

**PENGARUH PENGGUNAAN ION PLASMA
TERHADAP PENURUNAN ANGKA KUMAN UDARA
DI RUANG KELAS GEDUNG R2
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES SEMARANG
TAHUN 2017**

Rina Febriani ^{*)}, Tri Cahyono ^{)}, Hari Rudijanto IW ^{***)}**

*Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang,
Jl.Raya Baturaden KM 12 Purwokerto, Indonesia*

Abstrak

Ruang perkuliahan Jurusan Kesehatan Lingkungan berpotensi mengalami pencemaran udara, yang disebabkan oleh aktivitas penghuni dan keadaan bangunan it sendiri. Dampak kualitas udara yang rendah khususnya angka kuman dalam ruang terhadap kesehatan dapat terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung. Tujuan penelitian ini adaah menganalisis pengaruh penggunaan ion plasm dalam penurunan angka kuman udara di ruang kelas gedung R2 Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang tahun 2017. Jenis penelitian ini adalah pra eksperimen dengan rancangan perbandingan kelompok statis (static group comparison). Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, pengukuran dan pemeriksaan laboratorium. Variabel bebas ion plasma, variabel terikat angka kuman udara, variabel kontrol konstruksi bangunan, volume ruangan, luas ventilasi. Variabel pengganggu pencahayaan, suhu, kelembaban, jumlah penghuni, AC, aktivitas penghuni dan perabot. Hasil pemeriksaan angka kuman udara rata-rata kelompok perlakuan adalah 189,50 Koloni/Jam/Feet² sedangkan rata-rata di ruang kontrol 196,66 Koloni/Jam/Feet². Hasil pengukuran rata-rata ion plasma pada ruang perlakuan adalah 120,76 x10⁴ ion/cm³, sedangkan pada ruang kontrol sebesar 147,95 x10⁴ ion/cm³. Hasil pengukuran rata-rata ion plasma generator pada ruang perlakuan adalah 53,88 x10⁴ ion/cm³. Simpulan dari hasil penelitian bahwa penggunaan ion plasma tidak ada pengaruh terhadap penurunan angka kuman udara di ruang kelas gedung R2 Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang. Disarankan sebaiknya penggunaan generator ion plasma disesuaikan dengan luas ruangan dan kegiatan.

Kata kunci : Angka Kuman Udara; Ion Plasma; Kesehatan Lingkungan

Abstract

Lecture room Environmental Health Department potentially experience air pollution, caused by the activity of the occupants and the state of the building itself. The impact of low air quality, especially the number of germs in space to health can occur either directly or indirectly. The purpose of this study is to analyze the effect of the use of plasma ions in decreasing the number of airborne germs in

^{*)}Email: rinafebriani@gmail.com

^{**)}Email: tricahyono37@yahoo.co.id

^{***)}Email: hariiokey2000@yahoo.com

the classroom building R2 Health Department Environment Health Polytechnic Ministry of Health Semarang 2017.

This type of research is pre experiment with static group comparison design (static group comparison). Data collection is done by observation, measurement and laboratory examination.

Variable free of plasma ion, variable tied air bacteria number, control variable of building construction, room volume, ventilation area. Variables of lighting disruption, temperature, humidity, number of occupants, air conditioner, occupant activity and furniture. The results of the average air germ examination for the treatment group were 189,50 Colonies/Hours/Feet² while the mean in the control room was 196.66 Colonies/Hours/Feet². The mean measurement of plasma ions in the treatment room was 120.76×10^4 ion/cm³, while in the control room 147.95×10^4 ion/cm³. The mean measurement of plasma generator ion in the treatment room was 53.88×10^4 ion/cm³. The Conclusions from the results of research that the use of plasma ions no effect on the decrease in the number of airborne germs in the classroom building R2 Department of Health Environment Polytechnic Health Kemenkes Semarang. It is recommended that the use of plasma ion generators be adjusted to the area of space and activities.

Keyword : *Figures of Air Germ; Plasma Ion; Environmental Health*

Pendahuluan: Menurut H.L Blum derajat kesehatan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu lingkungan, perilaku, pelayanan medis dan keturunan. Faktor yang mempunyai pengaruh besar terhadap kesehatan adalah keadaan lingkungan. Diikuti perilaku masyarakat yang merugikan, baik masyarakat di pedesaan maupun perkotaan yang disebabkan karena kurangnya pengetahuan dan kemampuan masyarakat dibidang kesehatan, ekonomi maupun teknologi (Departemen Kesehatan RI, 2004). Komponen lingkungan terdiri dari tiga komponen yaitu komponen abiotik, biotik dan perilaku manusia. Komponen abiotik salah satunya adalah udara. Udara merupakan komponen yang penting bagi kehidupan manusia khususnya kualitas udara yang bersih. Parameter kualitas udara terdiri dari parameter fisik, kimia dan biologi. Parameter fisik udara terdiri dari kelembaban, pencahayaan, suhu dan partikulat. Sedangkan parameter kimia udara dalam ruangan adalah nilai parameter yang mengindikasikan kondisi kimiawi udara dalam ruangan seperti Sulfur dioksida (SO₂), Nitrogen dioksida (NO₂), Ozon, Karbon dioksida (CO₂), Karbon monoksida (CO), Timbal (Plumbum=Pb), dan Asbes. Kualitas mikrobiologi udara dalam ruang adalah nilai parameter yang mengindikasikan kondisi biologi udara dalam ruang seperti bakteri dan jamur. Kondisi ruangan dapat mendukung terjadinya perkembangbiakan kuman di udara. Angka kuman di udara dapat diketahui melalui pemeriksaan laboratorium setelah dilakukannya. Dampak kualitas udara yang rendah khususnya angka kuman dalam ruang terhadap kesehatan dapat terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung. Gangguan kesehatan secara langsung dapat terjadi setelah terpajan, antara lain yaitu iritasi mata, iritasi hidung dan tenggorokan, serta hipersensitivitas pneumonia, influenza dan penyakit virus lainnya. Beberapa infeksi asal udara yang disebabkan bakteri yaitu difteri, penyakit streptokokal, tuberculosis dan meningitis meningokokus (Pelczar; Chan; 2008) Upaya yang dilakukan untuk mengurangi angka

kuman dalam ruangan, dapat dilakukan dengan desinfeksi (pengaplikasian bahan kimia atau desinfektan seperti alkohol dan klorin), sterilisasi, pengendalian dengan radiasi sinar ultraviolet (UV), ionisasi serta pengendalian dengan filtrasi (Jensen, 1998). Selain itu ada ozon dan pada penelitian Tofik Nurohim (2015) penggunaan ion plasma terbukti dapat menurunkan angka kuman udara.

Plasmacluster memiliki arti kumpulan ion dalam jumlah banyak. Teknologi Plasmacluster mampu menghasilkan ion positif (H⁺) dan ion negatif (O₂⁻) dengan tingkat konsentrasi yang lebih tinggi untuk menonaktifkan virus, bakteri, jamur, penyebab alergi, bau yang menempel dan yang ada di udara, serta menjaga kelembapan kulit. Ion positif dan ion negatif secara aktif mencari mikroorganisme berbahaya di udara. Ion bereaksi setelah menempel di permukaan mikroorganisme, lalu berubah menjadi hidroksil radikal (OH) dan dengan cepat menarik unsur hidrogen (H) dari mikroorganisme tersebut sehingga mikroorganisme menjadi nonaktif dan tidak berbahaya lagi. Hasil penarikan OH radikal terhadap unsur hidrogen (H) akan kembali ke udara menjadi kandungan air (H₂O) (airpurifier.sharp-indonesia.com). Menurut penelitian Wulan Cendana Arum (2016) membuktikan bahwa hasil pengukuran angka kuman udara di ruang kelas R221 yaitu jam 08.00 WIB (pagi) 11167 koloni/m³, jam 12.00 WIB (siang) 13167 koloni/m³ dan jam 16.00 WIB (sore) 12167 koloni/m³. Hasil tersebut menunjukkan adanya penurunan angka kuman udara setelah diberi perlakuan perasan daun jeruk nipis. Namun rerata dari tiga waktu pengukuran didapatkan angka kuman 3139 koloni/m³, di bandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 48 Tahun 2016 tentang standar keselamatan dan kesehatan kerja perkantoran nilai maksimal bakteri 700 CFU/m³ dan jamur/kapang 1000 CFU/m³. Ruang kelas Jurusan Kesehatan Lingkungan merupakan ruangan yang digunakan untuk kegiatan perkuliahan dan berpotensi untuk mengalami pencemaran udara, dalam hal ini adalah angka kuman.

