

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara Ambien

Menurut Peraturan Gubernur DIY Nomor 8 Tahun 2010 tentang program Langit Biru tahun 2009-2013, definisi Udara Ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfer yang berada di dalam wilayah yuridiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhinya kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Adanya kegiatan makhluk hidup menyebabkan komposisi udara alami berubah. Jika perubahan komposisi udara alami melebihi konsentrasi tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya, maka udara tersebut dikatakan telah tercemar.

Dalam upaya menjaga mutu udara ambien agar dapat memberikan daya dukung bagi makhluk hidup untuk hidup secara optimal, maka dilakukan pencegahan dan/atau penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara.

2.2 Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Pencemaran udara dewasa ini semakin memprihatinkan, seiring dengan semakin meningkatnya kegiatan transportasi, industri, perkantoran, dan perumahan yang memberikan kontribusi cukup besar terhadap pencemaran udara. Udara yang tercemar dapat menyebabkan gangguan kesehatan, terutama gangguan pada organ paru-paru, pembuluh darah, dan iritasi mata dan kulit.

Pencemaran udara karena partikel debu dapat menyebabkan penyakit pernapasan kronis seperti bronchitis, emfisema paru, asma bronchial dan bahkan kanker paru. Pencemar udara yang berupa gas dapat langsung masuk ke dalam tubuh sampai paru-paru dan diserap oleh sistem peredaran darah.

Untuk mencegah terjadinya pencemaran udara serta terjaganya mutu udara, maka pemerintah menetapkan Baku Mutu Udara Ambien Nasional yang terlampir dalam Keputusan Gubernur D.I Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002, sebagai berikut :

Tabel 2.1 Baku Mutu Kualitas Udara Ambien

Parameter	Waktu Pengukuran	BMUA		Metode Analisis	Peralatan
		ppm	ug/m ³		
NO ₂ (Nitrogen Dioksida)	1 jam	0,212	400	Pembentukan kompleks dengan pereaksi Saltzman	Spektrofotometer UV-Vis
	24 jam	0,080	150		
	1 tahun	0,053	100		

2.2.1 Sumber Pencemaran Udara

Sumber pencemaran dapat merupakan kegiatan yang bersifat alami (natural) dan kegiatan antropogenik. Contoh sumber alami adalah akibat letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu, spora tumbuhan dan lain sebagainya. Pencemaran udara akibat aktivitas manusia (kegiatan antropogenik), secara kuantitatif sering lebih besar. Untuk kategori ini sumber-sumber pencemar dibagi dalam pencemaran akibat aktivitas transportasi, industri, dari persampahan, baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran, dan rumah tangga.

Kegiatan rumah tangga mengemisikan pencemar udara yaitu dari proses pembakaran untuk keperluan pengolahan makanan. Parameter udara yang diemisikan ke atmosfer juga identik dengan parameter-parameter yang

dilepaskan oleh kendaraan bermotor, seperti gas CO, NO_x, partikulat, dan SO_x. Kecuali senyawa tambahan di dalam bahan bakar seperti Pb (Soedomo, 2001)

2.2.2 Faktor Pencemaran Udara

1. Suhu/Temperatur

Menurut Heryuni (1993) di dalam Oktora (2008) untuk lingkungan kerja disarankan mempunyai suhu kering 22°-26°C dan suhu basah 21°-24°C. Sedangkan menurut Mukono (2008), temperatur yang dianggap nyaman untuk suasana bekerja adalah 23°-25°C. Tingkat panas didominasi oleh temperatur sekitarnya. Namun demikian, standar udara kering atau pengukuran temperatur ambien udara kering sering tidak cukup sebagai indikator untuk kriteria tingkat kenyamanan. Temperatur diukur dengan menggunakan termometer untuk mewakili keadaan penghuni.

2. Kelembapan Udara

Air bukan merupakan polutan, namun uap air merupakan pelarut untuk berbagai polutan dan dapat mempengaruhi konsentrasi polutan di udara. Uap air dapat menumbuhkan dan mempertahankan mikroorganisme di udara dan juga dapat melepaskan senyawa-senyawa volatil yang berasal dari bahan bangunan seperti formaldehid, amonia, dan senyawa lain yang mudah menguap, sehingga kelembapan yang tinggi dapat melarutkan senyawa kimia lain lalu menjadi uap dan akan terpapar pada pekerja (Fardiaz, 1992).

3. Angin

Angin adalah gerakan massa udara. Parameter yang dikaji di dalam angin meliputi arah angin dan kecepatan angin. Kecepatan angin penting karena dapat menentukan besarnya kehilangan air melalui proses evapotranspirasi dan mempengaruhi kejadian hujan (Mukono, 2008).

2.2.3 Jenis Pencemar Udara

Dilihat dari ciri fisik, bahan pencemar dapat berupa :

- a) Partikel (debu, aerosol, timah hitam)
- b) Gas (CO, NO_x, SO_x, H₂S, Hidrokarbon)
- c) Energi (suhu dan kebisingan)

Berdasarkan dari kejadian, terbentuknya pencemar terdiri dari :

- a) Pencemar primer (yang diemisikan langsung oleh sumber) dan
- b) Pencemar sekunder (yang terbentuk karena reaksi di udara antara berbagai zat)

Sedangkan pola emisi, akan menggolongkan pencemar dari sumber titik (*point source*), atau sumber garis (*line source*), dan sumber area (*area source*).

Dilihat secara kimiawi, banyak sekali macam bahan pencemar (puluhan ribu bahkan tak terbatas), sebagai contoh dari asap rokok telah diidentifikasi lebih dari 200 macam bahan pencemar. Namun biasanya yang menjadi perhatian adalah pencemar utama (*major air pollutants*) yaitu golongan oksida karbon (CO, CO₂), oksida belerang (SO₂, SO₃), oksida nitrogen (NO₂, NO, NO₃), senyawa reaksi foto kimia, partikel (asap, debu, asbestos, metal, minyak, garam sulfat), senyawa inorganik (asbestos, HF, H₂S, NH₃, H₂SO₄, HNO₃), hidrokarbon (CH₄, C₄H₁₀), unsur radio aktif (tritium, radon), energi panas (suhu) dan kebisingan (Soedomo, 2001).

