat menanggung dampak akibat usaha peternakan ke masyarakat sekitar peternakan tersebut. Hal ini sejalan dengan pernyataan Taggart et al., 2003) bahwa sumber dari eksternalitas adalah ketiadaan hak milik (property righy) yaitu kesepakatan sosial yang menentukan kepemilikan, penggunaan dan pembagian faktor produksi serta barang dan jasa. Hak miliki tidak ada saat eksternalitas timbul. Tidak ada seorangpun yang memiliki udara, sungai dan laut. Pada saat tidak adanya hak milik maka tidak ada jaminan sebuah perusahaan swasta beroperasi pada tingkat yang efisien.

Keberadaan peternakan ayam ras petelur di Kecamatan Rejotangan Kabupaten Tulungagung telah memberikan dampak positif



atif terhadap masyarakat, menambah lowongan pekerjaan bagi
ikat sekitar peternakan dan dampak negatif yang ditimbulkan

antara lain bau yang tidak sedap dari peternakan banyak lalat di rumah-rumah warga sekitar peternakan. Hal yang paling mengganggu masyarakat sekitar yaitu pada musim hujan tiba, karena kotoran ayam menjadi basah dan baunya menyengat. Hasil penelitian yang dapat dideskripsikan sebagai berikut (1) Usaha peternakan ayam ras petelur sebagai pekerjaan utama sebesar 68% sedangkan sebagai sambilan 32%, (2) Penyerapan tenaga kerja dari dalam desa sebesar 61% dari luar desa 23%, (3) Tingkat pendidikan anak pemilik peternak ayam ras petelur SD sebesar 18%, SMP 16%, SMA 17% dan yang menempuh perguruan tinggi 23%, (4) Akibat adanya peternakan di sekitar rumah warga mengalami sakit 16% seperti batuk, sesak nafas dan gatal-gatal, (5) Upaya yang dilakukan para peternak untuk mengurangi dampak negatif dengan cara menyemprotkan obat di areal kandang untuk mengurangi bau 89%, obat tersebut bisa berupa gamping maupun obat pembunuh hama pari dan membersihkan secara rutin 11%, kemudian upaya sebagian kecil masyarakat untuk mengurangi bau menyengat dan lalat akibat kotoran ayam dengan cara memasang pengharum ruangan 16% dan perekat lalat 23% yang lain tidak ada upaya untuk mengurangi bau maupun lalat 61%. Pemahaman dampak negatif masih kurang, masyarakat mengabaikan begitu saja tentang dampak negatif tersebut (Priyambodo dan Kuspriyanto, 2016).



Limbah yang dihasilkan dari usaha peternakan ayam terutama berupa kotoran ayam dan bau yang kurang sedap serta air buangan. Gambaran kualitas air buangan usaha peternakan ayam ras petelur dengan skala 40.000 ekor adalah: pH 6,70 mg/l, BOD (Bio Oxygen Demand) 15,39 mg/l, COD (Chemical Oxygen Demand) 35,12 mg/l, total padatan 440 mg/l, Pb (timah hitam) 0,019 mg/l, Fosfor 7,66 mg/l, total coli > 2400 (Rachmawati, 2000).

Praja (2006) menyatakan bahwa dampak dari usaha peternakan unggas terhadap lingkungan sekitar terutama adalah berupa bau yang dikeluarkan selama proses dekomposisi kotoran ayam. Bau tersebut berasal dari kandungan gas amonia yang tinggi dan gas hydrogen sulfide, H₂S, dimetil sulfide, karbon disulfide, dan merkaptan. Senyawa yang menimbulkan bau ini dapat mudah terbentuk dalam kondisi anaerob seperti tumpukan kotoran yang masih basah. Senyawa tersebut dapat tercium dengan mudah walau dalam konsentrasi yang sangat kecil. Untuk H₂S, kadar 0,47 mg/l atau dalam konsentrasi *part per million* (ppm) di udara merupakan batas konsentrasi yang masih dapat tercium bau, sedangkan untuk dimetil sulfida konsentrasi 1,0 ppm. Akan tetapi, kepekaan seseorang terhadap bau ini sangat tidak mutlak, terlebih lagi bau yang disebabkan oleh campuran gas. Pada konsentrasi amonia yang lebih tinggi di udara dapat menyebabkan iritasi mata dan gangguan

pernapasan pada manusia dan hewan itu sendiri.