Ruang perkuliahan tersebut digunakan untuk kegiatan tatap muka perkuliahan dan diskusi dengan rerata penggunaan 8 jam per hari. Selain itu, ruang kelas menggunakan AC sehingga ventilasi dan jendela ditutup untuk memaksimalkan kinerja AC. Pencahayaan yang digunakan dominan adalah pencahayaan buatan dengan metode pembersihan ruangan yang ada dari hasil pengamatan hanya dilakukan penyapuan dan tidak ada sterilisasi ruangan, memiliki korden berwarna hijau tua dan perabot lain seperti almari, meja kursi dosen dan bangku mahasiswa. Pengambilan sampel angka kuman udara dilakukan pada pukul 10.30 WIB dikarenakan ion plasma mampu membunuh kuman dalam jumlah 3.000 ion/cm^3 (sharp-world). Volume ruangan pada penelitian berukuran 189 m^3 sehingga dapat diperkirakan ion plasma memenuhi kebutuhan di ruang penelitian selama 16 menit.

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Ion Plasma Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara di Ruang Kelas Perkuliahan Gedung R2 Jurusan Kesehatan Lingkungan Tahun 2017”**. Perumusan Masalah : Bagaimana pengaruh penggunaan ion plasma dalam penurunan angka kuman udara di ruang kelas perkuliahan gedung R2 Jurusan Kesehatan Lingkungan Tahun 2017?

Tujuan : Menghitung angka kuman udara pada pukul 10.30 WIB di ruang R221, R222, R225 dan R226; Mengukur jumlah ion plasma di ruang R221, R222, R225 dan R226; Menganalisis pengaruh penggunaan ion plasma terhadap penurunan angka kuman udara di ruang kelas.

Ruang kelas kuliah adalah ruang tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran serta tatap muka dengan kegiatan pembelajaran ini dapat dalam bentuk ceramah, diskusi, seminar, tutorial dan sejenisnya. Kapasitas maksimum ruang kuliah adalah 25 orang dengan standar luas ruang 2 m^2 per mahasiswa atau luas minimum 20 m^2 . Setiap kampus perguruan tinggi menyediakan minimum satu buah ruang kuliah besar yang memiliki kapasitas 80 mahasiswa dengan standar luas ruang $1,5 \text{ m}^2/\text{mahasiswa}$. Ruang kelas kuliah harus dilengkapi perlengkapan sarana mencakup meja kursi dosen, meja kursi mahasiswa, LCD Proyektor dan *White Board* (Badan Standar Nasional Pendidikan, 2011). Menurut Hutagalung Pencemaran udara adalah peristiwa pemasukan dan penambahan senyawa, bahan atau energi ke dalam lingkungan udara akibat kegiatan alam dan manusia sehingga temperatur dan karakteristik udara tidak sesuai lagi untuk tujuan pernafasan yang paling baik. Atau dengan singkat dikatakan bahwa nilai lingkungan udara tersebut telah menurun (Joviana, 2009, h.9). Dalam Jurnal Kedokteran Yarsi tahun 2004 bahwa penyakit akibat lingkungan semakin hari semakin menimbulkan problem kesehatan masyarakat, terutama pada kondisi lingkungan yang dibawah standar (Anies; Black et al).

Pencemaran udara dalam ruang adalah problema kesehatan yang serius dalam berbagai lingkungan non industri. Menurut Samet dan Spenger (Pudjiastuti), penemuan sejumlah zat pencemar dalam ruang yang diketahui dan diperkirakan (pada batas yang cukup) dapat meningkatkan ketidaknyamanan, ketidakberfungsian, timbulnya penyakit bahkan kematian. Bukti yang nyata pada kesehatan menunjukkan terjadinya penyakit pernafasan, alergi, iritasi membran mukus, kanker paru, dapat disebabkan oleh pencemaran di dalam ruang (Safira Ruth, 2009, h.6). Menurut Yenice Derek Angka kuman adalah mikroorganisme patogen atau non patogen menurut pengamatan secara visual atau dengan kaca pembesar pada media penanaman yang diperiksa, kemudian dihitung berdasarkan lempeng total (Dyah Moriska Candra, 2012, h.7).

Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kuman : nutrisi, suhu, kelembaban, luas lubang ventilasi, pencahayaan, oksigen, kecepatan angin, kepadatan hunian.

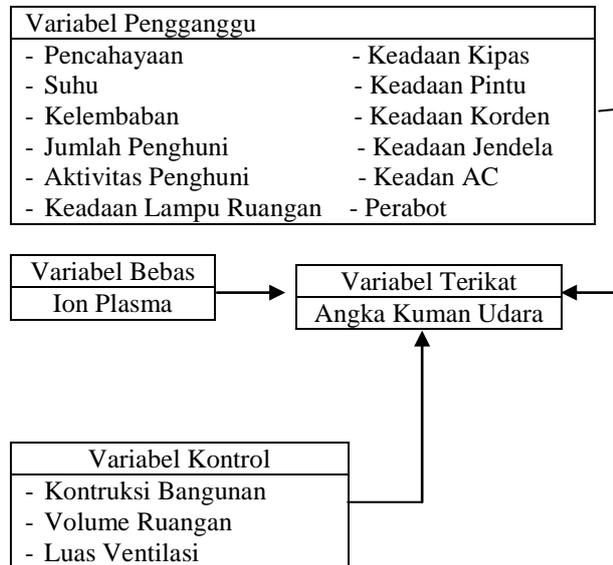
Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1335 tahun 2002 tentang Standar Operasional Pengambilan dan Pengukuran Sampel Kualitas Udara Ruangan Rumah Sakit metode pengambilan sampel mikrobiologi angka kuman udara ada 2 macam yaitu metode agar (*spread plate*) dan metode tuang (*pour plate*).

Menurut Pelczar; Chan (Taufik Nurohim, 2016, h.20), beberapa infeksi asal udara lain yang disebabkan oleh bakteri, yaitu difteri, penyakit streptotokal, tuberculosis, kusta atau lepra. Menurut Jensen (Wulan Cendana Arum, 2016, h.17) ada beberapa cara untuk mengendalikan jumlah kuman udara diantaranya cleaning (kebersihan) dan sanitasi, desinfektan, sterilisasi, pengendalian mikroba dengan suhu panas lainnya, pengendalian kuman udara dengan radiasi, pengendalian kuman udara dengan filtrasi, pengendalian kuman udara dengan ozon O_3 , pengendalian kuman udara dengan ion plasma.

Teknologi Plasma : Plasmacluster mampu membuat ion positif dan negatif di dalam udara secara aktif, bereaksi saat menempel di permukaan virus, bakteri, dan jamur, lalu berubah menjadi hidroksil (OH^-) dan dengan cepat menarik hidrogen (H^+) dan kembali menjadi uap air (H_2O) di udara sehingga berbagai mikroba di udara seperti jamur, virus, dan bakteri akan menjadi non-aktif. Selain itu, Plasmacluster juga terbukti tidak menimbulkan iritasi pada kulit, mata, atau menyebabkan mutasi gen.

Bahan dan Metode: Jenis penelitian ini adalah pra eksperimen dengan rancangan perbandingan kelompok statis (*static group compariso*) dengan analisis bivariat untuk menguji perbedaan angka kuman udara pada ruang kontrol dan ruang perlakuan menggunakan uji *Independent Sampel t Test*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah ion plasma; variabel terikat dalam penelitian ini adalah angka kuman; variabel kontrol dalam penelitian ini adalah konstruksi bangunan, volume ruangan dan luas

ventilasi serta variabel pengganggu dalam penelitian ini adalah pencahayaan, suhu, kelembaban, jumlah penghuni, keadaan AC, keadaan kipas angin, keadaan pintu, keadaan lampu ruangan, keadaan korden, keadaan jendela dan perabot di ruang kelas gedung R2 Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.



Gambar Struktur Hubungan Variabel

Lokasi penelitian dilakukan di ruang kelas Gedung R2 Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang yang dilaksanakan pada bulan Februari-April 2017. Populasi dalam penelitian ini adalah angka kuman udara di dalam ruang kelas. Sampel dalam penelitian ini adalah angka kuman udara ruang kelas sebanyak 4 ruangan yaitu 3 ruangan sebagai ruang perlakuan dan 3 ruangan sebagai ruang kontrol dengan 1 titik pengambilan sampel pada pukul 10.30 WIB dan 6 kali replikasi.

