

**PENGARUH PAPARAN PESTISIDA YANG MENGANDUNG KADMIUM DAN
POLA KEBIASAAN PETANI DUSUN CANGAR TERHADAP TEKANAN DARAH
DAN FREKUENSI NADI**

Antari Zulqi Masykurin, Fathia Annis Pramesti*, Aris Widodo**

**Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang*

Email: antari06.azm@gmail.com

ABSTRAK

Pendahuluan: Salah satu penyebab akumulasi kadmium dalam tubuh adalah penggunaan pestisida dan pola hidup yang kurang sehat. Keberadaan kadmium dalam tubuh manusia akan menimbulkan penyakit kardiovaskular. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan pestisida dan pola kebiasaan petani terhadap tekanan darah dan frekuensi nadi.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik observasional dengan desain penelitian tipe *Cross-Sectional*. Penelitian ini menggunakan 47 responden manusia dengan pemilihan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Responden adalah seorang petani berjenis kelamin laki – laki yang masih aktif menyemprot pestisida. Pengumpulan data menggunakan kuesioner dan pemeriksaan tekanan darah dan frekuensi nadi.

Hasil: Data yang diperoleh dilakukan uji statistik menggunakan faktorial anova. Pada interaksi pengaruh paparan pestisida dan pola kebiasaan makan terhadap tekanan darah menunjukkan hasil tidak signifikan ($p > 0,05$) sedangkan pada frekuensi nadi didapatkan hasil signifikan ($p < 0,05$). Rata-rata angka nadi terendah pada perlakuan P2K2 berbeda signifikan dengan perlakuan P2K1. Pada interaksi pengaruh paparan pestisida dan pola kebiasaan kebersihan makanan terhadap tekanan darah dan frekuensi nadi menunjukkan hasil tidak signifikan ($p > 0,05$). Pada interaksi pengaruh paparan pestisida dan pola kebiasaan merokok terhadap tekanan darah menunjukkan hasil tidak signifikan ($p > 0,05$), sedangkan pada frekuensi nadi didapatkan hasil signifikan ($p < 0,05$). Rata-rata angka nadi terendah pada perlakuan P2M1 berbeda signifikan dengan perlakuan P1M3 dan P2M2.

Kesimpulan: Paparan pestisida dan pola kebiasaan tidak berpengaruh terhadap peningkatan tekanan darah. Paparan pestisida, pola kebiasaan makan, dan pola kebiasaan merokok berpengaruh terhadap penurunan frekuensi nadi, sedangkan kebersihan makanan tidak berpengaruh terhadap penurunan frekuensi nadi.

Kata Kunci: Kadmium, Pestisida, Pola Kebiasaan, Hipertensi, Frekuensi Nadi

**EFFECT OF PESTICIDES EXPOSURE CONTAINING CADMIUM AND FARMERS
CANGAR VILLAGE PATTERNS ON BLOOD PRESSURE AND PULSE
FREQUENCY**

Antari Zulqi Masykurin, Fathia Annis Pramesti*, Aris Widodo**

**Medical Faculty Islamic University of Malang*

Email: antari06.azm@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: One of the causes of cadmium accumulation in the body is the use of pesticides and an unhealthy lifestyle. The presence of cadmium in the human body will cause cardiovascular disease. This study aims to determine the effect of pesticide exposure and patterns of farmers habits on blood pressure and pulse frequency.

Method: This study used an observational analytic descriptive method with Cross-Sectional type research design. This study used 47 human respondents with sample selection using purposive sampling technique. Respondents were male farmers who were still actively spraying pesticides. Data collection using questionnaires and blood pressure checks and pulse frequency.

Results: Data obtained were carried out statistical tests using factorial ANOVA. The interaction of the effects of pesticide exposure and patterns of eating habits on blood pressure showed insignificant results ($p > 0.05$) while at the pulse frequency the results were significant ($p < 0.05$). The lowest average pulse rate in P2K2 treatment was significantly different from P2K1 treatment. The interaction effect of exposure to pesticides and patterns of food hygiene habits on blood pressure and pulse frequency showed no significant results ($p > 0.05$). The interaction of the effects of pesticide exposure and the pattern of smoking habits on blood pressure showed insignificant results ($p > 0.05$), while the frequency of pulses obtained significant results ($p < 0.05$). The lowest average pulse rate in P2M1 treatment was significantly different from the P1M3 and P2M2 treatments.

Conclusion: Exposure to pesticides and habit patterns have no effect on increasing blood pressure. Pesticide exposure, patterns of eating habits, and patterns of smoking habits influence the decrease in pulse frequency, while food hygiene does not affect the decrease in pulse frequency.

Keywords: Cadmium, Pesticides, Habit Patterns, Hypertension, Pulse Frequency

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris artinya sektor pertanian memegang peranan penting dalam menyumbang perekonomian Indonesia, sehingga sumber mata pencaharian sebagian besar penduduk Indonesia adalah petani¹. Salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki potensi di sektor pertanian adalah Kota Batu, Jawa Timur². Wilayah Kota Batu yang memiliki lahan pertanian terluas adalah Kecamatan Bumi Aji yaitu 8.542 ha yang dikelola rumah tangga dan jumlah perusahaan pertanian berbadan hukum sebanyak 3 perusahaan³.

Masalah yang tidak dapat lepas dari wilayah atau daerah dengan sektor pertanian yang tinggi adalah penggunaan pestisida, begitu juga dengan Kota Batu. Penggunaan pestisida dalam jangka panjang selain dapat menurunkan kualitas pangan, juga dapat mencemari lingkungan. Bahan pencemar yang terdapat di pestisida tersebut salah satunya kadmium (Cd)⁴. Pemasok terbesar pencemaran kadmium dalam tanah berasal dari pestisida⁵.

Sumber kadmium yang lain berasal dari pola hidup yang kurang sehat. Menurut Admadja dalam Derek dkk sebagian besar petani tidak melakukan pola hidup sehat karena penghasilan yang hanya cukup untuk hidup⁶. Beberapa kebiasaan mereka lakukan diantaranya merokok, penyemprotan pestisida yang tidak sesuai prosedur pemberian dan cara memasak serta jenis masakan yang sangat sederhana dan masih tradisional. Kebiasaan – kebiasaan tersebut memiliki risiko menimbulkan masalah kesehatan petani, karena salah satu komposisi rokok adalah kadmium dan salah satu bahan masakan tradisional utama yaitu bawang merah banyak dilaporkan mengandung kadmium⁷.