2.3 Nitrogen Oksida

NO_x termasuk kriteria polutan yang diemisikan dari berbagai sumber di suatu kawasan terutama sektor transportasi. Sebagai gambaran umum, sektor transportasi menyumbang pencemar NO_x sebesar 69% di perkotaan, diikuti industri dan rumah tangga (Soedomo, 1992). Menurut catatan, sekitar 10% pencemar udara setiap tahun adalah nitrogen oksida. Ada tujuh kemungkinan hasil reaksi bila nitrogen bereaksi dengan oksigen, antara lain adalah NO, NO₂,

N_2O , N_2O_3 , N_2O_4 , N_2O_5 , dan NO_3 . Dari semuanya yang jumlahnya cukup banyak hanyalah tiga, yaitu N_2O , NO , dan NO_2 , dan yang menjadi perhatian dalam pencemaran udara hanyalah NO dan NO_2 . Kadar NO_2 di dalam NO_x sekitar 10% (Pitts, 1986).

Menurut Achmad (2004) yang diolah dari berbagai sumber, secara alami NO_x masuk ke atmosfer melalui halilintar, proses biologis dan dari sumber zat pencemar. NO_x sangat merusak kualitas udara bila konsentrasinya terlalu tinggi. Sebagian besar NO_x masuk sebagai NO , pada suhu yang sangat tinggi terjadi reaksi:



Reaksi ini semakin cepat dengan adanya kenaikan suhu. Campuran yang mengandung 3% O_2 dan 75% N_2 yang sering terjadi dibagian pembakaran mesin mobil menghasilkan 500 ppm NO dalam waktu 30 menit pada suhu $1315^\circ C$ dan hanya 0,117 detik pada suhu $1980^\circ C$.

Nitrogen oksida (NO) rata – rata berada selama empat hari dalam atmosfer yang tidak tercemar. Di daerah perkotaan dengan atmosfer yang tercemar berat jumlah nitrogen oksida hanya dalam beberapa jam atau kurang akan menurun. Proses berkurangnya NO disebabkan terjadinya reaksi



Bila di atmosfer terdapat ozon atau oksigen atom, NO bereaksi membentuk NO_2



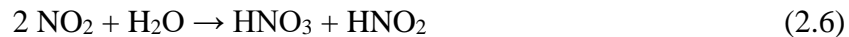
M merupakan spesi yang mempunyai energi tinggi yang membagi energinya kepada NO dan O . Hidrokarbon dapat ikut serta dalam keseluruhan proses.

Pada akhirnya NO_2 hilang dari atmosfer sebagai asam nitrat, atau sebagai nitrogen organik. Semua zat ini merupakan sumber utama dari nitrogen fiksasi dalam siklus nitrogen biologi. Mekanisme kecil-kecilan dari hilangnya

nitrogen dioksida di atmosfer adalah reaksi dengan air menghasilkan asam nitrat dan asam nitrit,



atau



Produksi asam nitrat dari reaksi – reaksi tersebut sangat lambat dalam menghilangkan NO_2 di atmosfer. Jalan lain yang lebih cepat yaitu dengan mengikutsertakan reaksi pentoksida dengan air.

Dalam atmosfer, NO_2 bereaksi dengan radikal hidroksil



Asam nitrat yang terbentuk dapat bereaksi dengan radikal hidroksil lagi,



Atau terjadi reaksi foto kimia



Sehingga HNO_3 hanya sementara digantikan NO_2 di dalam atmosfer. Asam nitrat yang terbentuk dari NO_2 dibawa oleh air hujan turun ke bumi atau bereaksi dengan basa – basa menghasilkan partikulat nitrat (Achmad, 2004).

2.3.1 Dampak NO_x Terhadap Kesehatan

Gas NO_2 ini sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena dapat menyebabkan gangguan pernapasan (penurunan kapasitas difusi paru-paru), juga dapat merusak tanaman. Selain itu juga mengurangi jarak pandang dan resistansi di udara (Peavy, 1986).

Di antara berbagai jenis oksida nitrogen yang ada di udara, nitrogen dioksida (NO_2) merupakan gas yang paling beracun. Karena larutan NO_2 dalam air yang lebih rendah dibandingkan dengan SO_2 , maka NO_2 akan dapat menembus ke dalam saluran pernafasan lebih dalam. Karena data epidemiologi tentang resiko pengaruh NO_2 terhadap kesehatan manusia sampai saat ini belum

lengkap, maka evaluasinya banyak didasarkan pada hasil studi eksperimental. Berdasarkan studi menggunakan binatang percobaan, pengaruh yang membahayakan seperti meningkatnya kepekaan terhadap radang saluran pernafasan, dapat terjadi setelah mendapat pajanan sebesar $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Percobaan pada manusia menyatakan bahwa kadar NO_2 sebesar $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dapat mengganggu fungsi saluran pernafasan pada penderita asma dan orang sehat (Tugaswati, 2008).

2.4 Genteng Keramik

Genteng adalah suatu bagian dari struktur bahan bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap, terbuat dari tanah liat ataupun dengan campuran antara tanah liat dengan bahan – bahan campuran lainnya seperti pasir, padas dan pasir ladu, yang dilumatkan dengan air sehingga terbentuk suatu adonan yang homogen, selanjutnya digiling untuk melumatkan partikel – partikelnya sehingga mudah dicetak sesuai dengan bentuk yang dikehendaki kemudian dikeringkan lalu dibakar hingga matang dan keras (tidak mudah hancur ketika direndam atau terkena air) (Suwardono, 2001).

Genteng adalah suatu unsur bangunan yang dipakai sebagai pelapis atap, dapat dibuat dengan menggunakan lempung sebagai bahan mentah, yang kemudian dibakar (Heinz Frick, 1980). Sedangkan keramik adalah merupakan barang yang dibuat dari tanah liat dengan melalui proses pembakaran (Wahyu, 2008).