Prosedur Eksperimen : Menentukan ruangan yang menjadi kontrol dan perlakuan pada hari ke 1, hari ke 2, hari ke 3, hari ke 4, hari ke 5 dan hari ke 6.

Replikasi						
	1	2	3	4	5	6
X-- O ₁	R222	R221	R226	R225	R222	R221
----O ₂	R226	R225	R222	R221	R226	R225

Pukul 08.00 WIB ruang perlakuan dinyalakan generator ion nya dan diukur menggunakan air ion tester serta kondisi perkuliahan berjalan seperti biasa. Sedangkan pada ruang kontrol tidak menyalakan generator ion, namun tetap melakukan pengukuran ion.

Pukul 10.30 WIB dilakukan pengukuran angka kuman dengan menggunakan metode gravitasi, suhu, pencahayaan dan kelembaban di ruang kelas

perlakuan dan ruang kelas kontrol gedung R2 Jurusan Kesehatan Lingkungan dengan kondisi perkuliahan berjalan seperti biasa.

Cara pengumpulan data melalui observasi, pengukuran dan dokumen.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Media TPC, Luxmeter, Air Ion Tester, Thermohyrometer dan Checklist.

Hasil dan Pembahasan: Lokasi penelitian memiliki topografi miring dengan beda ketinggian 40 m dengan dan ketinggian tempat 500 – 550 m diatas permukaan laut. Suhu udara rata-rata 27⁰C dan kelembaban udara sebesar 90% serta memiliki curah hujan 2000 mm dengan penyebaran yang tidak merata. Rata-rata dalam satu tahun lebih banyak hujan dibandingkan kemarau. Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ruang kelas Gedung R2 Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang yang beralamatkan di Jalan Raya Baturraden KM 12 Kotak Pos 148 Purwokerto, Telp./Fax: 0281-681709, Purwokerto, Jawa Tengah. Terdiri dari ruang R221, R222, R225 dan R226 dan memiliki luas ruangan 67,14 m² dan volume ruangan 201,42 m³. Sarpras yang dimiliki antara lain ruag kelas dengan luas ruangan 67,14 m², laboratorium dan workshop, kantor, perpustakaan dan sarpras pendukung lainnya.

Suhu : Pengukuran suhu udara dalam ruangan menggunakan *thermohyrometer* dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu mulai tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April. Pengukuran suhu udara pada replikasi pertama yaitu tanggal 21 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 24,92⁰C di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 25,96⁰C, sedangkan suhu udara minimal di ruang perlakuan adalah 23,00⁰C dan ruang kontrol 25,00⁰C, serta hasil pengukuran suhu udara maksimal di ruang perlakuan adalah 28,00⁰C dan ruang kontrol sebesar 27,00⁰C. Pengukuran suhu udara pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 24,92⁰C di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 26,53⁰C, sedangkan suhu udara minimal di ruang perlakuan adalah 24,00⁰C dan ruang kontrol 24,50⁰C, serta hasil pengukuran suhu udara maksimal di ruang perlakuan adalah 26,00⁰C dan ruang kontrol sebesar 28,00⁰C. Pengukuran suhu udara pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 24,92⁰C di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 25,84⁰C, sedangkan suhu udara minimal di ruang perlakuan adalah 24,50⁰C dan ruang kontrol 25,00⁰C, serta hasil pengukuran suhu udara maksimal di ruang perlakuan dan ruang kontrol adalah 26,00⁰C. Pengukuran suhu udara pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 25,65⁰C di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 25,53⁰C, sedangkan suhu udara minimal di ruang perlakuan dan kontrol adalah 24,50⁰C, serta hasil pengukuran suhu udara maksimal di ruang perlakuan

adalah 27,00⁰C dan ruang kontrol sebesar 26,00⁰C. Pengukuran suhu udara pada perlakuan ke-5 tanggal 25 April 2017 diperoleh hasil rata-rata 28,53⁰C di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 26,45⁰C, sedangkan suhu udara minimal di ruang perlakuan adalah 28,00⁰C dan ruang kontrol 25,00⁰C, serta hasil pengukuran suhu udara maksimal di ruang perlakuan adalah 30,00⁰C dan ruang kontrol sebesar 27,50⁰C. Pengukuran suhu udara pada replikasi ke-6 tanggal 26 April 2017 diperoleh hasil rata-rata 27,57⁰C di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 24,69⁰C, sedangkan suhu udara minimal di ruang perlakuan adalah 27,00⁰C dan ruang kontrol 24,00⁰C, serta hasil pengukuran suhu udara maksimal di ruang perlakuan adalah 29,00⁰C dan ruang kontrol sebesar 25,00⁰C.

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba di udara. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 48 Tahun 2016 tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran bahwa persyaratan untuk kenyamanan suhu ruang perkantoran berkisar 23⁰C sampai 26⁰C. Tanggal 22 Februari 2017 di suhu udara rata-rata ruang kontrol belum memenuhi syarat karena lebih dari 26,00⁰C. Keadaan ini disebabkan oleh jumlah penghuni yang cukup padat, meskipun keadaan AC menyala selama pengukuran, namun ada beberapa jendela yang terbuka sehingga menyebabkan kinerja AC tidak maksimal. Keadaan pintu juga mempengaruhi kinerja AC karena pintu digunakan sebagai akses keluar masuk penghuni ruangan. Tanggal 25 April suhu rata-rata di ruang kontrol dan perlakuan juga belum memenuhi persyaratan karena melebihi standar. Ruang perlakuan dengan suhu 28,53⁰C merupakan suhu udara rata-rata yang tertinggi selama dilakukannya penelitian. Keadaan ini disebabkan karena aktivitas penghuni yang terjadi pada saat itu lebih banyak ramai, yang membuat suhu tubuh penghuni naik dan menyebabkan suhu udara mengalami kenaikan. Keadaan jendela yang lebih dominan adalah tertutup, namun ada beberapa korden yang terbuka yang menyebabkan sinar matahari masuk ke dalam ruangan dan menaikkan suhu udara dalam ruangan. Suhu rata-rata ruang kontrol pada tanggal 25 April 2017 sebesar 26,45⁰C telah melebihi standar, meskipun keadaan AC ketika dilakukan pengukuran dalam keadaan menyala namun jumlah penghuni dalam ruangan ini tergolong padat hal ini menyebabkan suhu udara dalam ruangan menjadi naik. Kenaikan suhu udara dalam ruang tersebut dapat diatasi dengan cara menutup semua jendela ketika AC sedang dinyalakan serta memperhatikan jumlah penghuni ruangan. Jenis lampu dalam ruangan juga dapat mempengaruhi kenaikan suhu udara dalam ruangan.

Menurut Lakitan, suhu udara akan berfluktuasi dengan nyata pada setiap periode 24 jam. Suhu udara maksimum tercapai beberapa saat setelah intensitas cahaya maksimum tercapai pada saat berkas cahaya

jatuh tegak lurus, yakni tengah hari (Nasrullah dkk, 2015, h.3). Menurut Saksono L (Yuliani Styaningsih, 1998, h.9) suhu optimal untuk pertumbuhan bagi mikroorganisme sangat bervariasi tergantung pada jenis mikroorganisme itu sendiri. Pada suhu yang tepat (optimal) sebuah sel dapat memperbanyak dirinya dan tumbuh sangat cepat, sedangkan pada suhu yang rendah atau lebih tinggi, masih dapat memperbanyak diri, tetapi dalam jumlah yang lebih kecil dan tidak secepat jika dibandingkan dengan pertumbuhan pada suhu optimalnya. Menurut Lud Waluyo (Dyah Moriska Candra, 2012, h.21) bahwa daya tahan mikroba terhadap suhu tidak sama untuk tiap-tiap spesies. Berdasarkan pada daerah aktivitas suhu, mikroba dapat dibagi menjadi 3 golongan utama, yaitu mikroba psikrofil, mikroba mesofil dan mikroba termofil. Hasil pengukuran suhu udara rata-rata paling tinggi adalah 28,5⁰C sehingga mikroba yang dapat tumbuh di suhu tersebut antara lain mikroba psikrofil dan mikroba mesofil. Mikroba psikrofil adalah mikroba yang dapat tumbuh pada suhu 0⁰ – 30⁰C dengan suhu optimum 10⁰ – 15⁰C, sedangkan mikroba mesofil adalah golongan mikroba yang dapat hidup di suhu 0⁰ – 60⁰C dengan temperatur maksimum 25⁰C – 40⁰C.