Kadmium menempati urutan ke 4 logam berat paling beracun setelah Hg⁸. Keberadaan kadmium dalam tubuh manusia akan meningkatkan jumlah radikal bebas, radikal bebas inilah yang memicu timbulnya penyakit pada manusia tersebut⁹. Penyakit yang sering dikaitkan akibat terpaparnya kadmium ini adalah penyakit kardiovaskular¹⁰. Penyakit kardiovaskular yang sering terjadi akibat terpaparnya kadmium adalah hipertensi⁹ dan penurunan denyut jantung yang dapat diukur melalui denyut nadi¹¹.

Menurut Dinas Kesehatan Kota Batu, masalah perilaku tidak sehat menjadi salah satu faktor peningkatan angka morbiditas di Kota Batu dan hipertensi menempati urutan ke 2 penyakit terbanyak yang dialami masyarakat Kota Batu³¹. Terkait munculnya masalah kesehatan pada petani karena penggunaan pestisida dan pola kebiasaan yang kurang tersebut peneliti ingin melihat lebih jauh bagaimana pengaruh paparan pestisida dan pola kebiasaan petani terhadap tekanan darah dan nadi.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik observasional dengan desain penelitian tipe *Cross-Sectional*. Penelitian ini dilakukan di RT 03 dan 04 RW 01 Dusun Cangar, Desa Bulukerto, Bumi Aji, Kota Batu dan waktu penelitian ini dilakukan pada bulan September 2018 sampai Oktober 2018.

Penelitian ini telah mendapat surat laik etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya dengan Nomor 231/EC/KEPK-S1/09/2018 dan disetujui pada tanggal 27 September 2018.

Subjek Penelitian

Penelitian ini menggunakan 47 responden manusia dengan pemilihan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Responden adalah seorang petani berjenis kelamin laki – laki yang masih aktif menyemprot pestisida dan tinggal di RT 03 dan 04 RW 01 Dusun Cangar, Desa Bulukerto, Kecamatan Bumi Aji, Kota Batu.

Tahapan Penelitian

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode angket atau kuesioner berupa pertanyaan tertutup dengan alternatif jawaban. Penelitian ini menggunakan 2 kuesioner, yaitu *The PIPAH Study (The Prospective Investigation of Pesticide Applicators' Health Study): Pesticide Use Questionnaire (2016)* dan Kuesioner Pola Kebiasaan yang terdiri atas 9 pertanyaan yang dibagi menjadi 3 kelompok besar. Bagian 1 berisi tentang kebiasaan makan dengan 3 pertanyaan, bagian 2 berisi kebersihan makanan dengan 4 pertanyaan, dan bagian 3 berisi tentang kebiasaan merokok dengan 2 pertanyaan.

Pemeriksaan Tekanan dan Frekuensi Nadi

Setelah pengisian kuesioner, responden dilakukan pemeriksaan tekanan darah dan frekuensi nadi. Pemeriksaan tekanan darah dan frekuensi nadi dilakukan pada malam hari dengan posisi berbaring, karena posisi juga mempengaruhi kondisi tekanan darah dan frekuensi nadi seseorang.

Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh dilakukan uji normalitas dan homogenitas menggunakan *Shapiro Wilk*, kemudian untuk melihat apakah perbedaan rata-rata antar kelompok tersebut signifikan atau tidak, maka dilakukan analisis faktorial anova.

HASIL DAN ANALISA DATA

Karakteristik Sampel

Penelitian ini menggunakan responden manusia yang berjumlah 47 responden. Responden berjenis kelamin laki – laki dan petani yang aktif menyemprot pestisida di Dusun Cangar Desa Bulukerto Kecamatan Bumi Aji. Adapun karakteristik sampel penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

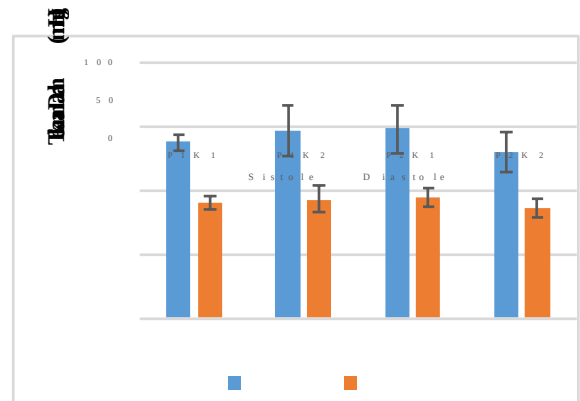
Tabel 1 Karakteristik Sampel

No.	Karakteristik Sampel	Frekuensi	%
1	U s i a		
	29 – 35 tahun	5	10.6 %
	36 – 45 tahun	20	42.6 %
	46 – 55 tahun	16	34.0 %
	56 – 65 tahun	6	12.8 %
	Total	47	100.0 %
2	L a m a K e r j a		
	1 – 10 tahun	5	10.6 %
	11 – 20 tahun	10	21.3 %
	21 – 30 tahun	23	48.9 %
	31 – 40 tahun	7	14.9 %
	41 – 50 tahun	2	4.3 %
	Total	47	100.0 %
3	L a m a P a p a r a n		
	P e s t i s i d a	15	31.91 %
	≤ 30 jam /bulan (Rendah)	32	68.09 %
	≥ 30 jam /bulan (Tinggi)	47	100 %
	Total	47	100.0 %
4	K e b i a s a a n M a k a n		
	K e r a n g		
	Sangat Sering	2	4.25 %
	Sering	5	10.63 %
	Kadang-kadang	4	8.51 %
	Jarang	8	17.02 %
	Tidak pernah	28	59.57 %
	Total	47	100 %
5	M e n c u c i S a y u r		
	S e b e l u m D i m a s a k		
	Sangat Sering	41	87.2 %
	Sering	6	12.8 %
	Kadang-kadang	0	0.0 %
	Jarang	0	0.0 %
	Tidak pernah	0	0.0 %
	Total	47	100.0 %
6	F r e k u e n s i M e r o k o k		
	> 31 batang /hari	23	48.9 %
	21 – 30 batang/hari	8	17.0 %
	11 – 21 batang/hari	10	21,2 %
	Tidak pernah	6	12.8 %
	Total	47	100.0 %

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebiasaan Makan terhadap Tekanan Darah dan Frekuensi Nadi

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebiasaan Makan terhadap Tekanan Darah yang Diukur

Hasil dan analisa data pengaruh lama paparan pestisida dan kebiasaan makan terhadap tekanan darah yang diukur dapat dilihat pada gambar 1.