2.4.1 Bahan Baku Pembuatan Genteng Keramik

Dalam pembuatan genteng keramik pada umumnya adalah tanah liat atau lempung dan air. Adapun penjelasan tentang material pembuatan genteng keramik sebagai berikut :

- 1) Tanah liat (Lempung)

Tanah liat merupakan bahan pokok dalam pembuatan genteng keramik. Tanah liat yang dipergunakan dalam pembuatan genteng keramik, bahan asalnya tanah porselin yang berasal dari alam yang telah tercampur dengan tepung pasir *kwarts*, tepung besi oksida (Fe_2O_3) dan tepung kapur (CaCO_3). Ismoyo (1996) memberikan pengertian bahwa tanah liat merupakan hasil desintegrasi atau penghancuran batuan silikat alam (yaitu batuan *fledspad*) oleh pengaruh air dan karbon dioksida. Suwardono (2001) memberikan pengertian bahwa tanah liat adalah kerak bumi yang merupakan pelapukan dari batuan beku ataupun batuan endapan seperti basalt, andesit, granit dan lain-lain, berbutir halus dan unsur utamanya silikat. “Tanah merupakan bangunan alam tersusun atas horison – horison yang terdiri atas bahan – bahan mineral dan organik biasanya tidak padu mempunyai tebal berbeda – beda, dan berbeda pula dengan bahan induk yang ada dibawahnya dalam hal morfologinya, susunan fisik, sifat dan susunan kimia”. (Darmawijaya, 1990 : 8) Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBBI 1986) mendefinisikan tanah liat dalam tiga jenis :

- a) Tanah Liat (*clay*) adalah jenis tanah yang dalam keadaan kering terasa seperti berlemak, mempunyai daya susut muai yang besar dan mempunyai daya ikat yang besar baik dalam keadaan kering maupun basah.
- b) Tanah Geluh (*loam*) adalah jenis tanah dalam keadaan kering tidak terasa seperti berlemak, mempunyai daya susut muai yang kecil dan mempunyai daya ikat yang kecil dalam keadaan basah maupun kering.
- c) Tanah Liat dan Shale untuk pembuatan agregat ringan adalah tanah liat yang akan mengembang atau membekah bila dipanaskan sampai temperatur tinggi pada atau di atas titik leburnya, dan membentuk butiran yang keras dan ringan.

2.4.2 Proses Pembuatan Genteng Keramik

Pembuatan genteng keramik dilakukan dengan alat sederhana dan dapat pula menggunakan mesin – mesin yang modern dan otomatis. Menurut Suwardono (2001) proses pembuatan genteng keramik dengan cara tahapan sebagai berikut :

1) Penggalan Bahan Mentah (Lempung / Tanah liat)

Lempung digali ditempat penggalan, sedangkan penggalan dapat dilakukan dengan menggunakan cangkul, sekop dan alat – alat semacamnya. Lempung yang telah digali diangkut ke pabrik dan ditimbun di luar beberapa hari.

2) Persiapan Bahan

Lempung kemudian direndam dengan air selama semalam atau lebih. Kemudian dimasukkan ke dalam mesin penggulet (*mollen*) yang akan menghasilkan plat – plat lempung.

3) Proses Pembentukan

Plat – plat lempung yang telah dipersiapkan dibentuk menjadi genteng dengan menggunakan cetakan kayu ataupun cetakan mesin pres. Pres genteng di indonesia telah banyak digunakan, baik pres ulir ataupun pres engkol. Kedua pres itu dapat digerakkan dengan tenaga manusia ataupun tenaga motor. Agar tidak melekat pada cetakan, maka cetakan diolesi dengan minyak atau ditaburi dengan pasir kali.

4) Proses pengeringan

Genteng yang telah dibentuk, kemudian dikeringkan. Cara pengeringan ada bermacam – macam yaitu pengeringan di tempat terlindung atau diangin – anginkan dan apabila keadaan lempung bagus untuk mempercepat pengeringan dijemur dibawah panas matahari. Pengeringan genteng yang diproses dengan menggunakan cetakan besi dilakukan dengan memakai penyangga yang terbuat dari kayu.

5) Penyusunan Di dalam Tungku

Genteng yang telah kering biasanya masih mengandung air 5 – 7%. Cara penyusunan tergantung pada tungku yang dipakai. Tetapi pada umumnya genteng disusun sejajar atau melintang.

6) Pembakaran

Proses pembakaran dilakukan secara bertahap, mula-mula genteng dibakar secara perlahan dalam temperatur kira – kira 150°C hingga temperatur kira – kira 600°C sampai selesai pembakaran.

7) Pemilihan

Setelah selesai pembakaran, tungku didinginkan hingga temperatur akan turun kira – kira 60°C selama sehari semalam hingga betul – betul dingin. Setelah temperatur cukup rendah, genteng bisa dibongkar dan proses pemilihan bisa dilakukan. Untuk memilih genteng yang baik dengan yang kurang baik dapat dilakukan dengan memperhatikan sifat – sifat antara lain :

- a) Adanya pecah – pecah, retak – retak atau perubahan bentuk.
- b) Suara dari genteng (nyaring atau tidak nyaring).
- c) Permukaan halus dan rata.
- d) Kerataan warna.

Perusahaan genteng dengan kriteria di atas, membagi genteng dalam beberapa kualitas. Tetapi sebaiknya pembagian kualitas didasarkan atas kriteria menurut standar yang ada di Indonesia.

2.5 Bahan Bakar Memasak yang Umum Digunakan Oleh Masyarakat Yogyakarta

2.5.1. Kompor LPG

LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) merupakan gas hasil produksi dari kilang minyak atau kilang gas, yang komponen utamanya adalah gas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) yang dicairkan. Pertamina memasarkan LPG sejak tahun 1969 dengan merk dagang ELPIJI. Jenis LPG berdasarkan komposisi

propana dan butana. Berdasarkan komposisi propana dan butana, LPG dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu :

- 1) LPG propana, yang sebagian besar terdiri dari C3
- 2) LPG butana, yang sebagian besar terdiri dari C4
- 3) Mix LPG, yang merupakan campuran dari propana dan butana.