Kelembaban : Pengukuran kelembaban udara dalam ruangan menggunakan thermohygrometer dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April 2017. Pengukuran kelembaban udara pada replikasi ke-1 yaitu tanggal 21 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 50,92% di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 61,15%, sedangkan kelembaban udara minimal di ruang perlakuan adalah 42,00% dan ruang kontrol 55,00%, serta hasil pengukuran kelembaban udara maksimal di ruang perlakuan adalah 59,00% dan ruang kontrol sebesar 65,00%. Pengukuran kelembaban udara pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 61,50% di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 47,30%, sedangkan kelembaban udara minimal di ruang perlakuan adalah 60,00% dan ruang kontrol 42,00%, serta hasil pengukuran kelembaban udara maksimal di ruang perlakuan adalah 63,00% dan ruang kontrol sebesar 56,00%. Pengukuran kelembaban udara pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 57,53% di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 41,19%, sedangkan kelembaban udara minimal di ruang perlakuan adalah 54,00% dan ruang kontrol 39,00%, serta hasil pengukuran kelembaban udara maksimal di ruang perlakuan 62,00% dan ruang kontrol adalah 50,00%. Pengukuran kelembaban udara pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 62,53% di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 46,00% ,sedangkan kelembaban udara minimal di ruang perlakuan adalah 58,00% dan kontrol adalah 43,00%, serta hasil pengukuran kelembaban udara maksimal di ruang

perlakuan adalah 70,00% dan ruang kontrol sebesar 55,00%. Pengukuran kelembaban udara pada replikasi ke-5 tanggal 25 April 2017 diperoleh hasil rata-rata 56,38% di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 51,76%, sedangkan kelembaban udara minimal di ruang perlakuan adalah 52,00% dan ruang kontrol 48,00%, serta hasil pengukuran kelembaban udara maksimal di ruang perlakuan adalah 60,00% dan ruang kontrol sebesar 59,00%. Pengukuran kelembaban udara pada replikasi ke-6 tanggal 26 April 2017 diperoleh hasil rata-rata 58,53% di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 57,61%, sedangkan kelembaban udara minimal di ruang perlakuan adalah 56,00% dan ruang kontrol 52,00%, serta hasil pengukuran kelembaban udara maksimal di ruang perlakuan adalah 61,00% dan ruang kontrol sebesar 62,00%.

Kelembaban merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba di udara. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 48 Tahun 2016 tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran bahwa persyaratan untuk kenyamanan dalam ruang perkantoran adalah 40% - 60%. Data hasil pengukuran yang dilakukan tanggal 21 Februari 2017 kelembaban di ruang kontrol tidak memenuhi standar karena mencapai 61,5%. Rata-rata kelembaban udara di ruangan kontrol tanggal 22 Februari 2017 sebesar 61,50% dan 28 Februari 2017 di ruang perlakuan sebesar 62,5% ini menandakan kelembaban ruangan melebihi standar. Keadaan ini disebabkan karena keadaan semua jendela dan korden tertutup sehingga tidak ada pertukaran udara di dalam ruangan, selain itu ada penguapan dari tubuh manusia dan bahan-bahan lain yang digunakan penghuni maupun yang ada di dalam ruangan. Menurut Lud Waluyo mikroba mempunyai nilai kelembaban optimum. Pada umumnya untuk pertumbuhan ragi dan bakteri diperlukan kelembaban yang tinggi di atas 85%, sedangkan untuk jamur dan actinomisetes memerlukan kelembaban yang rendah di bawah 80% (Taufik Nurohim, 2016, h.22) Menurut Susilowati sebenarnya bakteri lebih suka keadaan basah, bahkan dapat hidup dalam air. Hanya di dalam air yang tertutup bakteri tidak dapat hidup subur, karena kurang udara. Tanah yang cukup basah juga baik untuk perkembangan bakteri. Kelembaban optimum untuk bakteri 50% - 55% (Dyah Moriska Candra, 2012).

Pencahayaan : Pengukuran pencahayaan dalam ruangan menggunakan Luxmeter dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April. Pengukuran pencahayaan dalam ruangan dilakukan pada Pengukuran pencahayaan dalam ruangan pada replikasi ke-1 tanggal 21 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 161,30 lux di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 163,69 lux, sedangkan pencahayaan ruangan minimal di ruang perlakuan

adalah 152,00 lux dan ruang kontrol 136,00 lux, serta hasil pengukuran pencahayaan dalam ruangan maksimal di ruang perlakuan adalah 167,00 lux dan ruang kontrol sebesar 182,00 lux. Pengukuran pencahayaan dalam ruangan pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 168,30 lux di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 66,61 lux sedangkan pencahayaan dalam ruang minimal di ruang perlakuan adalah 165,00 lux dan ruang kontrol 0,00 lux, serta hasil pengukuran pencahayaan dalam ruang maksimal di ruang perlakuan adalah 172,00 lux dan ruang kontrol sebesar 147,00 lux. Pengukuran pencahayaan dalam ruang pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 169,30 lux di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 156,69 lux, sedangkan pencahayaan dalam ruangan minimal di ruang perlakuan dan ruang kontrol adalah 147,00 lux, serta hasil pengukuran pencahayaan dalam ruang maksimal di ruang perlakuan 271,00 lux dan ruang kontrol adalah 168,00 lux. Pengukuran pencahayaan dalam ruang pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata 163,69 lux di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 161,46 lux, sedangkan pencahayaan dalam ruang minimal di ruang perlakuan adalah 148,00 lux dan kontrol adalah 143,00 lux, serta hasil pengukuran pencahayaan ruang maksimal di ruang perlakuan adalah 172,00 lux dan ruang kontrol sebesar 178,00 lux. Pengukuran pencahayaan dalam ruangan pada replikasi ke-5 tanggal 25 April 2017 diperoleh hasil rata-rata 189,38 lux di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 101,15 lux, sedangkan pencahayaan dalam ruang minimal di ruang perlakuan adalah 98,00 lux dan ruang kontrol 89,00 lux, serta hasil pengukuran pencahayaan dalam ruang maksimal di ruang perlakuan adalah 199,00 lux dan ruang kontrol sebesar 112,00 lux. Pengukuran pencahayaan dalam ruang pada replikasi ke-6 tanggal 26 April 2017 diperoleh hasil rata-rata 175,46 lux di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata 162,69 lux, sedangkan pencahayaan dalam ruang minimal di ruang perlakuan adalah 160,00 lux dan ruang kontrol 120,06 lux, serta hasil pengukuran pencahayaan dalam ruang maksimal di ruang perlakuan adalah 190,00 lux dan ruang kontrol sebesar 183,00 lux. Pencahayaan dalam ruang merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba di udara. Menurut SNI 03-6197-2000 Standar Nasional Indonesia ICS 91.160.01 tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan, bahwa tingkat pencahayaan untuk ruang kelas minimum 250 lux, sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 48 Tahun 2016 tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran bahwa persyaratan pencahayaan untuk ruang kerja adalah 300 lux dan berdasar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri bahwa syarat pencahayaan untuk ruang kerja umum

adalah 200 lux. Pengukuran dilakukan pada pencahayaan campuran, dimana setiap armatur terdapat dua buah lampu, sehingga lampu disetiap ruangan berjumlah 18 buah dengan daya setiap lampu sebesar 20 watt. Hasil pengukuran yang dilakukan didapatkan hasil bahwa semua rata-rata pencahayaan di ruangan baik kontrol maupun perlakuan tidak memenuhi syarat karena rata-rata hasil pengukuran kurang dari 200 lux, namun berdasarkan informasi dari penghuni ruangan tidak mengalami keluhan penglihatan. Menurut Lud Waluyo pada umumnya sel mikroorganisme rusak akibat cahaya, terutama pada mikroba yang tidak mempunyai pigmen fotosintetik. Sinar dengan gelombang pendek akan berpengaruh buruk terhadap mikroba. Kebanyakan bakteri tidak dapat mengadakan fotosintesis, bahkan setiap radiasi dapat berbahaya bagi kehidupannya. Sinar yang nampak oleh mata manusia yaitu dengan panjang gelombang antara 390 nm - 760 nm, tidak begitu berbahaya. Sinar yang lebih berbahaya dengan panjang gelombang 240 nm - 300 nm (Taufik Nurohim, 2016, h.23).