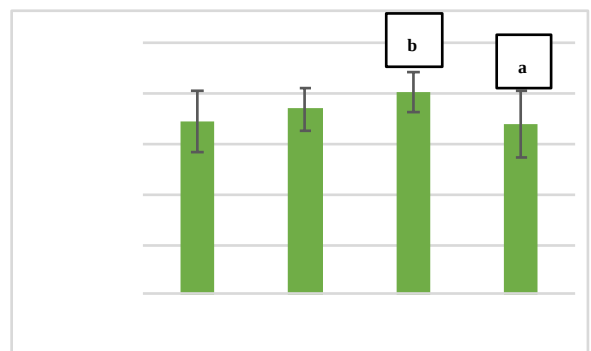
Gambar 1. Histogram rata – rata tekanan darah yang diukur

Keterangan: Rata-rata±SD tekanan darah sistole dan diastole kelompok P1K1 (paparan rendah & kebiasaan makan rendah) (138.000±5.568) dan (90.667±5.508), P1K2 (paparan rendah & kebiasaan makan tinggi) (147.321±20.772) dan (93.179±10.114), P2K1 (paparan tinggi & kebiasaan makan rendah) (149.000±18.850) dan (95.500±7.371), P2K2 (paparan tinggi & kebiasaan makan tinggi) (129.917±15.843) dan (86.333±7.912). Jumlah n pada masing – masing kelompok yaitu P1K1 3, P1K2 8, P2K1 4, P2K2 12.

Dari hasil pengujian faktorial anova menunjukkan bahwa faktor paparan pestisida, faktor kebiasaan makan, dan interaksi antara faktor paparan pestisida dan kebiasaan makan menunjukkan hasil terdapat perbedaan rata-rata yang tidak signifikan, dapat terlihat dari rata-rata angka tekanan darah sistolik maupun diastolik antar kelompok paparan yang relatif sama, atau jarak rata-rata tidak terlalu jauh.

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebiasaan Makan terhadap Frekuensi Nadi yang Diukur

Hasil dan analisa data pengaruh lama paparan pestisida dan kebiasaan makan terhadap frekuensi nadi yang diukur dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Histogram rata – rata frekuensi nadi yang diukur

Keterangan: Rata-rata±SD P1K1 (paparan rendah & kebiasaan makan rendah) (68.667±12.342) dengan jumlah N 3, P1K2 (paparan rendah & kebiasaan makan tinggi) (73.786±8.487) dengan jumlah N 28, P2K1 (paparan tinggi & kebiasaan makan rendah) (80.500±7.937) dengan jumlah N 4, P2K2 (paparan tinggi & kebiasaan makan tinggi) (67.667±13.574) dengan jumlah N 12.

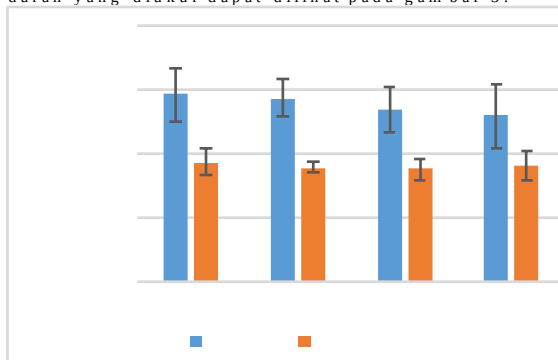
Dari hasil pengujian faktorial anova menunjukkan bahwa faktor interaksi antara faktor paparan pestisida dan kebiasaan makan menunjukkan hasil terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan, untuk melihat letak perbedaannya dilanjutkan dengan uji BNT. Dari hasil uji BNT, didapatkan bahwa:

- Rata-rata angka nadi tertinggi pada kelompok paparan P2K1 berbeda signifikan dengan perlakuan P2K2. Tetapi kelompok paparan P2K1 tidak berbeda signifikan dengan kelompok paparan P1K1, dan P1K2.
- Rata-rata angka nadi terendah pada kelompok paparan P2K2 berbeda signifikan dengan kelompok paparan P2K1. Tetapi kelompok perlakuan P2K2 tidak berbeda signifikan dengan kelompok perlakuan P1K1, dan P1K2.

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebersihan Makanan terhadap Tekanan Darah dan Frekuensi Nadi

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebersihan Makanan terhadap Tekanan Darah yang Diukur

Hasil dan analisa data pengaruh lama paparan pestisida dan kebersihan makanan terhadap tekanan darah yang diukur dapat dilihat pada gambar 3.



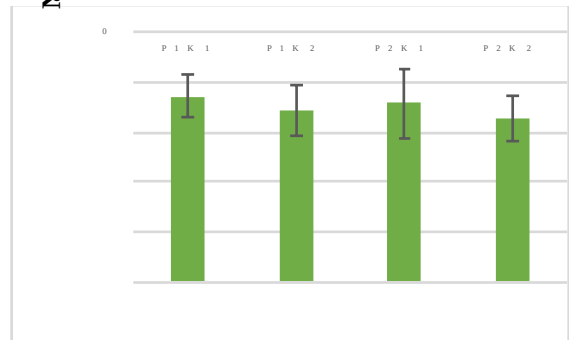
Gambar 3. Histogram rata – rata tekanan darah yang diukur

Keterangan: Rata-rata±SD tekanan darah sistole dan diastole kelompok P1K1 (paparan rendah & kebersihan makan rendah) (146.885±21.003) dan (93.462±10.409), P1K2 (paparan rendah & kebersihan makan tinggi) (144.000±14.866) dan (90.200±4.658), P2K1 (paparan tinggi & kebersihan makan rendah) (135.357±18.02) dan (88.214±8.505), P2K2 (paparan tinggi & kebersihan makan tinggi) (130.000±25.456) dan (91.500±12.021). Jumlah n pada masing – masing kelompok yaitu P1K1 26, P1K2 5, P2K1 14, P2K2 2.

Dari hasil pengujian faktorial anova menunjukkan bahwa faktor paparan pestisida, faktor kebersihan makan, dan interaksi antara faktor paparan pestisida dan kebiasaan kebersihan makanan menunjukkan hasil terdapat perbedaan rata-rata yang tidak signifikan, dapat terlihat dari rata-rata angka sistolik dan diastolik antar kelompok paparan yang relatif sama, atau jarak rata-rata tidak terlalu jauh.