LPG butana dan LPG mix biasanya dipergunakan oleh masyarakat umum untuk bahan bakar memasak, sedangkan LPG propana biasanya dipergunakan di industri-industri sebagai pendingin, bahan bakar pemotong, untuk menyemprot cat dan lainnya (Tim Penelitian dan Pengembangan Proponsi Sumatera Utara, 2009).

2.5.2 Minyak Tanah

Minyak tanah (*kerosene* atau paraffin) adalah cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar. Minyak tanah (*kerosene* atau paraffin) diperoleh dengan cara distilasi fraksinasi dari petroleum pada 150°C and 275°C (rantai karbon dari C12 sampai C15). Pada suatu waktu minyak tanah banyak digunakan dalam lampu minyak tanah tetapi sekarang utamanya digunakan sebagai bahan bakar mesin jet (lebih teknikal Avtur, Jet-A, Jet-B, JP-4 atau JP-8). Salah satu bentuk dari minyak tanah dikenal sebagai RP-1 dibakar dengan oksigen cair sebagai bahan bakar roket. Nama *kerosene* diturunkan dari bahasa Yunani *keros*. Biasanya, minyak tanah didistilasi langsung dari minyak menta membutuhkan perawatan khusus, dalam sebuah unit *Merox* atau *hidrotreater*, untuk mengurangi kadar belerang dan pengaratannya. Minyak tanah dapat juga diproduksi oleh *hidrocracker*, yang digunakan untuk memperbaiki kualitas bagian dari minyak menta yang akan bagus untuk bahan bakar minyak. Penggunaannya sebagai bahan bakar untuk memasak terbatas di negara berkembang, setelah melalui proses penyulingan seperlunya dan masih tidak murni dan bahkan memiliki pengotor (*debris*).

Adapun keuntungan menggunakan minyak tanah adalah hanya memerlukan kompor yang harganya relatif lebih murah dan minyak tanah dapat dibeli secara eceran. Kerugian menggunakan minyak tanah antara lain: (1) Lebih repot dalam penggunaan; (2) Berasap dan berjelaga; (3) Meninggalkan kotor pada tembok; (4) Menyebabkan polusi; (5) Dapat menyebabkan bau pada makanan; dan (6) Perlu waktu untuk memanaskan kompor (Tim Penelitian dan Pengembangan Proponsi Sumatera Utara, 2009).

2.5.3 Bahan Bakar Kayu

Kayu bakar merupakan sumber energi penting untuk memasak baik untuk rumah tangga maupun industri rumah tangga di wilayah pedesaan. Pemanfaatan energi biomassa, khususnya kayu bakar, dewasa ini masih menonjol secara global, tidak terkecuali masyarakat pedesaan Indonesia. Lebih dari 14 persen energi primer dunia adalah energi biomassa yang digunakan oleh lebih dari 2 milyar penduduk (FAO, 2007). Konsumsi kayu bakar dan arang dunia diperkirakan meningkat dari 1,39 x 10³ m untuk tahun 1990 menjadi 3,41 x 10³ m untuk tahun 2050 (Moreira, 1997 dalam Tim Pengembangan Biomassa Departemen Kehutanan, 2007). Di Indonesia, 50% penduduk masih menggunakan kayu bakar dengan kebutuhan 0,5 m/bulan/KK (Tim Pengembangan Biomassa Departemen Kehutanan, 2007 dalam Tampubolon, 2008).

Penggunaan kayu sebagai bahan bakar memberikan keuntungan yang lebih bila dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Keuntungan-keuntungan tersebut antara lain (Anonymous, 2004) :

1) Ketersediaannya melimpah

Ketersediaan bahan ini pun bersifat relatif dan biasanya banyak terdapat di Indonesia karena kekayaan alamnya yang melimpah. Ini merupakan

peluang bagi kita untuk mengembangkan kayu sebagai sumber energi lebih luas lagi. Sumber daya yang terbarukan (*renewable resources*).

- 2) CO₂ yang disisakan dari proses pembakaran 90% lebih sedikit daripada pembakaran dengan *fossilfuel*.
- 3) Mengandung lebih sedikit sulfur dan logam berat.

Bahan bakar yang dihasilkan dari kayu diharapkan memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

- 1) Memiliki nilai kalor yang tinggi
- 2) Memiliki kadar air yang cukup memungkinkan terjadinya pembakaran
- 3) Memiliki rendemen yang tinggi
- 4) Memiliki laju penyulutan yang cepat dan pembakaran yang stabil
- 5) Ramah lingkungan

2.5.3.1 Nilai Kalor dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Bahan Bakar Kayu

Nilai kalor atau nilai panas adalah ukuran kualitas bahan bakar dan biasanya dinyatakan dalam *British Thermal Unit* (BTU) seperti dijelaskan dalam Brady (1999), yaitu jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu satu pound air sebesar 1°F. Nilai kalor yang dinyatakan dalam kalori berarti jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar 1°C. Nilai kalor kayu ditentukan oleh berat jenis kayu, kadar air, dan komposisi kimia kayu khususnya kadar *lignin* dan kadar ekstraktif.

- 1) Berat Jenis Kayu

Definisi berat jenis kayu adalah perbandingan antara kerapatan kayu yang diukur atas dasar berat kering tanur dan volume pada kandungan air yang telah ditentukan dengan kerapatan air pada suhu 4°C. Berat jenis kayu dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu dimensi serat, letak kayu awal

dan kayu akhir, persentase selulosa dan lignin serta kandungan ekstraktif yang ada dalam kayu (Hygreen dan Bowyer, 1996).