Rachmawati (2000) menyatakan bahwa pengaruh kadar amonia terhadap manusia dan ternak dapat dilihat pada Tabel 9, dan pengaruh gas hydrogen sulfide pada manusia pada Tabel 10 berikut:

Tabel 9. Pengaruh gas amonia pada manusia dan ternak

Kadar Amonia (ppm)	Gejala/Pengaruh yang Ditimbulkan pada Manusia dan Ternak
5	Kadar paling rendah yang tercium baunya
6	Mulai timbul iritasi pada mukosa mata dan saluran napas
11	Penurunan produktivitas ayam
25	Kadar maksimum yang dapat ditolerir selama 8 jam
35	Kadar maksimum yang dapat ditolerir selama 10 menit
40	Mulai menyebabkan sakit kepala, mual, hilang nafsu makan pada manusia
50	Penurunan drastic produktivitas ayam dan juga pembengkakan bursa fabricious

Sumber: Setiawan (1996) *dalam* Rachmawati (2000).

Tabel 10. Pengaruh pemaparan gas Hidrogen Sulfida (H₂S) pada manusia

Kadar Gas H ₂ S (ppm/jam)	Pengaruh pada Manusia
10	Iritasi mata
20	Iritasi mata, hidung, dan tenggorokan
50 – 100	Mual, munta, diare
200	Pusing, depresi, rentan pneumonia
1000 per menit	Mual, muntah, pingsan
1000 per menit	Mati

Pauzenga (1991) *dalam* Rachmawati (2000).



Banyaknya usaha peternakan unggas yang berada di lingkungan masyarakat dirasakan mulai mengganggu warga sekitar peternakan, karena masih banyak peternak yang belum memiliki kepedulian terhadap manajemen pengolahan produk buangan dari peternakannya. Limbah peternakan unggas berupa feses, sisa pakan, dan air yang berasal dari pembersihan ternak seringkali menimbulkan pencemaran lingkungan masyarakat di sekitar lokasi peternakan tersebut dan pada akhirnya mengganggu kesehatan masyarakat sekitar. Sumber pencemaran dari usaha peternakan ayam berasal dari kotoran ayam yang berkaitan dengan unsur nitrogen dan sulfida yang terkandung dalam kotoran tersebut, yang pada saat penumpukan kotoran atau penyimpanan terjadi proses dekomposisi oleh mikroorganisme membentuk gas amonia, nitrat, dan nitrit serta gas sulfida. Gas-gas tersebut yang menyebabkan bau (NRC, 2003).

Pencemaran udara diartikan sebagai keadaan atmosfer, dimana satu atau lebih bahan-bahan polusi yang jumlah dan konsentrasinya dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup, merusak properti dan mengurangi kenyamanan di udara (Salim 2002). Pencemaran udara dapat dibedakan menjadi dua yaitu pencemaran udara bebas dan pencemaran udara di dalam ruangan (*indoor air pollution*). Bahan atau zat yang dapat mencemari udara dapat berbentuk gas dan partikel (Sunu 2001).



o (2001) menyatakan bahwa berdasarkan ciri fisik, bahan ar dapat berupa partikel (debu, aerosol, timah hitam), gas (CO,

NO_x, SO_x, H₂S) dan energi (suhu udara dan kebisingan) sedangkan menurut kejadian atau terbentuknya ada pencemar primer (yang diemisikan langsung oleh sumber) dan pencemar sekunder (yang terbentuk karena reaksi di udara antara berbagai zat). Peternakan unggas dapat menyebabkan pencemaran udara, yaitu melalui:

1. Hidrogen Sulfida (H₂S) dan Nitrogen Dioksida (NO₂)

Penyebab terbesar timbulnya bau dari peternakan berasal dari berbagai komponen yang meliputi H₂S dan NH₃ (NRC 2003). Hidrogen sulfida dibentuk dari reduksi bakteri sulfat dan dekomposisi kandungan sulfur organik pada kotoran dalam kondisi anaerob. Gas H₂S merupakan gas yang lebih ringan dari pada udara, mudah larut dalam air dan mempunyai bau seperti telur busuk (Casey et al., 2006). Gas tersebut toksik bagi manusia dan hewan serta dapat meningkatkan kerentanan penyakit dan dapat mengganggu efisiensi aktivitas para pekerja yang berada di sekitar peternakan karena bau yg ditimbulkan (Martin et al., 2004). Senyawa yang menimbulkan bau ini dapat mudah terbentuk dalam kondisi anaerob seperti tumpukan kotoran yang masih basah. Gas ini tidak berwarna dan dapat dideteksi pada konsentrasi yang sangat rendah yaitu 0,002 ppm (Soemirat, 2002). Gas H₂S banyak ditemukan di dataran rendah yang tertutup dan memiliki ventilasi yang buruk. Gas H₂S pada konsentrasi yang rendah dapat

sebabkan iritasi mata, batuk, sesak nafas, iritasi hidung, dan muntah. Gas H₂S yang dihasilkan dari proses penguraian zat



makanan sisa pencernaan dilakukan oleh mikroba perombak protein. Gas tersebut toksik bagi manusia dan hewan serta dapat meningkatkan kerentanan penyakit dan dapat mengganggu efisiensi aktivitas para pekerja yang berada di sekitar peternakan karena bau yg ditimbulkan (Martin et al., 2004). Selain gas H₂S yang dihasilkan, kotoran ayam juga diyakini dapat menyebabkan emisi NO secara langsung (NRC 2003). Nitrogen monoksida (NO) dapat mengalami oksidasi menjadi NO₂ (Pohan, 2002). Sehingga secara tidak langsung kotoran ayam dapat menghasilkan emisi gas NO₂ melalui proses denitrifikasi.

2. Debu

Kandungan debu di peternakan unggas pada umumnya meliputi partikel tanah, sisa pakan, rambut dan bulu, kotoran kering, bakteri, dan jamur. Kandungan debu di peternakan unggas umumnya berasal dari pakan sedangkan kandungan partikel tanah tersebut menentukan konsentrasi debu. Leeson dan Summers (2000) menyatakan bahwa rata-rata kadar debu pada peternakan unggas dewasa sekitar 2-5 mg/m³ (2.000-5.000 µg/m³), dimana pada kadar tersebut berkontribusi pada masalah pernafasan pada peternakan dan sekitarnya.

Prasetyanto (2011) menyatakan bahwa kondisi lingkungan (suhu udara, kelembaban udara, arah dan kecepatan angin, dan ketinggian kondisi kandang (bahan atap, sistem kandang) dan kondisi sekitar (are pertanian, keberadaan tanaman di sekitar kandang) dapat



mempengaruhi kadar H₂S, NO₂, dan debu di sekitar peternakan yang merupakan suatu ancaman serius bagi kesehatan manusia. Efek debu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan tergantung dari *solubility*, komposisi kimia debu, konsentrasi debu, dan ukuran partikel debu. Akibat yang dapat ditimbulkan oleh debu antara lain gangguan kenyamanan pada pernafasan, peradangan saluran pernafasan, alergi, meningkatkan sekresi cairan di hidung, nafas menjadi berat, serta penurunan kapasitas ventilasi paru. Gejala yang terjadi pada pekerja biasanya meliputi gangguan restriktif paru antara lain cepat lelah, sesak nafas pada waktu bekerja ringan, dan berkurangnya kapasitas kerja.

Dalam kasus pencemaran lingkungan oleh peternakan ayam, yang menjadi pemicu permasalahan sebenarnya akibat dari pemukiman yang terus berkembang. Pada awal pembangunan, peternakan ayam didirikan jauh dari pemukiman penduduk namun lama kelamaan di sekitar areal peternakan tersebut menjadi pemukiman. Hal tersebut terjadi karena perkembangan dan rencana tata ruang yang seringkali tidak konsisten. Keberadaan peternakan ayam di sekitar masyarakat pada dasarnya dapat membawa dampak positif yaitu meningkatkan pertumbuhan ekonomi masyarakat sekitar, namun dapat pula bernilai negatif yaitu justru menimbulkan resiko yang merugikan masyarakat karena adanya limbah peternakan. Meskipun peternakan ayam memiliki dampak negatif bagi