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebersihan Makanan terhadap Frekuensi Nadi yang Diukur

Hasil dan analisa data pengaruh lama paparan pestisida dan kebersihan makanan terhadap frekuensi nadi yang diukur dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Histogram rata – rata frekuensi nadi yang diukur

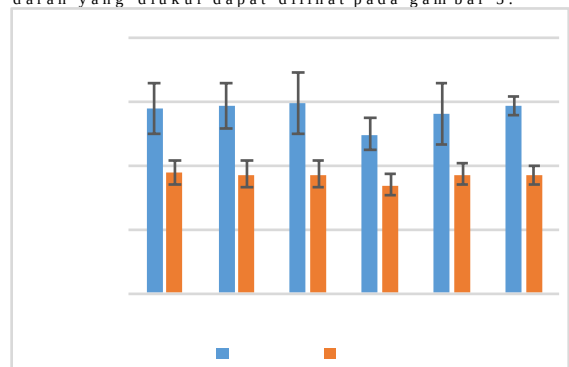
Keterangan: Rata-rata±SD P1K1 (paparan rendah & kebersihan makan rendah) (74.269±8.369) dengan jumlah N 26, P1K2 (paparan rendah & kebersihan makan tinggi) (68.200±10.183) dengan jumlah N 5, P2K1 (paparan tinggi & kebersihan makan rendah) (71.643±14.031) dengan jumlah N 14, P2K2 (paparan tinggi & kebersihan makan tinggi) (65.500±9.192) dengan jumlah N 2.

Dari hasil pengujian faktorial anova menunjukkan bahwa faktor paparan pestisida, faktor kebersihan makan, dan interaksi antara faktor paparan pestisida dan kebiasaan kebersihan makanan menunjukkan hasil terdapat perbedaan rata-rata yang tidak signifikan, dapat terlihat dari rata-rata angka frekuensi nadi antar kelompok paparan yang relatif sama, atau jarak rata-rata tidak terlalu jauh.

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebiasaan Merokok terhadap Tekanan Darah dan Frekuensi Nadi

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebiasaan Merokok terhadap Tekanan Darah yang Diukur

Hasil dan analisa data pengaruh lama paparan pestisida dan kebiasaan merokok terhadap tekanan darah yang diukur dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Histogram rata – rata tekanan darah yang diukur

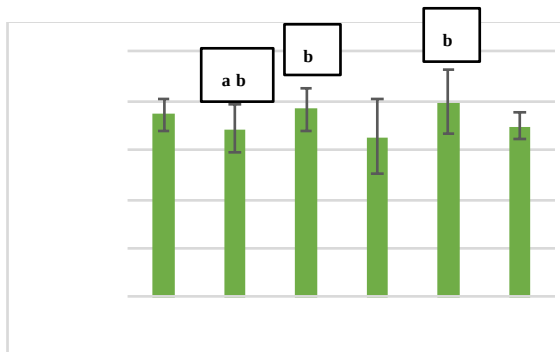
Keterangan: Rata-rata±SD tekanan darah systole dan diastole kelompok P1M1 (paparan rendah & kebiasaan merokok rendah) (144.727±19.915) dan (93.364±9.320),

P1M 2 (paparan rendah & kebiasaan merokok sedang) (145.600 ± 17.828) dan (92.800 ± 10.196), P1M 3 (paparan rendah & kebiasaan merokok tinggi) (149.100 ± 23.596) dan (92.600 ± 10.710), P2M 1 (paparan tinggi & kebiasaan merokok rendah) (124.143 ± 12.799) dan (84.143 ± 8.112), P2M 2 (paparan tinggi & kebiasaan merokok sedang) (140.000 ± 23.279) dan (92.400 ± 8.414), P2M 3 (paparan tinggi & kebiasaan merokok tinggi) (146.500 ± 8.185) dan (91.750 ± 7.632). Jumlah n pada masing – masing kelompok yaitu P1M 1 11, P1M 2 10, P1M 3 10, P2M 1 7, P2M 2 5, P2M 3 4.

Dari hasil pengujian faktorial anova menunjukkan bahwa faktor paparan pestisida, faktor kebiasaan merokok, dan interaksi antara faktor paparan pestisida dan kebiasaan merokok menunjukkan hasil terdapat perbedaan rata-rata yang tidak signifikan, dapat terlihat dari rata-rata angka sistolik dan diastolik antar kelompok paparan yang relatif sama, atau jarak rata-rata tidak terlalu jauh.

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebiasaan Merokok terhadap Frekuensi Nadi yang Diukur

Hasil dan analisa data pengaruh lama paparan pestisida dan kebiasaan merokok terhadap frekuensi nadi yang diukur dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Histogram rata – rata frekuensi nadi yang diukur

Keterangan: Rata-rata $\pm$ SD P1M 1 (paparan rendah & kebiasaan merokok rendah) (74.364 ± 6.516) dengan jumlah N 11, P1M 2 (paparan rendah & kebiasaan merokok sedang) (68.700 ± 9.673) dengan jumlah N 10, P1M 3 (paparan rendah & kebiasaan merokok tinggi) (76.700 ± 8.908) dengan jumlah N 10, P2M 1 (paparan tinggi & kebiasaan merokok rendah) (65.286 ± 15.097) dengan jumlah N 7, P2M 2 (paparan tinggi & kebiasaan merokok sedang) (79.600 ± 12.661) dengan jumlah N 5, P2M 3 (paparan tinggi & kebiasaan merokok tinggi) (69.750 ± 5.679) dengan jumlah N 4.

Faktor interaksi antara faktor paparan pestisida dan kebiasaan menunjukkan hasil terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan, untuk melihat letak perbedaannya dilanjutkan dengan uji BNT. Dari hasil uji BNT, didapatkan bahwa:

- Rata-rata angka nadi tertinggi pada kelompok paparan P2M 2 berbeda signifikan dengan kelompok paparan P2M 1. Tetapi kelompok paparan P2M 2 tidak berbeda signifikan dengan kelompok paparan P1M 1, P1M 2, P1M 3, dan P2M 3.

- Rata-rata angka nadi terendah pada kelompok paparan P2M 1 berbeda signifikan dengan kelompok paparan P1M 3 dan P2M 2. Tetapi kelompok paparan P2M 1 tidak berbeda signifikan dengan kelompok paparan P1M 1, P1M 2, dan P2M 3.