Ada perbedaan berat jenis kayu antara *softwood* dan *hardwood*. *Softwood* dan *hardwood* bisa dibedakan secara nyata dengan melihat atau membandingkan struktur anatomi kayunya. *Softwood* tidak memperlihatkan pori atau pembuluh sedangkan *hardwood* menampilkan pori pada irisan atau bidang pengamatan kayu. *Softwood* terdiri atas lebih dari 90% trakeid sedangkan *hardwood* terdiri atas sel-sel yang lebih banyak dan kompleks, seperti pembuluh, parenkim, jari – jari, serat dan lainnya. Pada *softwood*, berat jenis kayu ditentukan oleh trakeid sedangkan pada kayu daun ditentukan oleh porsi sel yang terbanyak. Berdasarkan pernyataan di atas, dapat dikatakan bahwa *softwood* cenderung memiliki berat jenis kayu lebih tinggi daripada *hardwood*. Dalam kimia kayu, berat jenis menunjukkan jumlah lignoselulosa pada volume kayu tertentu (Prayitno, 2007).

Berat jenis berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan oleh kayu sebagai sumber energi. Diketahui bahwa semakin tinggi berat jenis suatu biomassa, semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan. Dengan demikian, *softwood* cenderung memiliki nilai kalor lebih tinggi daripada *hardwood*.

2) Kadar Air

Menurut Prawirohatmodjo (2004), kadar air didefinisikan sebagai banyaknya air yang terdapat pada sepotong kayu yang dinyatakan dalam persentase dari berat kering tanurnya. Kadar air kayu antar jenis sangat bervariasi bahkan dalam satu jenis pun memiliki variasi yang bermacam-macam tergantung dari perlakuan yang diterima oleh kayu. Banyaknya kandungan kadar air pada kayu bervariasi tergantung jenis kayunya, kandungan tersebut berkisar antara 40 – 300 %, dinyatakan dengan

persentase dari berat kayu kering tanur. Berat kayu kering tanur dipakai sebagai dasar, karena berat ini merupakan petunjuk banyaknya zat pada kayu.

Menurut Soeparno (2000) dalam Prawirohatmodjo (2004), kadar air kayu sangat menentukan kualitas arang yang dihasilkan. Arang dengan nilai kadar air rendah cenderung memiliki nilai kalor tinggi dan menunjukkan arang ini dihasilkan dari jenis kayu yang memiliki kadar air rendah. Dalam proses karbonisasi, makin tinggi kadar air kayu maka makin banyak pula kalor yang dibutuhkan untuk mengeluarkan air dalam kayu tersebut menjadi uap sehingga energi yang tersisa dalam arang menjadi lebih kecil.

Panas sesungguhnya yang dihasilkan pada pembakaran kayu basah lebih rendah daripada nilai panas pada pembakaran kayu. Hal ini dikarenakan sebagian panas dipakai untuk mengeluarkan air dan menguapkannya.

Kadar air dari bahan bakar kayu bervariasi dari 20 – 65% dan dipengaruhi oleh kondisi iklim, waktu, spesies pohon, bagian batang, dan fase penyimpanan. Kadar air sekitar 70 – 80% tidak mendukung proses pembakaran. Penguapan air memerlukan energi dari proses pembakaran (0,7 kWh atau 2,6 MJ per kilogram air) (Huhtinen, 2005).

2.5.3.2 Komposisi Kimia Kayu

Komponen penyusun kimia kayu memberikan nilai kalor yang berbeda, yaitu :

- a. Nilai kadar holoselulosa : 7.567 BTU/lb (17.600 J/kg)
- b. Nilai kadar lignin : 11.479 BTU/lb (26.700 J/kg)
- c. Nilai kadar ekstraktif : 11.500 BTU/lb (26.749 J/kg)

Dari data di atas diketahui bahwa holoselulosa, lignin, dan ekstraktif memberikan kontribusi yang berbeda-beda terhadap nilai kalor, khususnya

lignin dan ekstraktif memerikan nilai kalor lebih besar daripada holoselulosa. Menurut Prawirohatmodjo (2004), pengaruh susunan kimia berasal dari lignin yang memiliki nilai kalor lebih tinggi (± 6.100 kkal/kg) dibandingkan dengan selulosa (4.150 – 4.350 kkal/kg). Untuk mendapatkan kayu dengan kadar lignin tinggi, dapat dilakukan upaya pemuliaan tanaman, rekayasa genetika, mengatur waktu pemanenan dimana pemanenan hanya dilakukan pada pohon yang telah mengalami tahapan pengerasan dinding sel.

Sementara itu, adanya resin dalam kayu mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan. Kayu yang mengandung resin memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibanding dengan kayu yang tidak beresin. Sebagai contoh, oleoresin mempunyai nilai kalor tinggi (8.500 kkal/kg) (Haygreen *et al.*, 2003). Oleh karena itu, kayu jarum (pinus) yang mengandung resin mempunyai nilai kalor yang lebih tinggi. Rata-rata kandungan kimia dari kayu energi disajikan pada Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Rata-rata Kandungan Kimia dalam Kayu Energi

Kandungan Kimia	Persentase Berat Kering (%)
Karbon	45 – 50 (11 – 15% padat, 35% volatile)
Hidrogen	6,0 – 6,5
Oksigen	38 – 42
Nitrogen	0,1 – 0,5
Sulfur	Maks. 0,05

Sumber : Huhtinen (2005), dalam Buku Kayu Sebagai Sumber Energi (Alimah,2010)

Proses pembakaran pada proses memasak memerlukan energi dan daya panas. Daya panas pada setiap bahan bakar memasak memiliki perbedaan. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2.3 Perbandingan Daya Panas Antar Bahan Bakar Memasak

Bahan Bakar	Daya Pemanasan (Kcal/Kg)	Efisiensi Apparatus (%)	Daya Panas Bermanfaat (Kcal/Kg)
Kayu Bakar	4000	15	600
Minyak Tanah	8000	15	1200
LPG	11255	53	5965

Sumber : www.migas.esdm.go.id yaitu situs tentang informasi minyak dan gas oleh departemen Sumber Daya Mineral, 2008

2.6 Penentuan Titik Sampling

Berdasarkan SNI 19-7119.6-2005 dalam penentuan lokasi pengambilan contoh uji, yang perlu diperhatikan adalah bahwa data yang diperoleh harus dapat mewakili daerah yang sedang dipantau, yang telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

2.6.1. Lokasi Pengambilan Contoh Uji

Titik pemantauan kualitas udara ambien ditetapkan dengan mempertimbangkan :

1. faktor meteorologi (arah dan kecepatan angin),
2. faktor geografi seperti topografi, dan
3. Tata guna lahan.