Ion Ruang : Pengukuran ion plasma dalam ruangan dilakukan menggunakan Air Ion Tester dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April. Pengukuran ion plasma dalam ruangan pada replikasi ke-1 tanggal 21 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata $190,15 \times 10^4$ ion/cm³ di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata $602,00 \times 10^4$ ion/cm³, sedangkan ion plasma dalam ruangan minimal di ruang perlakuan adalah $15,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan ruang kontrol $172,00 \times 10^4$ ion/cm³, serta hasil pengukuran ion plasma dalam ruangan maksimal di ruang perlakuan adalah $892,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan ruang kontrol sebesar $1337,00 \times 10^4$ ion/cm³. Pengukuran ion plasma dalam ruangan pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata $27,69 \times 10^4$ ion/cm³ di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata $10,23 \times 10^4$ ion/cm³, sedangkan ion plasma dalam ruang minimal di ruang perlakuan adalah $7,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan ruang kontrol $(-3,00) \times 10^4$ ion/cm³, serta hasil pengukuran ion plasma dalam ruang maksimal di ruang perlakuan adalah $64,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan ruang kontrol sebesar $30,00 \times 10^4$ ion/cm³. Pengukuran ion plasma dalam ruang pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata $69,76 \times 10^4$ ion/cm³ di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata $74,69 \times 10^4$ ion/cm³, sedangkan ion plasma dalam ruangan minimal di ruang perlakuan $17,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan ruang kontrol adalah $(-1,00) \times 10^4$ ion/cm³, serta hasil pengukuran ion plasma dalam ruang maksimal di ruang perlakuan $286,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan ruang kontrol adalah $127,00 \times 10^4$ ion/cm³. Pengukuran ion plasma dalam ruang pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata $11,30 \times 10^4$ ion/cm³ di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata $15,38 \times 10^4$ ion/cm³, sedangkan ion plasma dalam

ruang minimal di ruang perlakuan adalah $3,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan kontrol adalah $(-1,00) \times 10^4$ ion/cm³ serta hasil pengukuran ion plasma dalam ruang maksimal di ruang perlakuan adalah $45,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan ruang kontrol sebesar $40,00 \times 10^4$ ion/cm³. Pengukuran ion plasma dalam ruangan pada replikasi ke-5 tanggal 25 April 2017 diperoleh hasil rata-rata $195,92 \times 10^4$ ion/cm³ di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata $79,30 \times 10^4$ ion/cm³, sedangkan ion plasma dalam ruang minimal di ruang perlakuan adalah 85×10^4 ion/cm³ dan ruang kontrol $(-19,00) \times 10^4$ ion/cm³ serta hasil pengukuran ion plasma dalam ruang maksimal di ruang perlakuan adalah $859,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan ruang kontrol sebesar $119,00 \times 10^4$ ion/cm³. Pengukuran ion plasma dalam ruang pada replikasi ke-6 tanggal 26 April 2017 diperoleh hasil rata-rata $229,76 \times 10^4$ ion/cm³ di ruang perlakuan dan di ruang kontrol rata-rata $106,15 \times 10^4$ ion/cm³, sedangkan ion plasma dalam ruang minimal di ruang perlakuan adalah $39,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan ruang kontrol $28,00 \times 10^4$ ion/cm³, serta hasil pengukuran ion plasma dalam ruang maksimal di ruang perlakuan adalah $670,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan ruang kontrol sebesar $276,00 \times 10^4$ ion/cm³.

Menurut Sharp dan Retroscreen Virologi (2005) sebelumnya diverifikasi bahwa Plasmacluster Ion menonaktifkan dan menghilangkan virus flu burung H5N1 dengan 99% dalam sepuluh menit pada konsentrasi sekitar 7.000 ion/cm³. Sekarang, penggunaan Plasmacluster Ion dalam konsentrasi yang lebih tinggi telah terbukti menghambat infeksi pada sel-sel pada tingkat yang lebih tinggi. Khasiat dalam menghambat aktivitas substansi target udara telah diverifikasi dengan mengekspos zat untuk konsentrasi ion minimal 3.000 ion / cm³ (sharp-world, 2008, h.6). Hasil tes uji ion plasmacluster terhadap mikroorganisme terhadap bakteri, mampu mengurangi E.coli sebanyak 94%, Staphylococcus epidermis 85,6%, Serratia marsescens 89,7%. Golongan jamur mampu mengurangi Penicillium citrinum sebanyak 87,7% dan Aspergillus niger 85,8%. Untuk virus, mampu mengurangi M2S sebanyak 90,3% (Sharp USA, h.6). Konsentrasi ion plasma dalam ruangan tidak mencapai 3.000 ion/cm³ disebabkan karena beberapa faktor antara lain arah angin, peletakan/jarak generator ke titik pengukuran, serta keberadaan alat-alat elektronik yang telah dilakukan pengukuran dan menghasilkan ion+ seperti handphone, laptop, lampu, AC, proyektor dan powerbank. Hasil pengukuran ion pada handphone yang berbeda merk didapatkan rata-rata ion sebanyak 367×10^4 ion/cm³, proyektor sebanyak 579×10^4 ion/cm³, laptop sebanyak 229×10^4 ion/cm³ dan AC sebanyak 475×10^4 ion/cm³.

Ion Generator : Pengukuran ion plasma yang di keluarkan generator ion hanya dilakukan di ruang perlakuan, pengukuran menggunakan Air Ion Tester yang dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April 2017.

Pengukuran ion plasma generator pada replikasi ke-1 tanggal 21 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata $437,07 \times 10^4$ ion/cm³ dengan ion plasma minimal yang dikeluarkan adalah $154,00 \times 10^4$ ion/cm³ dan maksimal $1905,00 \times 10^4$ ion/cm³. Pengukuran ion plasma generator pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata $353,00 \times 10^4$ ion/cm³ dengan ion plasma minimal yang dikeluarkan adalah 170×10^4 ion/cm³ dan maksimal $726,00 \times 10^4$ ion/cm³. Pengukuran ion plasma generator pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata $(-146,46) \times 10^4$ ion/cm³ dengan ion plasma minimal yang dikeluarkan adalah $(-595,00) \times 10^4$ ion/cm³ dan maksimal $982,00 \times 10^4$ ion/cm³. Pengukuran ion plasma generator pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 diperoleh hasil rata-rata $-443,23 \times 10^4$ ion/cm³ dengan ion plasma minimal yang dikeluarkan adalah $(-576,00) \times 10^4$ ion/cm³ dan maksimal $(-206,00) \times 10^4$ ion/cm³. Pengukuran ion plasma generator pada replikasi ke-5 tanggal 25 April 2017 diperoleh hasil rata-rata $375,84 \times 10^4$ ion/cm³ dengan ion plasma minimal yang dikeluarkan adalah $(-490,00) \times 10^4$ ion/cm³ dan maksimal $1736,00 \times 10^4$ ion/cm³. Pengukuran ion plasma generator pada replikasi ke-6 tanggal 26 April 2017 diperoleh hasil rata-rata $-252,92 \times 10^4$ ion/cm³ dengan ion plasma minimal yang dikeluarkan adalah $(-461,00) \times 10^4$ ion/cm³ dan maksimal $493,00 \times 10^4$ ion/cm³. Beberapa kali hasil pengukuran ion generator menunjukkan hasil ion positif, hal ini dikarenakan Air Ion Tester yang digunakan untuk mengukur ion merupakan alat yang di disain untuk mengukur ion yang lebih dominan, sehingga pada saat pengukuran ion didapatkan hasil positif maka itu merupakan ion yang dominan dihasilkan oleh generator pada saat itu. Tidak adanya perawatan pada generator ion juga dapat mempengaruhi kurang maksimalnya ion yang dihasilkan. Generator ion yang digunakan sebenarnya di peruntukkan untuk ruangan dengan luas 19 m², sedangkan ruang kelas yang diteliti adalah ruang kelas yang memiliki luas 67,14 m². Hingga saat ini, generator ion yang sudah ada diantaranya untuk untuk rumah dengan kapasitas 48 m², 21 m², 19 m² dan untuk ruang kantor diantaranya untuk kapasitas 21 m² dan 19 m². Sebaiknya penggunaan generator ion plasma disesuaikan dengan luas ruangan dan kegiatan. Untuk ruang kelas dengan luas ruangan 67,14 m² seharusnya menambah generator menjadi 4 unit.

Aktivitas Penghuni : Keadaan atau kondisi kelas yang terjadi ketika sedang dilakukan penelitian dilakukan dengan observasi. Observasi dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April 2017. Keadaan yang terjadi pada replikasi ke-1 sampai dengan replikasi 6 keadaan kelas yang didapatkan adalah 100% aktif, yang terdiri dari kegiatan dosen menjelaskan, diskusi atau bahkan keadaan kelas ramai.