PEMBAHASAN

Karakteristik Sampel

Responden pada penelitian ini yaitu petani berjenis kelamin laki – laki yang aktif menyemprot pestisida. Responden penelitian ini berjumlah 47 orang, yang diambil dari 2 RT yaitu RT 03 dan RT 04 RW 01 Dusun Cangar Desa Bulukerta Kecamatan Bumi Aji Kota Batu. Kecamatan Bumi Aji dipilih sebagai tempat penelitian ini karena pertanian di kecamatan ini memiliki usaha pertanian terbesar yaitu 8.542 ha yang dikelola rumah tangga dan jumlah perusahaan pertanian berbadan hukum sebanyak 3 perusahaan³. Selain itu, menurut Badan Statistik Kota Batu pertanian di Kecamatan Bumi Aji didominasi oleh tanaman hortikultura yang berupa buah – buahan, sayuran dan tanaman hias, hal ini sesuai dengan kriteria inklusi pada penelitian ini². Responden berjenis kelamin laki – laki dipilih karena pada umumnya petani yang aktif menyemprot pestisida didominasi oleh laki – laki. Selain itu, efek samping kadmium juga dipengaruhi oleh jenis kelamin. Penelitian yang dilakukan oleh Vahter menyatakan bahwa retensi kadmium umumnya lebih tinggi pada wanita dibandingkan pada pria¹².

Karakteristik responden petani dikategorikan berdasarkan usia, lama kerja, konsumsi sayuran hijau, mencuci sayur sebelum dimasak, dan frekuensi merokok. Karakteristik responden berdasarkan usia menunjukkan bahwa jumlah responden petani terbanyak yaitu pada rentang usia 36 – 45 tahun yaitu sebanyak 20 orang (42,6). Hal ini menggambarkan bahwa petani yang masih aktif menyemprot pestisida ada dalam usia produktif yaitu usia 36 – 45 tahun.

Hasil survei lama kerja petani di bidang pertanian menunjukkan bahwa lama kerja paling banyak berada pada rentang 21 – 30 tahun yaitu 23 responden (48,9). Menurut penelitian yang dilakukan Zulfania menyebutkan bahwa rata – rata petani memiliki masa kerja 17 tahun, paling sedikit 2 tahun, dan paling lama 48 tahun¹³. Pada penelitian ini masa kerja petani terbanyak petani pada rentang 21 – 30 tahun, hal ini menggambarkan bahwa responden pada penelitian ini memiliki masa kerja yang cukup lama.

Berdasarkan hasil survei lama paparan petani dalam jam/bulan menunjukkan bahwa rata – rata responden mendapat paparan pestisida selama ≥ 30 jam/bulan, yaitu sebanyak 32 responden (68,09%). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Zulfania, paparan pestisida pada petani dibagi menjadi 2 kelompok besar yaitu kelompok paparan tinggi (≥ 30 jam/bulan) dan kelompok paparan rendah (≤ 30 jam/bulan)¹³. Hal ini menggambarkan bahwa

responden pada penelitian ini terpapar pestisida dengan paparan tinggi.

Hasil survei kebiasaan makan kerang laut pada responden penelitian ini menunjukkan bahwa rata – rata responden tidak pernah makan kerang laut, yaitu sebanyak 28 responden (59,58%). Hal tersebut dikarenakan letak topografi Kota Batu berada pada wilayah pegunungan dan perbukitan³¹, sehingga makanan jenis kerang laut sulit didapatkan. Penelitian yang dilakukan oleh Muhajir melaporkan bahwa kerang darah (jenis kerang laut) di beberapa pasar Kota Malang memiliki konsentrasi logam Cd sebesar 1,0285 ppm – 2,1055 ppm, sedangkan ambang batas ILO/WHO (1992) kerang darah adalah 0,1 ppm¹⁹. Hal tersebut menggambarkan bahwa paparan kadmium dari kebiasaan makan kerang laut pada responden penelitian ini adalah rendah.

Berdasarkan hasil survei tentang kebersihan makanan dengan melihat pencucian bahan makanan (sayur) sebelum dimasak menunjukkan bahwa rata – rata responden melakukan pencucian sayur sebelum dimasak sangat sering yaitu sebanyak 41 responden (87,2%) dan sisanya yaitu sebanyak 6 responden (12,8%) melakukan pencucian sayur sebelum dimasak hanya sering saja. Makanan yang dikonsumsi seseorang harus memenuhi beberapa syarat, diantaranya makanan harus higienis, sehat, dan aman yaitu bebas dari cemaran fisik kimia maupun bakteri dan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memenuhi syarat tersebut dengan cara mencuci bahan makanan sebelum mengolahnya¹⁴. Dari hasil survei tersebut menggambarkan bahwa responden penelitian ini memiliki tingkat kebersihan yang baik.

Hasil survei frekuensi merokok pada petani menunjukkan bahwa frekuensi merokok terbanyak berada pada frekuensi merokok >31 batang/hari yaitu sebanyak 23 responden (48,9). Menurut penelitian sebelumnya, perokok dapat dibagi menjadi 4 golongan (tergantung jumlah rokok yang dikonsumsi), yaitu orang tidak merokok, merokok ringan (10 – 21 batang/hari), perokok sedang (21 – 30 batang/hari), dan perokok berat (>30 batang/hari)¹⁵. Pada penelitian ini frekuensi merokok terbanyak yaitu >30 batang/hari, hasil ini menggambarkan bahwa responden pada penelitian ini adalah seorang perokok berat.

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebiasaan Makan terhadap Tekanan Darah dan Frekuensi Nadi

Hasil uji statistik faktor paparan pestisida, faktor kebiasaan makan, dan interaksi antara faktor paparan pestisida dan kebiasaan makan terhadap tekanan darah (sistolik dan diastolik) menunjukkan hasil terdapat perbedaan rata-rata yang tidak signifikan ($p>0,05$) antar kelompok paparan. Rata – rata tekanan darah sistolik tertinggi pada kelompok paparan tinggi dan kebiasaan makan rendah (P2K1) yaitu 149,000 mmHg, begitu pula pada tekanan darah diastolik rata – rata tertinggi pada kelompok

paparan tinggi dan kebiasaan makan rendah (P2K1) yaitu 95,500 mmHg. Dari hasil rata – rata tekanan darah (sistolik dan diastolik) tersebut diketahui bahwa keduanya mengalami peningkatan, karena menurut JNC8 nilai normal tekanan darah yaitu sistolik <120 mmHg dan/atau diastolik <80 mmHg¹⁶. Peningkatan tekanan darah tersebut dipengaruhi oleh paparan yang tinggi, sedangkan kebiasaan makan yang tidak berpengaruh terhadap peningkatan tekanan darah.