Kriteria berikut ini dapat dipakai dalam penentuan suatu lokasi pemantauan kualitas udara ambien:

1. Area dengan konsentrasi pencemar tinggi. Daerah yang didahulukan untuk dipantau hendaknya daerah-daerah dengan konsentrasi pencemar yang

tinggi. Satu atau lebih stasiun pemantau mungkin dibutuhkan di sekitar daerah yang emisinya besar.

2. Area dengan kepadatan penduduk tinggi. Daerah-daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi, terutama ketika terjadi pencemaran yang berat.
3. Di daerah sekitar lokasi penelitian yang diperuntukkan untuk kawasan studi maka stasiun pengambilan contoh uji perlu ditempatkan di sekeliling daerah/kawasan.
4. Di daerah proyeksi. Untuk menentukan efek akibat perkembangan mendatang dilingkungannya, stasiun perlu juga ditempatkan di daerah-daerah yang diproyeksikan.
5. Mewakili seluruh wilayah studi. Informasi kualitas udara di seluruh wilayah studi harus diperoleh agar kualitas udara diseluruh wilayah dapat dipantau (dievaluasi).

2.6.2. Persyaratan Pengambilan Sampel Uji

Beberapa petunjuk yang dapat digunakan dalam pemilihan titik pengambilan contoh uji adalah :

1. Hindari tempat yang dapat merubah konsentrasi akibat adanya absorpsi, atau adsorpsi (seperti dekat dengan gedung-gedung atau pohon-pohonan).
2. Hindari tempat dimana pengganggu kimia terhadap bahan pencemar yang akan diukur dapat terjadi: emisi dari kendaraan bermotor yang dapat mengotori pada saat mengukur ozon, amoniak dari pabrik *refrigerant* yang dapat mengotori pada saat mengukur gas-gas asam
3. Hindari tempat dimana pengganggu fisika dapat menghasilkan suatu hasil yang mengganggu pada saat mengukur debu (*partikulat matter*) tidak boleh dekat dengan incinerator baik domestik maupun komersial, gangguan listrik terhadap peralatan pengambilan contoh uji dari jaringan listrik tegangan tinggi

4. Letakkan peralatan di daerah dengan gedung/bangunan yang rendah dan saling berjauhan.
5. Apabila pemantauan bersifat kontinyu, maka pemilihan lokasi harus mempertimbangkan perubahan kondisi peruntukan pada masa datang.

2.7 **Pemodelan Matematis Dispersi Polutan**

Seinfeld dan Pandis (2006) menyatakan pemodelan atmosfer dibagi menjadi dua pendekatan utama, yaitu pendekatan secara fisik dan matematis. Pendekatan secara fisik nantinya menghasilkan model fisik yang dapat digunakan untuk mensimulasi dinamika atmosfer, contoh dari pemodelan jenis ini adalah penggambaran dinamika atmosfer skala kecil dalam kajian wilayah tertentu yang dimodelkan dalam saluran angin. Pendekatan kedua adalah pendekatan matematis yang selanjutnya menghasilkan model matematis dinamika atmosfer.

Menurut Seinfeld dan Pandis (2006) ada dua pendekatan matematis yang dapat dipakai untuk menjelaskan difusi atmosfer. Pertama adalah pendekatan Eulerian, dalam pendekatan ini konsentrasi pencemar adalah relatif terhadap sistem koordinat tetap. Pendekatan kedua adalah Lagrangian, dalam pendekatan ini konsentrasi pencemar adalah relatif terhadap perpindahan fluida. Masing-masing pendekatan tersebut nantinya dapat diaplikasikan dalam semua pemodelan pendispersian polutan. Model-model yang kerap digunakan dalam pendugaan dispersi polutan antara lain, fixed-box model, metode grid tiga dimensi, dan Gaussian model.

Model sederhana yang sering digunakan untuk menduga kualitas udara adalah fixed-box model. Model ini memasukkan sumber emisi dekat lapisan permukaan, laju adveksi masuk dan keluar dari dan ke sisi kotak, memasukkan polutan dari atas karena ketinggian campuran yang meningkat dan proses transformasi kimia. Bila campuran polutan sempurna seragam dalam batasan wilayah kajian, model ini dapat memprediksi konsentrasi volume rata-rata

sebagai fungsi waktu. Prinsip matematis dari model ini dinyatakan sebagai laju perubahan massa dalam kotak khayal sebanding dengan jumlah laju massa ditambahkan semua sumber emisi dalam kotak, perubahan adveksi horizontal dan perubahan pemasukan dari lapisan atas dalam ketinggian campuran (Arya, 1999) :

$$Lh \frac{dc}{dt} = LQ_a + uh (C_b - C) + L \frac{dh}{dt} (C_b - C) \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan :

- L = Panjang wilayah kajian (m)
- Q_a = Laju emisi polutan wilayah kajian (gr/m²s)
- u = Kecepatan angin rata-rata pada ketinggian H (m/s)
- h = Ketinggian *mixing height* (m)
- C = Aliran masuk polutan (µg/m³)
- C_b = Aliran keluar polutan (µg/m³)

Jika kondisi laju emisi konstan dan atmosfer tenang persamaan di atas menjadi:

$$C_e = \frac{L}{h} \frac{Q_a}{u} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan :

- C_e = Konsentrasi polutan (µg/m³)
- L = Panjang wilayah kajian (m)
- Q_a = Laju emisi polutan wilayah kajian (gr/m²s)
- u = Kecepatan angin rata-rata pada ketinggian H (m/s)
- h = Ketinggian *mixing height* (m)

Difusi dari sumber-sumber individu tidak disarankan dalam pemakaian model ini, sehingga cocok untuk mengestimasi dari semua sumber polutan. Dengan perlakuan kondisi meteorologi sederhana dalam bentuk transpor efektif angin dan ketinggian campuran dapat digunakan dalam memperkirakan proses fotokimia dan kimia (Arya, 1999).