Menurut A. H. Bryan, droplet berperan sebagai sumber mikroorganisme patogen di udara. Bakteri dan virus dalam mulut yang keluar karena batuk atau bersin dapat tersebar sejauh 12 kaki, kemudian menguap pada waktu jatuh sehingga meninggalkan droplet nuklei (inti tetesan) yang mampu bertahan dalam sirkulasi udara di dalam ruangan selama berjam-jam, bahkan berhari-hari (Yuliani Setyaningsih dkk, 1998, h.5)

Keadaan Korden : Keadaan atau kondisi korden yang terjadi ketika sedang dilakukan penelitian dilakukan dengan observasi. Observasi dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April 2017. Keadaan korden pada replikasi ke-1 tanggal 21 Februari didapat presentasi 100,00% untuk keadaan korden tertutup. Keadaan korden yang terjadi pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 di ruang perlakuan dan ruang kontrol semua korden tertutup dengan persentase 100,00% . Keadaan korden yang terjadi pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 di ruang perlakuan persentase korden tertutup sebanyak 92,30% dan korden terbuka sebesar 7,70%, sedangkan pada ruang kontrol persentase jendela tertutup sebesar 100,00%. Keadaan korden yang terjadi pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 di ruang perlakuan dan ruang kontrol memiliki persentase yang sama yaitu korden tertutup sebesar 92,30% dan korden terbuka sebesar 7,70%. Pada replikasi ke-5 tanggal 25 April 2017 di ruang perlakuan persentase korden dengan keadaan terbuka sebesar 100,00%, sedangkan pada ruang kontrol persentase keadaan korden tertutup sebesar 92,30% dan 7,70% untuk keadaan korden terbuka. Pada replikasi ke-6 tanggal 26 April 2017 persentase keadaan korden tertutup di ruang perlakuan sebesar 69,20% dan keadaan korden terbuka sebesar 30,80%, sedangkan untuk ruang kontrol keadaan korden terbuka sebesar 100,00% untuk persentase korden terbuka. Hasil observasi yang dilakukan selama penelitian, didapatkan hasil persentase keadaan korden tertutup lebih banyak dari keadaan korden lainnya. Hal ini dapat menimbulkan naiknya suhu udara dalam ruang dan meminimalisir pertumbuhan mikroorganisme udara karena sinar matahari dapat masuk menembus kaca jendela.

Keadaan Jendela : Keadaan atau kondisi jendela yang terjadi ketika sedang dilakukan penelitian dilakukan dengan observasi. Observasi dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April 2017. Keadaan jendela pada replikasi ke-1 tanggal 21 Februari adalah 100,00% jendela tertutup pada ruang perlakuan dan kontrol. Keadaan jendela yang terjadi pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 di ruang perlakuan semuanya tertutup dengan persentase 100,00% dan keadaan jendela di ruang kontrol 100,00% untuk keadaan jendela terbuka. Keadaan jendela yang terjadi pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 di ruang perlakuan

persentase jendela terbuka sebanyak 100,00% dan pada ruang kontrol keadaan jendela tertutup sebesar 100,00%. Keadaan jendela yang terjadi pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 di ruang perlakuan persentase jendela tertutup sebesar 92,30% dan keadaan jendela terbuka sebesar 7,70% sedangkan di ruang kontrol keadaan jendela tertutup sebesar 69,20% dan keadaan jendela terbuka sebesar 30,80%. Keadaan jendela yang terjadi pada replikasi ke-5 tanggal 25 April 2017 di ruang perlakuan persentase jendela tertutup sebanyak 92,30% dan terbuka dengan persentase 7,70% sedangkan pada ruang kontrol keadaan jendela tertutup sebesar 100,00%. Keadaan jendela yang terjadi pada replikasi ke-6 tanggal 26 April 2017 di ruang perlakuan persentase jendela terbuka sebesar 100,00%, sedangkan keadaan jendela di ruang kontrol 7,70% tertutup, jendela terbuka 92,30%. Hasil observasi yang dilakukan selama penelitian, didapatkan hasil persentase keadaan jendela tertutup lebih banyak dari keadaan jendela lainnya sehingga dapat mengoptimalkan suhu ruangan karena AC dapat bekerja secara maksimal, namun ada beberapa persentase untuk jendela terbuka, terbukanya jendela ini dapat menyebabkan naiknya suhu udara karena adanya sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan menembus kaca jendela serta menyebabkan kinerja AC kurang maksimal. Sehingga dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme akibat adanya sinar matahari, namun dapat pula menyebabkan mikroorganisme yang ada diluar ruangan menjadi masuk melalui jendela yang terbuka tersebut.

Keadaan Pintu : Keadaan atau kondisi pintu yang terjadi ketika sedang dilakukan penelitian dilakukan dengan observasi. Observasi dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April 2017. Keadaan pintu yang terjadi pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 di ruang perlakuan yaitu tertutup dengan persentase 84,60% dan terbuka 15,40%, sedangkan pada ruang kontrol tertutup sebesar 69,20% dan terbuka sebesar 30,8%. Keadaan pintu yang terjadi pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 di ruang perlakuan yaitu tertutup dengan persentase 69,20% dan terbuka sebesar 30,80%, sedangkan pada ruang kontrol persentase pintu tertutup sebesar 100,00%. Keadaan pintu yang terjadi pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 di ruang perlakuan yaitu tertutup dengan persentase 76,90% dan terbuka 23,10%, sedangkan pada ruang kontrol tertutup sebesar 46,2% dan terbuka sebesar 53,80%. Keadaan pintu yang terjadi pada replikasi ke-5 tanggal 25 April 2017 di ruang perlakuan yaitu tertutup dengan persentase 46,20% dan terbuka sebesar 53,80%, sedangkan pada ruang kontrol persentase pintu tertutup sebesar 84,60% dan pintu terbuka sebesar 7,70%. Keadaan pintu yang terjadi pada replikasi ke-6 tanggal 26 April 2017 di ruang perlakuan yaitu tertutup dengan persentase 69,20%

dan terbuka sebesar 30,80% sedangkan pada ruang kontrol persentase pintu tertutup sebesar 30,80% dan pintu terbuka sebesar 61,50%. Hasil observasi yang dilakukan selama penelitian, didapatkan hasil persentase keadaan jendela tertutup lebih banyak dari keadaan jendela lainnya sehingga dapat mengoptimalkan suhu ruangan karena AC dapat bekerja secara maksimal, namun ada beberapa persentase untuk jendela terbuka, terbukanya jendela ini dapat menyebabkan naiknya suhu udara karena adanya sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan menembus kaca jendela sehingga menyebabkan kinerja AC kurang maksimal. Keadaan tersebut dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme akibat adanya sinar matahari, namun dapat pula menyebabkan mikroorganisme yang ada diluar ruangan menjadi masuk melalui jendela yang terbuka tersebut.

Jumlah Penghuni Ruangan : jumlah penghuni yang ada di ruangan selama dilakukan penelitian dihitung dan dicatat dengan observasi. Observasi dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April 2017. Jumlah penghuni pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 di ruang perlakuan dipeoleh rata-rata yaitu 38,07, sedangkan pada ruang kontrol rata-rata 40,15. Pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 berdasarkan hasil uji analisis statistik di ruang perlakuan diperoleh rata-rata yaitu 44,53 dan ruang kontrol 47,07. Jumlah penghuni pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 di ruang perlakuan rata-rata yaitu 43,76, sedangkan pada ruang kontrol rata-rata 43,92. Jumlah penghuni pada replikasi ke-5 tanggal 25 April 2017 di ruang perlakuan rata-rata yaitu 30,69, sedangkan pada ruang kontrol rata-rata 46,69. Jumlah penghuni pada replikasi ke 6 tanggal 26 April 2017 di ruang perlakuan rata-rata yaitu 37,07, sedangkan pada ruang kontrol rata-rata 40,00.

Menurut Lud Waluyo jumlah kontaminasi mikroorganisme dalam ruangan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti luas ventilasi dan kepadatan. Kepadatan adalah suatu keadaan akan semakin padat bila jumlah manusia pada suatu batas ruang tertentu semakin banyak dibandingkan dengan luas ruangnya (Taufik Nurohim, 2016, h.24).