ikat sekitar, peternakan ayam terbukti telah membawa manfaat yang sangat besar seperti menyediakan banyak lapangan in dan meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD). Kondisi

demikian mengakibatkan pilihan untuk menutup suatu peternakan dirasa bukanlah merupakan suatu keputusan yang paling tepat karena dengan demikian akan menghilangkan sumber penghasilan masyarakat yang bergantung pada peternakan ayam tersebut, namun apabila tetap dibiarkan akan menimbulkan protes dari masyarakat sekitar yang merasa terganggu. Oleh karena itu, langkah yang paling bijaksana adalah dengan berusaha mengolah limbah-limbah dari peternakan ayam yang semula berbahaya dan merugikan masyarakat menjadi tidak berbahaya dan justru menguntungkan masyarakat (Prasetyanto, 2011).

Limbah peternakan mengandung nutrisi atau zat padat yang potensial untuk mendorong kehidupan jasad renik yang memberikan dampak terhadap lingkungan. Selain melalui air, limbah peternakan sering mencemari lingkungan secara biologis yaitu sebagai media untuk berkembang biaknya lalat. Kandungan air manure antara 27-86 % merupakan media yang paling baik untuk pertumbuhan dan perkembangan larva lalat, sementara kandungan air manure 65-85 % merupakan media yang optimal untuk bertelur lalat. Adanya limbah peternakan dalam keadaan keringpun dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan yaitu dengan menimbulkan debu. Pencemaran udara di lingkungan penggemukan sapi yang paling hebat ialah sekitar pukul 18.00, kandungan debu pada saat tersebut lebih dari 6000 mg/m³, jadi telah melewati ambang batas yang dapat ditolelir untuk kesegaran udara dengan (3000 mg/m³).



H. Biaya Eksternalitas

Eksternalitas adalah biaya atau manfaat dari transaksi pasar yang tidak tercermin dalam harga. Ketika eksternalitas terjadi, pihak ketiga (selain pembeli atau penjual item) dipengaruhi oleh produksi atau konsumsi. Manfaat atau biaya dari pihak ketiga (baik rumah tangga atau bisnis) tidak dianggap, baik oleh pembeli atau penjual item yang produksi atau penggunaannya muncul dalam eksternalitas. Pihak ketiga adalah orang-orang seperti anda yang menanggung biaya polusi udara dan air. Pihak ketiga secara politis ini sering beraksi melalui kelompok-kelompok seperti Sierra Club untuk melobi legislator dan pejabat publik untuk melindungi hak-hak mereka akan lingkungan yang bersih. Di Amerika Serikat dan negara-negara industri lainnya, lingkungan hidup telah muncul sebagai kekuatan politik yang efektif dan kuat untuk mendorong pemerintah agar mengesahkan undang-undang yang membatasi hak-hak produsen dan konsumen untuk membuang limbah yang mencemari udara, air, dan tanah (Sugiyanto dan Fikri, 2016).

Harga pasar tidak secara akurat mencerminkan semua manfaat sosial marginal atau semua biaya sosial marginal barang yang diperdagangkan ketika eksternalitas muncul. Eksternalitas negatif, juga disebut biaya eksternal, adalah biaya kepada pihak ketiga selain pembeli atau penjual item yang tidak tercermin dalam harga pasar. Contoh dari

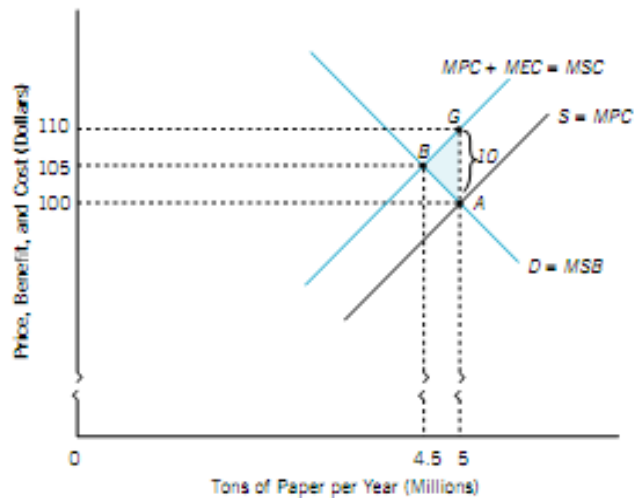
Eksternalitas negatif adalah kerusakan yang dilakukan oleh polusi industri orang-orang dan harta benda mereka. Efek berbahaya dari polusi