Bentuk kedua dari model kualitas udara adalah model dispersi grid tiga dimensi. Model ini membagi kolom udara yang berada di atas kota atau daerah pengamatan ke dalam lapisan-lapisan sel. Tiap sel dipisahkan sel satu dengan yang lain. Arah horizontal mempunyai ukuran grid yang seragam sedang dalam arah vertikal dibagi menjadi (4-5 lapisan), yaitu setengah di atas ketinggian campuran dan setengahnya lagi di bawah ketinggian campuran (de Nevers, 1995). Data yang diperlukan berupa kecepatan angin dan arahnya pada pusat masing-masing sel (digunakan untuk menghitung laju masuk dan keluar melewati lapisan antar sel), estimasi emisi tiap sel lapisan bawah (*ground level*), transformasi kimia, deposisi polutan dari sel lapisan bawah. Persamaan yang digunakan pada model ini secara umum dituliskan sebagai :

$$\frac{dc}{dt} = \frac{dc_{in}}{dt} + \frac{dc_{out}}{dt} - \left(\frac{dR}{dt} + \frac{dP}{dt} \right) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan :

- c = Akumulasi polutan
- C_{in} = Aliran masuk polutan tiap sel
- C_{out} = Aliran keluar polutan tiap sel
- R = Reaksi kimia polutan
- P = Peluruhan kimia polutan

Dua bentuk persamaan terakhir ditambahkan untuk mengestimasi konsentrasi dalam lapisan tiap sel pada tiap akhir waktu. Model ini memberikan manfaat dalam menghitung proses oksida fotokimia suatu polutan.

Bentuk ketiga dari model kualitas udara adalah model dispersi bentuk Gauss. Model dispersi Gauss secara umum dinyatakan dalam persamaan :

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2} - \frac{z^2}{2\sigma_z^2}\right) \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan :

- $c(x, y, z)$ = Konsentrasi polutan pada suatu titik ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Q = Laju emisi (g/s)
- u = Kecepatan angin rata-rata pada ketinggian 10 meter (m)
- y = Posisi arah y dalam koordinat kartesius (m)
- z = Posisi arah z dalam koordinat kartesius (m)

Persamaan di atas menunjukkan persamaan Gaussian pada sumber titik berkelanjutan yang digunakan dalam menunjukkan konsentrasi polutan yang dilepaskan dekat permukaan bumi dan kemudian terdispersi dalam arah vertikal dan horizontal (Arya, 1999). Persamaan tersebut digunakan dengan asumsi : Kecepatan dan arah angin konstan, turbulensi atmosfer konstan, seluruh keputan tidak mengalami *dry* dan *wash deposition*, dispersi terjadi pada arah vertikal dan tegak lurus (horizontal) arah angin, serta polutan tidak mengalami transformasi kimia.

2.8 Kondisi Umum Lokasi Penelitian



Sumber : Balai Desa Sidoluhur, Kecamatan Godean, 2015

Gambar 2.1 Peta Desa Sidoluhur

Letak Kecamatan Godean yang cukup strategis, dengan dilalui oleh jalan kolektor Godean – Nanggulan dan kedekatannya dengan akses jalan arteri Yogyakarta – Wates, menimbulkan banyak berkembangnya kegiatan-kegiatan perdagangan, terutama skala regional. Beberapa industri dan perdagangan yang berkembang di Godean seperti industri kerajinan kulit (sarung tangan), *furniture* dan *handicraft*. Hal ini ditunjang dengan kelas jalan yang memungkinkan angkutan bertonase besar melalui jalan kolektor ini. Sebagian besar industri yang berkembang pesat di Kecamatan Godean adalah industri genteng yang bahan baku utamanya diperoleh di daerah Sidorejo.

Jumlah industri di Kecamatan Godean mengalami peningkatan dari tahun ke tahun seiring dengan pengembangan lokasi industri yang semakin banyak dibangun. Jumlah industri yang tercatat di Kecamatan Godean berdasarkan data dari Data Dinas Perdagangan, Perindustrian, Koperasi dan Penanaman Modal Kabupaten Sleman tahun 2010 adalah 435 unit. Jumlah industri berdasarkan jenisnya dari tahun 2007 sampai 2010 disajikan dalam Tabel di bawah ini.

Tabel 2.4 Jumlah Industri Berdasarkan Jenisnya di Kecamatan Godean

Jenis Industri	Tahun			
	2007	2008	2009	2010
Kerajinan Bambu	40	43	45	50
Keramik	10	9	13	15
Pasir Semen	20	25	28	30
Genteng	312	308	315	320
Makanan	29	30	23	20
Jumlah (Unit)	411	415	424	435

Sumber: Data Dinas Perdagangan, Perindustrian, Koperasi dan Penanaman Modal Kabupaten Sleman 2007-2010

2.9 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian mengacu pada penelitian – penelitian terdahulu sebagai berikut :