Keadaan Lampu Ruangan : keadaan lampu yang menyala di ruang penelitian dilakukan penghitungan dan pencatatan dengan cara observasi. Jumlah lampu di masing-masing ruangan kelas terdiri dari 9 buah armatur, dimana setiap armatur terdiri dari 2 buah lampu, sehingga total lampu di ruang kelas ada 18 buah lampu dengan daya masing-masing 20 watt. Observasi dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April 2017. Persentase keadaan lampu yang menyala pada replikasi ke-1 tanggal 21 Februari 2017 di ruang perlakuan dan ruang kontrol sebesar 100,00% untuk keadaan lampu

menyala. Persentase keadaan lampu yang menyala pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 di ruang perlakuan sebesar 100,00% untuk keadaan lampu menyala, sedangkan pada ruang kontrol persentase lampu tidak menyala sebesar 15,40%, dan persentase lampu menyala sebanyak 84,60%. Persentase keadaan lampu yang menyala pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 di ruang perlakuan dan kontrol sebesar 100,00% untuk keadaan lampu menyala. Persentase keadaan lampu yang menyala pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 di ruang perlakuan dan kontrol sebesar 100,00% untuk keadaan lampu menyala. Persentase keadaan lampu yang menyala pada replikasi ke-5 tanggal 25 April 2017 di ruang perlakuan dan kontrol sebesar 100,00% untuk keadaan lampu menyala. Persentase keadaan lampu menyala pada replikasi ke-6 tanggal 26 April 2017 di ruang perlakuan maupun kontrol sebesar 100,00%.

Kedaa AC : keadaan AC di ruang penelitian dilakukan dengan cara observasi. Observasi dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April 2017. Prosentase keadaan AC yang menyala pada replikasi ke-1 tanggal 21 Februari 2017 di ruang perlakuan dan ruang kontrol diperoleh prosentase 100,00% untuk AC menyala 2 buah. Pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 di ruang perlakuan dan ruang kontrol sebesar 100,00% untuk keadaan AC menyala 2 buah begitu juga dengan persentase keadaan AC yang menyala pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017. Persentase keadaan AC yang menyala pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 di ruang perlakuan dan ruang kontrol sebesar 100,00% untuk keadaan AC menyala 2 buah. Persentase keadaan AC yang menyala pada replikasi ke-5 tanggal 25 April 2017 di ruang perlakuan sebesar 100,00% untuk keadaan AC menyala 2 buah sedangkan pada ruang kontrol persentase sebesar 7,70% untuk keadaan AC menyala 1 buah dan 92,30% untuk keadaan AC menyala 2 buah. Persentase keadaan AC yang menyala pada replikasi ke-6 tanggal 26 April 2017 di ruang perlakuan dan ruang kontrol sebesar 100,00% untuk keadaan AC menyala 2 buah. AC yang terdapat di setiap ruangan berjumlah 2 unit dengan kapasitas 1 PK, sehingga jika disesuaikan dengan luas ruangan dan jumlah penghuni yang berada di ruang kelas tersebut AC tersebut belum sesuai. AC yang tepat untuk ruang penelitian ini seharusnya AC yang digunakan sebanyak 7 unit.

Keadaan Kipas Angin : keadaan kipas angin di ruang penelitian dilakukan dengan cara observasi. Observasi dilakukan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada tanggal 21 Februari, 22 Februari, 27 Februari, 28 Februari serta 25 April dan 26 April 2017. Persentase keadaan kipas angin yang menyala pada replikasi ke-1 tanggal 21 Februari 2017 di ruang perlakuan dan kontrol sebanyak 100,00% untuk kipas angin tidak menyala. Replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 di ruang perlakuan dan ruang kontrol sebesar 100,00% untuk

keadaan kipas angin tidak menyala. Persentase keadaan kipas angin yang menyala pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 di ruang perlakuan sebesar 100,00% untuk keadaan kipas angin menyala sedangkan pada ruang kontrol persentase sebesar 100% untuk keadaan kipas angin tidak menyala. Persentase keadaan kipas angin yang menyala pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 di ruang perlakuan dan ruang kontrol sebesar 100,00% untuk keadaan kipas angin tidak menyala. Persentase keadaan kipas angin yang menyala pada replikasi ke-5 tanggal 25 dan replikasi ke-6 tanggal 26 April 2017 di ruang perlakuan dan ruang kontrol sebesar 100,00% untuk keadaan kipas angin tidak menyala.

Pengukuran dan Pemeriksaan Angka Kuman Udara di Ruang Perlakuan dan Kontrol : Metode yang digunakan dalam pemeriksaan angka kuman ini menggunakan metode gravitasi, hasil pemeriksaan angka kuman udara di ruang perlakuan sebanyak 6 kali replikasi, yaitu pada replikasi ke-1 tanggal 21 Februari 2017 adalah 260 Koloni/Jam/Feet², sedangkan pada ruang kontrol 165 Koloni/Jam/Feet². Pemeriksaan angka kuman udara pada replikasi ke-2 tanggal 22 Februari 2017 di ruang perlakuan diperoleh hasil 163 Koloni/Jam/Feet², sedangkan pada ruang kontrol 273 Koloni/Jam/Feet². Pemeriksaan angka kuman udara pada replikasi ke-3 tanggal 27 Februari 2017 di ruang perlakuan diperoleh hasil 234 Koloni/Jam/Feet², sedangkan pada ruang kontrol 263 Koloni/Jam/Feet². Pemeriksaan angka kuman udara pada replikasi ke-4 tanggal 28 Februari 2017 di ruang perlakuan diperoleh hasil 256 Koloni/Jam/Feet², sedangkan pada ruang kontrol 172 Koloni/Jam/Feet². Pemeriksaan angka kuman udara pada replikasi ke-5 tanggal 25 April 2017 di ruang perlakuan diperoleh hasil 144 Koloni/Jam/Feet², sedangkan pada ruang kontrol 217 Koloni/Jam/Feet². Pemeriksaan angka kuman udara pada replikasi ke-6 26 April 2017 di ruang perlakuan diperoleh hasil 80 Koloni/Jam/Feet², sedangkan pada ruang kontrol 90 Koloni/Jam/Feet².

Angka kuman udara di dalam kelas dipengaruhi antara lain oleh jumlah penghuni, aktivitas penghuni kemudian suhu dan kelembaban udara, partikel debu yang dibawa oleh penghuni ruangan atau masuk melalui jendela serta keadaan korden yang tidak pernah dibersihkan menyebabkan debu dan mikroba udara menempel. Hasil pemeriksaan angka kuman udara di ruang perlakuan yang lebih tinggi pada tanggal 21 Februari 2017 disebabkan karena pada saat pengambilan angka kuman udara berlangsung, secara tidak sengaja permukaan cawan petri tersentuh oleh penghuni dan aktivitas penghuni yang datang ketika media sudah dipasaf. Pada tanggal 28 Februari 2017 angka kuman udara di ruang perlakuan lebih tinggi disebabkan karena banyaknya lalu-lalang penghuni ruangan yang baru datang sehingga dapat mempengaruhi jumlah angka kuman yang tertangkap. Menurut Aditama, menyatakan bahwa pencemaran kuman udara dapat berasal dari dalam gedung dengan

sumber pencemaran diantaranya aktivitas dalam ruangan, frekuensi keluar masuk ruangan yang tinggi sehingga memungkinkan masuknya polutan dari luar ke dalam ruangan, penggunaan pengharum ruangan, asap rokok, penggunaan pestisida dan pembersih ruangan, mesin fotokopi, sirkulasi udara yang kurang lancar, suhu dan kelembaban udara yang tidak nyaman (Corie Indria Prasasti, 2005, h.6).

Analisis Pengaruh Penggunaan Ion Plasma Terhadap Penurunan Angka Kuman di Dalam Ruang Kelas : Secara absolut nilai angka kuman udara rata-rata pada kelompok kontrol adalah 189,5 Koloni/Jam/Feet² dan kelompok perlakuan sebanyak 196,83 Koloni/Jam/Feet². Namun secara statistik tidak ada beda yang signifikan. Menurut Taufik Nurohim (2016) tidak ada beda yang signifikan antara jumlah angka kuman udara sebelum atau sesudah adanya perlakuan menggunakan ion plasma. Hal ini antara lain dipengaruhi oleh aktivitas penghuni ruangan sebagai penghasil kuman yang sangat bervariasi dan tidak dapat dikendalikan, kondisi ruangan yang tidak bisa dikendalikan secara keras seperti suhu dan kelembaban.

Menurut United State Environmental Protection Agency sumber penyebab polusi udara dalam ruangan antara lain berhubungan dengan bangunan itu sendiri, perlengkapan dalam bangunan, kondisi bangunan, pertukaran udara dan hal-hal lain yang berhubungan dengan perilaku orang-orang yang berada di dalam ruangan (Wulan Cendana Arum, 2016, h.59).