adalah gangguan kesehatan dan penurunan nilai bisnis, properti pribadi dan sumber daya. Contoh lain dari eksternalitas negatif adalah ketidakpuasan yang disebabkan oleh kebisingan pesawat yang terbang rendah seperti yang dialami oleh warga yang terletak di dekat bandara. Tanggungan kerusakan dari polusi adalah kepunyaan pihak ketiga dalam pertukaran pasar antara pembeli dan penjual barang atau jasa. Kepentingan mereka tidak dianggap oleh pembeli dan penjual barang dan jasa ketika eksternalitas muncul (Yakin, 1997).

Ketika eksternalitas negatif hadir, harga barang atau pelayanan yang baik tidak mencerminkan biaya penuh marginal sosial dari sumber daya yang dialokasikan untuk produksi. Anggaplah, misalnya, bahwa dalam produksi kertas, setiap unit output muncul dalam biaya kepada pihak selain pembeli atau penjual produk. Baik pembeli maupun penjual tidak mempertimbangkan biaya-biaya tersebut kepada pihak ketiga. Biaya eksternal marginal ($\text{Marginal External Costs} / \text{MEC}$) adalah biaya tambahan untuk pihak ketiga yang dihasilkan dari produksi unit lain dari barang atau jasa. MEC adalah bagian dari biaya marginal sosial dari tersedianya pembuatan barang. Namun, hal ini tidak tercermin dalam harga barang.





Gambar 7. Keseimbangan pasar, eksternalitas negatif dan efisiensi

Ketika seorang produsen dalam proses produksi barang harus menentukan apa dan berapa output akan diproduksi, umumnya dihitung berapa harga dari produk yang akan dihasilkan dan biaya yang akan dikeluarkan. Pengeluaran ini disebut sebagai biaya swasta (*private cost*), yaitu biaya-biaya yang muncul pada laporan untung rugi perusahaan pada akhir tahun (Putri dan Maresfin, 2015). Pada kebanyakan proses produksi ada biaya lain yang tidak muncul dalam laporan untung rugi tersebut. Biaya ini disebut biaya eksternal karena biaya ini merupakan biaya yang harus ditanggung oleh perusahaan (biaya internal untuk masyarakat tapi eksternal untuk perusahaan).

Biaya eksternal yang muncul akibat suatu proses produksi dapat biaya kesehatan, biaya pengolahan air, biaya dari penurunan vitas pertanian, biaya penurunan kualitas lingkungan, dan nya. Misalkan apabila masyarakat tinggal di sekitar lingkungan



pabrik yang menjadi tempat pembuangan limbah pabrik tersebut, maka mereka akan terkena dampak negatif yaitu penurunan kualitas lingkungan. Penurunan kualitas lingkungan tersebut dapat berupa bau tidak sedap, sanitasi yang buruk, serta lingkungan yang tidak sehat, sehingga masyarakat yang biasa menghirup udara segar di lingkungan tersebut harus mengeluarkan biaya eksternal yang seharusnya ditanggung pihak pabrik. Biaya-biaya eksternal tersebut meliputi biaya kesehatan dan biaya perbaikan kualitas lingkungan karena kualitas udara dan lingkungan yang ada menjadi tidak layak dan tidak nyaman untuk kegiatan sehari-hari.

Kegiatan ekonomi merupakan sistem terbuka, diawali dengan kegiatan yang mengekstraksi materi dan energi (sumberdaya), dan menghasilkan residu disetiap kegiatannya, kemudian mengembalikan limbahnya ke lingkungan (Putri dan Maresfin, 2015). Pada kondisi ini, lingkungan berfungsi sebagai *receptor* limbah. Kegiatan ekonomi tersebut berpotensi menimbulkan polusi dan kerusakan (eksternalitas negatif) jika tidak dikelola dengan baik. Namun sebaliknya, jika limbah ini terkelola dengan baik, maka akan menghasilkan manfaat yang bernilai ekonomi cukup tinggi (*tangible value*), yang dalam referensi disebut sebagai internalisasi eksternalitas.