Tabel 2.5 Daftar Penelitian Terdahulu

No	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil
1	<p>“PEMANFAATAN PASSIVE SAMPLER UNTUK MONITORING KUALITAS NO₂ DALAM UDARA AMBIEN DI BEBERAPA LOKASI DI INDONESIA” Oleh Joko Prayitno Susanto (2004)</p>	<p>Mengetahui kadar NO₂ dalam udara ambien menggunakan passive sampler pada daerah jakarta, bandung dan surabaya</p>	<p>Menggunakan Passive Sampler</p>	<p>Di daerah jakarta dilakukan di 5 tempat yaitu di daerah puspitek, pondok safari indah, jalan banka, RPH cakung dan BPPT jl. Thamrin didapatkan hasil yang paling besar kadar NO₂ yaitu di daerah BPPT Jl. Thamrin yaitu sebesar 38,0 ppb. Pada daerah bandung dilakukan di perumahan suka menakkopo dan didapat hasil sebesar 16,82 ppb. Di daerah surabaya dilakukan pada 5 tempat yaitu di Wonokromo, Perumahan Darmo Permai, SIER Rangkut, Tunjungan dan klenjeran didapatkan hasil yang paling besar kadar NO₂ yaitu pada daerah Wonokromo yaitu sebesar 46,4 ppb.</p>
2	<p>"STUDI EMISI TUNGKU MASAK RUMAH TANGGA" oleh Agus Haryanto dan Sugeng Triyono (2013)</p>	<p>Untuk mengkaji karakteristik emisi parameter CO, NO₂, SO₂, dan partikel dari beberapa tungku atau kompor</p>	<p>Penelitian dilakukan dengan menggunakan lima jenis tungku/kompor, yaitu tungku biomassa pot tebal, tungku biomassa bata, kompor minyak tanah, kompor batubara,</p>	<p>Kompor minyak tanah menghasilkan emisi CO paling tinggi yaitu 1074 µg/m³. Kompor LPG menghasilkan emisi SO₂ paling banyak (1488 µg/m³= 0,57 ppm), diikuti kompor minyak tanah</p>

No	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil
		dapur rumah tangga	dan kompor LPG. Parameter yang diukur meliputi CO, NO ₂ , SO ₂ , dan Partikel. Emisi gas diukur menggunakan gas analyser WolfSense TG 501, sedangkan emisi partikel debu ditentukan berdasarkan standar SNI 19-7117.12-2005	(1055 µg/m ³ = 0,4 ppm), tungku kayu pot (722 µg/m ³ = 0,27 ppm), dan kompor batubara (290 µg/m ³ = 0,11 ppm)”. Di pihak lain, tungku biomassa pot tebal menghasilkan NO ₂ lebih banyak (99 µg/m ³) dibandingkan kompor minyak tanah (25 µg/m ³). Emisi partikulat meningkat menurut jenis bahan bakar yang digunakan dengan urutan dari yang paling rendah adalah LPG, minyak tanah, batubara, dan biomassa.
3	<p>“Analisis Pemetaan Kualitas Udara Ambien Menggunakan Perangkat Lunak ARCGIS 10 dan Model Dispersi GAUSS (Studi Kasus Kawasan Bukit Semarang Baru Kecamatan Mijen, Kota Semarang”</p> <p>Oleh: Permatasari, Aktrista Ika Ayu (2014)</p>	<p>-Menganalisis kondisi kualitas udara di Kawasan Bukit Semarang Baru.</p> <p>- Menganalisis pola sebaran polutan udara di Kawasan Bukit Semarang Baru</p> <p>- Menggambarkan pola sebaran polutan udara di Kawasan Bukit Semarang Baru dengan menggunakan Model Dispersi Gauss</p>	Model Dispersi Gauss	<p>a. Kondisi kualitas udara pada kawasan ini dominan berkualitas baik dikarenakan banyak pepohonan di sekitar kawasan sehingga dapat membantu sebagai respirator.</p> <p>b. Pada perhitungan dispersi (Gauss) Sumber Tidak Bergerak, hasil overlay konsentrasi NO₂, SO₂, CO, dan debu pada keempat interval waktu</p>

No	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil
				<p>pengukuran dapat disimpulkan bahwa sumber pencemar yang paling dominan adalah pada Taman Industri II. c. Model Sebaran Udara yang tepat untuk Kawasan Bukit Semarang Baru adalah Model Dispersi Gauss Sumber Bergerak.</p>
4	<p>" Aplikasi Metode Griess-Saltzman Dengan Teknik Impinger Tunggal Sebagai Alternatif Pengukuran Polutan NO₂ di Udara.</p> <p>M. Masykuri dan Mudjijono (2011)</p>	<p>- Mengetahui faktor konversi teknik impinger tunggal dibanding teknik impinger ganda dalam pengambilan sampel NO₂</p> <p>- Mengetahui gangguan yang mungkin terjadi selama proses pengambilan sampel</p>	<p>Metode Griess Saltzman dengan spektrofotometer sinar tampak.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • faktor konversi antara tabung impinger 1 (T1) dan tabung impinger 2 (T2) pada perbandingan penggunaan teknik impinger ganda dan tunggal dapat dirumuskan dalam persamaan $T2 = 0,6158 T1$. • Pada pengambilan sampel polutan udara NO₂

No	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil
5	<p>“DAMPAK INDUSTRI PENGECORAN LOGAM TERHADAP KUALITAS GAS NO₂ DALAM UDARA AMBIEN DI DAERAH CEPER” Oleh Teguh Prayudi (2003)</p>	<p>Pengaruh industri-industri pengecoran logam yang terdapat di Kecamatan Ceper terhadap pencemaran gas NO₂ pada wilayah tersebut dan wilayah sekitarnya.</p>	<p>Metode Griess Saltzman</p>	<p>memiliki gangguan yang cukup kompleks, baik dari segi kimiawi, isik maupun teknis yang bersifat kondisional.</p> <p>Dilakukan dua kali sampling pada setiap daerah, pada daerah desa Tegalrejo (1) sampling pertama dan kedua berturut-turut adalah sebesar 10,61 µg/m³ dan 8,37 µg/m³. Pada desa Tegalrejo (2) sebesar 12,24 µg/m³ dan 7,73 µg/m³. Pada daerah Tegalrejo (3) didapat sebesar 7,11 µg/m³ dan 8,08 µg/m³. Pada Tegalrejo (4) sebesar 10,30 µg/m³ dan 9,69 µg/m³. Pada desa Ngawonggo sebesar 14,76 µg/m³ dan 0,64 µg/m³. Pada Desa Ceper sebesar (1) 13,48 µg/m³ dan 6,78 µg/m³. Pada desa Ceper (2) sebesar 9,35 µg/m³ dan 8,71 µg/m³. Pada desa Cetan</p>

No	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil
				sebesar 8,63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 9,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada kecamatan Delanggu sebesar 6,14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 5,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