Hasil uji statistik pada interaksi antara faktor paparan pestisida dan kebiasaan makan terhadap frekuensi nadi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan ($p<0,05$), kemudian setelah dilakukan uji BNT didapatkan hasil bahwa rata-rata angka nadi terendah pada kelompok paparan P2K2, yaitu 67,667 x/menit berbeda signifikan dengan kelompok P2K1. Hal ini menunjukkan bahwa paparan pestisida yang tinggi dan kebiasaan makan yang tinggi berpengaruh terhadap penurunan frekuensi nadi.

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa lama paparan pestisida yang memiliki rata – rata ≥ 30 jam/bulan menunjukkan bahwa berpengaruh terhadap peningkatan kadar kadmium plasma darah, meskipun tidak signifikan dalam setiap kelompok paparan¹⁷. Hal lain yang diduga dapat meningkatkan kadar kadmium dalam darah yaitu pola kebiasaan makan, karena beberapa makanan dilaporkan tercemar oleh kadmium sehingga apabila makanan itu dimakan oleh manusia, maka kadmium juga akan ikut masuk kedalam tubuh manusia⁴. Beberapa bahan makanan yang tercemar oleh kadmium diantaranya bahan masakan tradisional utama yaitu bawang merah⁵ dan kerang – kerangan¹⁸.

Terdapatnya kadmium dalam tanaman dipengaruhi oleh tercemarnya tanah oleh kadmium. Pencemaran tanah oleh kadmium utamanya disumbang oleh penggunaan pestisida secara terus menerus dan dalam jumlah yang besar⁴. Kemudian logam berat (Cd) yang ada ditanah akan diserap oleh tanaman dan akan terakumulasi pada setiap bagian tanaman²⁰. Kondisi tersebut yang menyebabkan banyak sayur dan buah – buahan terkontaminasi kadmium⁴. Selain itu, penyemprotan pestisida yang dilakukan oleh petani juga akan berdampak pada masuknya kadmium melalui pernapasan dan kulit, kondisi ini juga akan menambah akumulasi kadmium dalam tubuh²¹. Akumulasi kadmium dalam tubuh inilah yang akan berdampak pada peningkatan tekanan darah dan penurunan frekuensi nadi, karena kadmium akan memicu timbulnya stres oksidatif dalam tubuh dan stres oksidatif ini akan berdampak pada pembuluh darah dan jantung⁹.

Namun, hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa paparan pestisida dan kebiasaan makan tidak memiliki rata – rata yang tidak signifikan ($p>0,05$) antar kelompok paparan terhadap tekanan darah. Hal ini diduga karena kesalahan dalam pengukuran tekanan darah yang dilakukan tidak setelah petani terkena paparan pada tanaman dan waktu pemeriksaan tekanan darah yang dilakukan pada

malam hari. Studi kasus yang dilakukan oleh *Departement of Health and Human Exposure* menyebutkan bahwa kadmium memiliki efek akut yang muncul beberapa jam setelah paparan yaitu berupa sesak nafas, malaise, dan hipertensi karena efek akut²⁹, sedangkan penelitian ini tidak dilakukan setelah petani terkena paparan.

Guyton and Hall menyebutkan bahwa aktivitas saraf simpatis pada malam hari cenderung menurun. Penurunan saraf simpatis ini akan menyebabkan neurotransmitter epinefrin yang memiliki jumlah dominan. Neurotransmitter ini menyebabkan vasodilatasi pembuluh darah, sehingga tekanan darah menurun³⁰.

Rata – rata angka nadi terendah terletak pada kelompok paparan P2K2 dan berbeda signifikan dengan kelompok P2K1 kelompok, hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa kadmium dapat menurunkan denyut jantung dengan cara memblokir kanal Ca^{2+} ¹¹. Tingginya kadmium dalam darah dipengaruhi oleh lama paparan pestisida dan pola kebiasaan makan makanan yang terkontaminasi oleh kadmium, diantaranya kerang – kerangan¹⁸, bawang merah, dan sayur serta buah – buahan⁴.

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebersihan Makanan terhadap Tekanan Darah dan Frekuensi Nadi

Hasil uji statistik menggunakan faktorial anova pada paparan pestisida, faktor kebersihan makan, dan interaksi antara faktor paparan pestisida dan kebiasaan kebersihan makanan terhadap tekanan darah dan frekuensi nadi menunjukkan rata-rata yang tidak signifikan ($p > 0,05$) antar kelompok paparan. Pada tekanan darah sistolik dan diastolik rata-rata tertinggi pada kelompok paparan rendah dan kebersihan makan rendah (P1K1), yaitu 146,885 mmHg untuk sistolik dan 93,462 mmHg untuk diastolik. Meskipun tidak signifikan, dilihat dari rata – rata sistolik dan diastolik tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan tekanan darah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan tekanan darah dipengaruhi oleh kebiasaan kebersihan makanan yang rendah. Sedangkan pada frekuensi nadi rata – rata terendah pada kelompok paparan tinggi dan kebersihan makan tinggi (P2K2) yaitu 65,500 mmHg, sehingga dapat diketahui bahwa penurunan frekuensi nadi disebabkan oleh pengaruh paparan pestisida yang tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Qomariyah menyebutkan bahwa petani dengan paparan pestisida rendah (≤ 30 jam / bulan) memiliki kadar kadmium yang sedikit meningkat, yaitu 30,2 $\mu\text{g/L}$, sedangkan pada paparan pestisida tinggi (≥ 30 jam/bulan) memiliki kadar kadmium yang sangat tinggi, yaitu 833,6 $\mu\text{g/L}$ ¹⁷. Peningkatan kadar kadmium dalam darah selain berasal dari paparan pestisida, juga dapat dipengaruhi oleh kebiasaan kebersihan buruk yang dilakukan oleh petani. Kebiasaan kebersihan buruk yang dilakukan oleh

petani diantaranya tidak mencuci tangan sebelum makan setelah melakukan penyemprotan pestisida, dan tidak mencuci sayur atau buah – buahan sebelum dikonsumsi¹⁷. Peningkatan kadar kadmium dalam darah ini selanjutnya akan menyebabkan berbagai masalah kesehatan, salah satu masalah kesehatan berada pada pembuluh darah dan jantung¹⁰. Salah satu tanda adanya masalah pada pembuluh darah dan jantung yaitu peningkatan tekanan darah atau hipertensi²² dan penurunan detak jantung yang dapat diukur melalui nadi, hal ini disebabkan karena adanya blokade dari kanal Ca^{2+} ¹¹.