I. *Impact Pathway Analysis (IPA)*

Program Simpacts terdiri dari 3 modul utama, yaitu modul AirPacts, Modul NukPacts dan modul Hydropacts. Modul AirPacts diperuntukkan sebagai perangkat perhitungan dampak dan biaya kerusakan terhadap kesehatan masyarakat, hasil pertanian dan bahan bangunan terhadap emisi atmosfer non radioaktif yang dikeluarkan secara rutin. Modul NukPacts diperuntukkan sebagai perangkat perhitungan konsekuensi kesehatan akibat emisi udara radioaktif yang dikeluarkan oleh pembangkit tenaga nuklir mulai dari operasi rutin, bila terjadi kecelakaan dan setelah pembuangan lestari limbah bahan bakar bekas nuklir. Sedangkan modul HydroPacts diperuntukkan sebagai perhitungan dampak biaya lingkungan dan biaya sosial terhadap pembangunan fasilitas pembangkit listrik tenaga air. Penelitian ini akan dilakukan perhitungan biaya eksternalitas dengan menggunakan modul AirPacts (Spadaro, 2002).

Spadaro (2002) menyatakan bahwa rangkaian program AirPacts memungkinkan pengguna untuk mendapatkan perkiraan awal dari dampak fisik dan biaya kerusakan terkait untuk kesehatan manusia, tanaman pertanian dan bahan buatan manusia yang timbul dari paparan emisi atmosferik dari polutan berikut: materi partikulat (PM), belerang dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), dan spesies sekunder seperti nitrat dan aerosol sulfat. Polutan primer adalah



dancarkan di sumbernya, sementara polutan sekunder adalah
dihasilkan di bagian hilir dari lokasi sumber sebagai akibat dari reaksi

kimia yang melibatkan spesies penduduk di atmosfer sekitarnya. Metodologi penilaian yang digunakan didasarkan pada Analisis Jalur Dampak (Impact Pathways Analysis / IPA), juga dikenal sebagai Pendekatan Kerusakan Fungsi (Damage Function Approach / DFA).

The International Atomic Energy Agency (IAEA) atau Badan Energi Atom Internasional dalam proyek kerjasama teknis INS/0/016) memberikan bantuan ke Indonesia dengan ruang lingkup untuk mendukung perencanaan dan pengambilan keputusan nasional proses sektor energi dan kelistrikan, pengambilan keputusan kunci atas ekonomi, sosial dan lingkungan. Biaya eksternal menggunakan Simpacts yang dikembangkan IAEA adalah model untuk menghitung dampak lingkungan dan biaya kerusakan yang berdampak pada kesehatan manusia (Liun, et al, 2007).

Simpacts adalah alat analisis menghitung dampak fisik dan biaya kerusakan kesehatan manusia, tanaman pertanian dan bahan bangunan (reseptor) yang terkait dengan emisi udara, air dan tanah (Directorate GRSES, 2005). Selanjutnya, dinyatakan bahwa alur kerja analisis jalur dampak (IPA) adalah dapat dilihat seperti gambar berikut:





Gambar 8. Alur kerja analisis dampak

Dampak fisik dan biaya kerusakan dikuantifikasi di Simpacts menggunakan dampak dari bawah ke atas penedekatan penilaian berdasarkan jalur dampak analisis, yang dikenal juga sebagai pendekatan fungsi kerusakan (Damage Function Approach/DFA). Untuk penilaian biaya kerusakan, dampak fisik dikalikan dengan biaya unit moneter (misalnya biaya per bronkritis atau kasus kanker). Kerusakannya biasa disebut sebagai biaya eksternal atau sosial. Biaya ini biasanya tidak tercermin dalam harga pasar yaitu biaya yang ditanggung masyarakat (bukan produsen) tanpa kompensasi diberikan kepada mereka yang terdampak. Dampak fisik dihitung dengan menggunakan Exposure-Response Functions (ERF) yang berhubungan konsentrasi pencemar a berdampak pada reseptor (populasi, tanaman, dan lain-lain).