Berdasarkan hasil uji analisis statistik t test independent sampel pada analisis perbedaan angka kuman di ruang perlakuan dan ruang kontrol didapatkan hasil nilai $p > \alpha$ yaitu $0,833 > 0,05$. Jika nilai $p > \alpha$ maka tidak ada pengaruh penggunaan ion plasma terhadap penurunan angka kuman udara di ruang kelas gedung R2 Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.

Kesimpulan dan Saran : Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh penggunaan ion plasma dalam penurunan angka kuman udara di ruang kelas Gedung R2 Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang dapat diambil simpulan sebagai berikut : Hasil pemeriksaan angka kuman udara rata-rata di ruang kelompok perlakuan adalah 189,5 Koloni/Jam/Feet² sedangkan rata-rata angka kuman udara di ruang kontrol adalah 196,83 Koloni/Jam/Feet². Hasil pengukuran ion plasma rata-rata dalam ruangan yang dilakukan pada ruang perlakuan adalah $120,76 \times 10^4$ ion/cm³, sedangkan pada ruang kontrol adalah $147,95 \times 10^4$ ion/cm³. Hasil pengukuran ion plasma rata-rata pada generator ion adalah $53,88 \times 10^4$ ion/cm³. Berdasarkan hasil uji analisis statistik t test independent sampel pada analisis perbedaan angka kuman di ruang perlakuan dan ruang kontrol didapatkan hasil nilai $p > \alpha$ yaitu $0,833 > 0,05$. Jika nilai $p > \alpha$ maka tidak ada pengaruh penggunaan ion plasma terhadap penurunan

angka kuman udara di ruang kelas gedung R2 Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.

Saran : Sebaiknya penggunaan generator ion plasma disesuaikan dengan luas ruangan dan kegiatan. Untuk ruang kelas dengan luas ruangan 67,14 m² seharusnya menggunakan 4 buah generator dengan kapasitas mampu mencakup ruangan dengan luas 19 m² atau mengganti dengan generator yang mampu mencakup ruangan dengan luas 48 m² sebanyak 2 unit. Sebaiknya pada penelitian selanjutnya dalam pengamilan sampel angka kuman udara menggunakan impinger agar hasil yang didapat lebih akurat.

Daftar Pustaka :

- Agus Riyanto, 2001, *Pengolahan dan Analisis Data Kesehatan*, Yogyakarta: Nuha Medika
- Anonim, *Pengelolaan Lingkungan Hidup Unruk Tingkat SMA*, http://file.upi.edu/Direktori/FPIPS/JUR._PEND._GEOGRAFI/197210242001121-BAGJA_WALUYA/Pengelolaan_Lingkungan_Hidup_untuk_Tk_SMA/BAB_1_Konsep_lingkungan.pdf (diakses pada Selasa 29 November 2016 pukul 21.17 WIB)
- Anonim, *Teknologi Jernihkan Udara dengan Teknologi Plasmacluster dari Sharp*, http://rri.co.id/post/berita/126914/teknologi/jernihkan_udara_dengan_teknologi_plasmacluster_dari_sharp.html (diakses pada Rabu 19 Oktober 2016 pukul 23.00 WIB)
- Corie Indria Prasasti dkk, 2005, *Pengaruh Kualitas Udara Dalam Ruangan Ber-AC Terhadap Gangguan Kesehatan*, Surabaya: UNIAR Fakultas Kesehatan Masyarakat
- Devon, 2013, *Kehebatan Apa Yang Dimiliki Ion Plasmacluster AC Sharp*, <http://difatechno.blogspot.com/2013/02/kehebatan-apa-yang-dimilikiion.html#FV5rxF31rLmD4TcE.99> (diakses pada Kamis 10 November 2016 pukul 13.00 WIB)
- Dyah Moriska Candra, 2012, *Studi Komparasi Jumlah Angka Kuman Udara Ruang Perawatan Kenanga Kelas 2 dan 3 Di RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo Purwokerto Tahun 2012*, Purwokerto: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang Jurusan Kesehatan Lingkungan Purwokerto
- Higher Concentrations of Plasmacluster Ions[®]*1 Boost Virus Inactivation and Elimination, Inhibit 99.9% of Airborne H5N1 Avian Influenza ("Bird Flu")*

- Virus, <http://www.sharp-world.com/corporate/news/080827.html> (diakses pada Selasa 13 Desember 2016 pukul 16.44 WIB)
- Joviana, 2009, *Hubungan Aktivitas Radon (^{222}Rn) Dan Thoron (^{220}Rn) Di Udara Dalam Ruang Dengan Gejala Sick Building Syndrome Pada 3 Gedung DKI Jakarta Tahun 2009*, Jakarta: Universitas Indonesia Fakultas Kesehatan Masyarakat
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1335/MENKES/SK/X/2002 Tentang Standar Operasional Pengambilan dan Pengukuran Sampel Kualitas Udara Ruang Rumah Sakit.
- Liena Sofiana, 2014, *Dwi Wahyuni, Pengaruh Sterilisasi Ozon Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara di Ruang Rawat Inap di Rumah Sakit Umum PKU Muhammadiyah Bantul Tahun 2014*, Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan Fakultas Kesehatan Masyarakat
- Nasrullah dkk, 2015, *Temperatur dan Kelembaban Relatif Udara Outdoor*, Makassar: Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 48 Tahun 2016 Tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran
- 70 Tahun 2016 Tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri
- Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara
- Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan
- Safira Ruth, 2009, *Gambaran Kejadian Sick Building Syndrome (SBS) dan Faktor – Faktor yang Berhubungan pada Karyawan PT. Elnusa Tbk di Kantor Pusat Graha Elnusa Tahun 2009*, Jakarta: Universitas Indonesia Fakultas Kesehatan Masyarakat
- Setia Tampubolon, 2010, *Pengaruh Kecepatan Angin dan Suhu Udara Terhadap Kadar Gas Pencemar Karbon Monoksida (CO) di Udara Sekitar Kawasan Industri Medan (KIM)*, Medan: Universitas Sumatera Utara Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
- Sharp Indonesia, *Plasmacluster Ion Technology*, <http://airpurifier.sharp-indonesia.com/index.php?mib=plasm> acluster (diakses pada Rabu 19 Oktober 2016 pukul 20.13 WIB)
- Sharp USA, *Naturally Advanced Technology For Truly Clear Air*, <http://www.sharpusa.com/ForHome/HomeEnvironment/AirPurifier/GermOdorReduction.aspx> (diakses pada Sabtu 27 Mei 2017 pukul 13.35 WIB)
- SNI 03-6197-2000 Tentang Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan
- Soekidjo Notoatmodjo, 2012, *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Suparyanto, 2014, *Masalah Penyakit Kusta (Lepra)*, <http://dr-suparyanto.blogspot.co.id/2014/06/masalah-penyakit-kusta-lepra.html> (diakses pada Senin 12 Desember 2016 pukul 22.26 WIB)
- Taufik Nurohim, 2016, *Pengaruh Penggunaan Ion Plasma dengan Penurunan Jumlah Angka Kuman Udara pada Instalasi Ruang Rawat Inap 1 (IRNA 1) RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo Purwokerto Tahun 2016*, Purwokerto: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang Jurusan Kesehatan Lingkungan Purwokerto
- Teguh Tri Wibowo, 2014, *Studi Jumlah Angka Kuman Udara Sebelum dan Sesudah Desinfeksi di Ruang Instalasi Bedah Sentral RSUD Sinar Kasih Purwokerto Tahun 2014*, Purwokerto: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang Jurusan Kesehatan Lingkungan Purwokerto
- Tri Cahyono, 2014, *Pedoman Penulisan Proposal Penelitian dan Karya Tulis Ilmiah / Skripsi (Edisi Revisi Ketiga)*, Purwokerto: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang Jurusan Kesehatan Lingkungan Purwokerto
- Windi Wulandari, 2014, *Angka Kuman Udara dan Lantai Ruang Rawat Inap Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Jurusan Kesehatan Masyarakat
- Wulan Cendana Arum, 2016, *Pengaruh Pemakaian Perasan Daun Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia) Terhadap Angka Kuman Udara Ruang Kelas R221 Jurusan Kesling Purwokerto Tahun 2016*, Purwokerto: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

Politeknik Kesehatan Kemenkes
Semarang Jurusan Kesehatan
Lingkungan Purwokerto
Yuliani Setyaningsih dkk, Inventarisasi
Mikroorganisme Udara Dalam
Ruangan Dengan Sistem Pendingin
Sentral, 1998, Semarang: Universitas
Diponegoro Fakultas Kesehatan
Masyarakat