Hasil yang tidak signifikan ini ($p > 0,05$) dapat disebabkan oleh kesalahan dalam waktu pengukuran tekanan darah dan frekuensi nadi yang dilakukan tidak segera setelah petani terpapar oleh kadmium dan waktu pengukuran tekanan darah dan frekuensi nadi yang dilakukan pada malam hari. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bakhtmet yaitu pemberian kadmium sebanyak 100 dan 500 $\mu\text{g/L}$ pada kerang *Mytilus edulis* tidak signifikan ($p > 0,05$) dalam menurunkan *heart rate*²³, hal ini sesuai dengan penelitian ini yaitu paparan pestisida yang tinggi tidak mampu menurunkan frekuensi nadi secara signifikan.

Pengaruh Lama Paparan Pestisida dan Kebiasaan Merokok terhadap Tekanan Darah dan Frekuensi Nadi

Uji statistik pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa faktor paparan pestisida, faktor kebiasaan merokok, dan interaksi antara faktor paparan pestisida dan kebiasaan merokok terhadap tekanan darah (sistolik dan diastolik) terdapat perbedaan rata-rata yang tidak signifikan ($p > 0,05$). Nilai rata – rata sistolik tertinggi yaitu pada kelompok paparan paparan pestisida rendah dan kebiasaan merokok tinggi (P1M3) yaitu 149,100 mmHg, sedangkan rata – rata diastolik tertinggi pada kelompok paparan pestisida rendah dan kebiasaan merokok rendah. Dari hasil tersebut diketahui bahwa paparan pestisida dan kebiasaan merokok tidak berpengaruh terhadap peningkatan tekanan darah.

Hasil uji statistik faktor paparan pestisida, faktor kebiasaan merokok, dan interaksi antara faktor paparan pestisida dan kebiasaan merokok terhadap frekuensi nadi menunjukkan rata – rata yang signifikan ($p < 0,05$) dan setelah dilakukan uji BNT didapatkan hasil bahwa kelompok paparan P2M1 berbeda signifikan ($p < 0,05$) dengan kelompok paparan P1M3 dan P2M2. Hal ini menunjukkan bahwa yang berpengaruh terhadap penurunan frekuensi nadi adalah paparan pestisida yang tinggi.

Sumber utama kadmium pada orang yang merokok adalah dari rokok tersebut, karena salah satu kandungan rokok adalah kadmium. Rata – rata rokok mengandung kadmium antara 1000 – 3000 $\mu\text{g/kg}$ ²⁴. Pada penelitian ini paparan kadmium berasal dari lama paparan pestisida karena menggunakan responden yang aktif menyemprot pestisida dan memiliki pola kebiasaan merokok. Penelitian yang dilakukan oleh Qomariyah

menyebutkan bahwa kadar kadmium pada petani yang terpapar pestisida 5 – 10 jam/hari mengalami peningkatan¹⁷, namun peningkatan kadmium ini juga sangat dipengaruhi oleh kebiasaan buruk lainnya, seperti merokok²⁵. Kadar normal konsumsi kadmium perhari adalah 0.003 ppm, sedangkan dalam rokok filter maupun rokok kretek (dalam berbagai merk dagang) kandungan kadmium perbatang sekitar 0,4 – 0,8 ppm. Nilai tersebut melebihi kadar konsumsi yang tidak aman²⁷. Pada penelitian ini tidak mengelompokkan jenis atau merek rokok yang dikonsumsi oleh responden, sedangkan menurut Afiati setiap jenis atau merk rokok memiliki kadar kadmium yang berbeda¹⁵. Hal inilah salah satu penyebab hasil yang tidak signifikan pada penelitian ini.

Di dalam sirkulasi pembuluh darah, kadmium dapat menyebabkan peningkatan stress oksidatif yang dapat memicu inflamasi dan penurunan bioavailabilitas NO di pembuluh darah⁹. Kedua hal inilah yang nantinya akan memicu disfungsi endotel kemudian terjadilah hipertensi²¹. Peningkatan tekanan darah salah satunya dapat ditandai dengan peningkatan tekanan darah sistolik dan/atau diastolik¹⁶.

Menurut penelitian sebelumnya, adanya kadmium dalam tubuh dapat menyebabkan penurunan detak jantung (*heart rate*) dengan memblokir kanal Ca^{2+} ¹¹ yang dalam penelitian ini diukur melalui denyut nadi. Penelitian tersebut sesuai dengan hasil pada penelitian ini yang menunjukkan bahwa kelompok P2M1 berbeda signifikan ($p < 0,05$) dengan kelompok P1M3 dan P2M2, yaitu kelompok P2M1 memiliki rata – rata nadi lebih rendah dari kelompok P1M3. Yang lebih berpengaruh terhadap penurunan nadi pada P2M1 karena adanya lama paparan kadmium yang tinggi, sedangkan pada P1M3 yang lebih berpengaruh terhadap penurunan nadi adalah kebiasaan merokok yang tinggi. Kelompok P1M3 memiliki rata – rata nadi yang lebih rendah dari P2M2, hal ini menunjukkan bahwa adanya lama paparan pestisida tinggi (≥ 30 jam/bulan) dan kebiasaan merokok sedang (21 – 30 batang/hari) tidak selalu dapat menurunkan nadi.

KESIMPULAN

Paparan kadmium pada pestisida dan pola kebiasaan (kebiasaan makan, kebersihan makanan, dan kebiasaan merokok) tidak berpengaruh secara signifikan dalam meningkatkan tekanan darah, meskipun terdapat kecenderungan peningkatan tekanan darah (sistolik dan diastolik) setiap kelompok paparan pada setiap interaksi antara lama paparan pestisida dan pola kebiasaan.

Paparan kadmium pada pestisida dan pola kebiasaan makan dan kebiasaan merokok memiliki pengaruh dalam menurunkan frekuensi nadi, meskipun masih dalam *range* yang normal namun angka nadi yang diukur cenderung menurun. Sedangkan, hasil penelitian pengaruh paparan kadmium pada pestisida dan pola kebiasaan