Dampak dicirikan dalam istilah fisik (mis., Jumlah serangan asma) dengan menggunakan fungsi respon pencahayaan (Exposure Response Functions/ERF). Untuk dampak kesehatan masyarakat, ERF linear tanpa batas. Sementara itu, untuk kerusakan pada tanaman dan bahan, ERF tidak linier. Untuk produk pertanian, bahkan dimungkinkan untuk memiliki "manfaat" (perkiraan dampak negatif dan biaya kerusakan) dari peningkatan konsentrasi latar belakang polutan tertentu, seperti sulfur dioksida (SO₂). Dampak dimonetisasi dengan mengalikan jumlah kasus dengan biaya unit (mis., US \$ per serangan asma). Kerusakan diagregasi atas semua reseptor hilir yang dipengaruhi oleh polutan (Spadaro, 2002).

Dalam penilaian Model Dunia Seragam Sederhana (Simple Uniform World Model / SUWM), detail lokal diabaikan dalam analisis. Namun, dampak lokal dapat menyebabkan 75% atau lebih dari total kerusakan jika sumbernya berlokasi dekat dengan kota besar. Dalam versi AirPacts saat ini, penyesuaian yang berbeda pada SUWM telah diterapkan untuk meningkatkan pemodelan dampak lokal. Tingkat informasi input telah dijaga seminimal mungkin, konsisten dengan filosofi penilaian dampak yang disederhanakan (Spadaro, 2002).

Salah satu sasaran dari studi "*Comprehensive Assessment of Different Energy Sources for Electricity Generation in Indonesia*" adalah perhitungan biaya eksternalitas dengan menggunakan program Simpacts.



studi ini adalah mendukung perencanaan dan proses bilan keputusan energi dan listrik nasional dengan

mempertimbangkan tekno-ekonomi, sosial, bijaksanaan, dan lingkungan. Salah satu pembangkit yang menjadi perhatian adalah PLTGU Muara Karang berbahan bakar gas dengan daya keluaran 500 MWe, yang berada di wilayah bagian utara Jakarta. Secara geografis wilayah ini sangat padat dengan penduduk dan di sekitarnya merupakan salah satu pusat bisnis dan industri di Indonesia. Hasil perhitungan menunjukkan besar dampak kesehatan yang terjadi sebanyak 51.400 kasus tiap tahun dengan 86,05% kasus yang terjadi adalah gangguan pernapasan tingkat rendah baik orang dewasa maupun anak-anak oleh polutan nitrat dan biaya kesehatan total yang dibebankan sebesar 1.830.000 US \$ dengan 78,85% dari polutan nitrat dan 21,15% dari polutan NO₂, sebagian besar polutan nitrat untuk kasus kematian jangka panjang pada orang dewasa berusia lebih dari 30 tahun dan polutan NO₂ untuk kematian jangka pendek pada seluruh masyarakat. Biaya eksternalitas yang diakibatkan oleh PLTGU Gas Muara Karang selama tahun 2000 diperoleh sebesar 0,11 cent per kWh per tahun (Masdin dan Herdiene, 2003).

Liun (2002) menyatakan bahwa studi untuk mengetahui eksternalitas PLTU Suralaya menggunakan metodologi dan seperangkat model yang dapat diterapkan pada objek studi. Studi ini menggunakan model komputasi yang dilakukan dengan program Simpacts pada modul "Airpacts". Program Simpact terdiri dari modul-modul: "Airpacts" untuk



isi "eksternalities" yang berasal dari sumber emisi, "Nucpacts" untuk komputasi eksternalities PLTN, dan "Hydropacts" untuk komputasi

PLTA. Selanjutnya dinyatakan pula bahwa, untuk meprediksi disperse polutan model Airpacts diperlukan data cuaca. Data cuaca yang digunakan dapat berupa data cuaca lengkap berupa arah angin, kecepatan angin, dan temperature setiap jam dalam setahun. Untuk *Exposure Response Function (ERF)*, merupakan korelasi antara respon penerima (orang yang terkena dampak dari aspek kesehatan), interaksi yang sinergis antara zat kimia, karakteristik receptor, komposisi polusi dan laju latar yang ada, parameter cuaca dan berbagai faktor lainnya memberikan sumbangan dalam menentukan dampak yang ditimbulkan. Sedangkan *Monetary Unit Cost (MUC)* digunakan di dalam model yang mendapatkan biaya ekuivalen yang disebabkan oleh polusi udara .