kebersihan makanan tidak berpengaruh terhadap penurunan frekuensi nadi

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai paparan kadmium pada pola kebiasaan merokok dengan melihat jenis dan rokok yang dikonsumsi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengukur tekanan darah dan frekuensi nadi segera setelah terkena paparan kadmium.
3. Perlu ketelitian dan kehati-hatian dalam pengukuran tekanan darah dan frekuensi nadi, supaya tidak terjadi kesalahan teknis sehingga menyebabkan hasil yang tidak valid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada IOM (Ikatan Orang Tua Mahasiswa) dan Fakultas Kedokteran Unisma yang telah mendanai penelitian ini, dosen pembimbing, dan teman – teman kelompok yang telah membantu jalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tunjung. *Analisis Efisiensi Pengelolaan Persediaan Bahan Baku Kedelai Pada Perusahaan Kecap Pt. Lombok Gandaria Food Industry Palur Karanganyar*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 2010.
2. Badan Statistik Kota Batu. *Statistik Daerah Kota Batu*. Batu. Hal 17-18. 2016.
3. Badan Statistik Kota Batu. *Statistik Daerah Kota Batu*. Batu. Hal 12-13. 2013.
4. Widaningrum, dkk. *Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian. Vol 3. Hal 17-27. 2007.
5. Wismarningsih, E.R dan Oktaviasari, D.I. *Identifikasi Jenis Pestisida Dan Penggunaan Apd Pada Petani Penyemprot Di Kecamatan Ngantru Kabupaten Tulungagung*. Jurnal Wiyata. Vol 3. No 1. Hal 101. 2016.
6. Derek, R. R., Manginsela, E. P, dan L.S Benu. 2016. *Strategi Hidup Masyarakat Petani Di Kelurahan Pandu, Kecamatan Bunaken, Kota Manado. Agri-Sosioekonomi Unsrat*. Vol 12. No 2A. Hal 91-106
7. Pangesti, P. N. *Pola Kekuatan dan Strategi Bertahan Masyarakat Petani di Sendangrejo, Minggir, Sleman*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Hal 1-5. 2015.
8. Dewa, R, Hadinoto, S, dan Torry, F. 2015. *Analisa Kandungan Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Air Minum Dalam Kemasan di Kota Ambon*. Majalah Biam. Vol 11. No 2. Hal 76-82. 2015.
9. Pamungkas, O.S. *Bahaya Paparan Pestisida terhadap Kesehatan Manusia*. Magister Promosi Kesehatan Universitas Diponegoro Semarang. Bioedukasi Vol. XIV No. 1 April 2016. 2016
10. Solenkova, N.V., dkk. *Pollutants and Cardiovascular disease: Mechanisms and Consequences of Exposure*. Columbia

- University Division of Cardiology. Published by Elsevier. 2014.
11. Mohammed dkk. Electrophysiological protective and therapeutic efficacy of resveratrol against cadmium chloride: An *in vitro* study. *Proc. 7th Int. Con. Biol. Sci. (Zool)*. Hal 24-37. 2012.
 12. Vahter M., Agneta A., Carola L., *et al.* Gender Differences in The Disposition and Toxicity of Metals. Vol. 104. Issue 1. P 85-95. 2007.
 13. Zulfania, K.D, *et al.* Hubungan Riwayat Paparan Pestisida Dengan Tekanan Darah pada Petani Penyemprot di Desa Sumberejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 5. No 3. 2017
 14. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tentang Higiene dan Sanitasi Jasa Boga. Nomor 1096/MENKES/PER/VI/2011. 2011
 15. Afianti, N.S. Survei Perokok dan Kondisi Kesehatan Perokok di Wilayah Rural (Desa Cilebut Barat Kabupaten Bogor) dan Urban (Kelurahan Kalibata Kota Jakarta Selatan) Tahun 2015. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta: Jakarta. 2015.
 16. Continuing Education. 2015. Hipertension: The Silent killer: Update JNC-8 Guideline Recommendations. www.APARX.org
 17. Qomariyah, S, dkk. Pengaruh Paparan Pestisida terhadap Kadar Kadmium pada Sampel Darah Petani di Dusun Cangar Desa Bulukerto Kecamatan Bumi Aji Kota Batu. Universitas Islam Malang: Malang. 2018.
 18. Riani dkk. Bioakumulasi Logam Berat Kadmium dan Timbal pada Kerang Kapak – Kapak di Kepulauan Seribu. *JPHPI*. Vol 20. No 1. Hal 131-142. 2017.
 19. Muhajir, A. Studi Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Kerang Darah (Anadara Granosa) Dari Beberapa Pasar Kota Malang. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. 2009.
 20. Oktavia N.D., dkk. Penggunaan Pestisida dan Kandungan Residu pada Tanah dan Buah Semangka. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa. Jember: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember. 2015
 21. Bernhoft, R.A. Cadmium Toxicity and Treatment. Bernhoft Centers for Advanced Medicine, 11677 San Vicente Blvd, Suite 208/211, Los Angeles, CA 93023, USA. Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal Volume 2013, Article ID 394652, page 7. 2013.
 22. Manembu, M., Rumampuk, J., dan Danes, V. R. Pengaruh Posisi Duduk dan Berdiri terhadap Tekanan Darah Sistolik dan Diastolik pada Pegawai Negeri Sipil Kabupaten Minahasa Utara. *e-Biomedik*. Vol 3. No 3. Hal 814-820. 2015.
 23. Bakhmet, *et al.* Effect of Copper and Cadmium Ions on Heart Function and Calpain Activity in Blue Mussel *Mytilus Edulis*. *Journal of Environmental Science and Health, Part A* (2012) 47, 1528–1535. 2013.
 24. Ashraf, M.W. Concentrations Of Cadmium And Lead In Different Cigarette Brands And Human Exposure To These Metals Via Smoking. *Journal of Arts, Science & Commerce*, E-ISSN 2229-4686, ISSN 2231-4172. Prince Mohammad Bin Fahd University. 2011.
 25. Li, H., *et al.* Associations Between Blood Cadmium Levels and Cognitive Functions in a Cross Sectional Study of US Adults Aged 60 years or Older. *BMJ Open* 2018. 2018
 26. Riskesdas. Laporan Nasional Riskesdas 2013. <http://litbag.depkes.go.id>. 2013.
 27. Guntarti, A. 2015. Bahaya Kadmium dalam Asap Rokok. *Health*. Minggu 25 Januari 2015. Hal 10
 28. Putri, E. 2017. Pengaruh Dekokta Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Kadar Serum Oksaloasetat Transaminase (SGOT) dan Serum Glutamat Piruvat Transaminase (SGPT) Tikus Wistar Jantan Dengan Induksi Oral cadmium Klorida (CdCl₂) Subkronis Dosis Rendah. Universitas Islam Malang. Malang. Hal 7-15
 29. Departement of Health and Human Services. Case Study in Environmental Medicine: Cadmium Toxicity. Public Health Service. Page 11. 1990
 30. Guyton and Hall. 2014. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 12. Elsevier. Hal. 260
 31. Dinas Kesehatan Kota Batu. 2014. Profil Kesehatan Kota Batu 2014. Kota Batu. Hal 18-19