

Artikel Penelitian

Perbandingan Perkembangan Karakteristik Seks Sekunder pada Siswa Laki-laki Berdasar Tingkat Paparan Pestisida di SMPN 8 Jember dan SMPN 1 Wuluhan

Nadia N. Fadhila,¹ Muhammad I. Narwanto^{2*}

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Jember, Jember, Indonesia

²Laboratorium Anatomi Fakultas Kedokteran, Universitas Jember, Jember, Indonesia

*Penulis korespondensi: muhammadnarwanto@unej.ac.id

Diterima 29 Oktober 2025; Disetujui 21 Mei 2026

<https://doi.org/10.23886/ejki.14.1256.1>

Abstrak

Pestisida tergolong sebagai *endocrine disrupting chemicals* dapat mengganggu kerja hormon dan menyebabkan gangguan perkembangan karakteristik seks sekunder pada remaja laki-laki. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan perkembangan karakteristik seks sekunder pada siswa laki-laki akibat paparan pestisida di SMPN 8 Jember dan SMPN 1 Wuluhan. Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Populasi dari penelitian ini adalah siswa laki-laki di dua sekolah dengan jumlah sampel sebesar 60 yang diambil dengan teknik *purposive sampling*, 30 sampel termasuk kelompok paparan pestisida rendah dan 30 sampel termasuk kelompok paparan pestisida tinggi, dan dilakukan pada September 2024 – February 2025. Penelitian ini menggunakan kuesioner untuk mengumpulkan data mengenai paparan pestisida dan perkembangan karakteristik seks sekunder remaja laki-laki. Analisis data menggunakan uji *Mann-Whitney*. Hasil penelitian menunjukkan karakteristik sekunder pada siswa sekolah dengan paparan pestisida tinggi yaitu perkembangan genital 60% pada tahap 4, perkembangan rambut pubis 47% pada tahap 4, status pubertas 63% pada tahap *midpubertal*, sedangkan pada sekolah dengan paparan rendah adalah perkembangan genital 36% pada tahap 4, perkembangan rambut pubis 60% pada tahap 3, status pubertas 53% pada tahap *earlypubertal*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat perbedaan perkembangan karakteristik seks sekunder pada siswa laki-laki akibat paparan pestisida di SMPN 8 Jember dan SMPN 1 Wuluhan.

Kata kunci: pestisida, remaja, karakteristik seks.

A Comparative on the Development of Secondary Sexual Characteristics in Male Adolescents Base on the Level of Pesticides Exposure at SMPN 8 Jember and SMPN 1 Wuluhan

Abstract

Pesticides, as an *endocrine-disrupting chemical*, can interfere with hormone functions and cause disturbances in the development of secondary sexual characteristics in male adolescents. This study aims to investigate whether there are differences in the development of secondary sexual characteristics in male students due to pesticide exposure at SMPN 8 Jember and SMPN 1 Wuluhan. This *cross-sectional* study was conducted on 60 male students, 30 in the low pesticide exposure group and 30 in the high pesticide exposure group, at two schools, and in September 2024 – February 2025. The level of pesticide exposure and the development of secondary sexual characteristics in male adolescents were measured using three questionnaires. *Mann-Whitney* test was used to assess the differences between low and high pesticide exposure groups. The results showed that secondary sexual characteristics among students in schools with high pesticide exposure were as follows: genital development was 60% at stage 4, pubic hair development was 47% at stage 4, and pubertal status was 63% in the *midpubertal* stage. Meanwhile, in schools with low pesticide exposure, genital development was 36% at stage 4, pubic hair development was 60% at stage 3, and pubertal status was 53% in the *early pubertal* stage. It is concluded that there are differences in the development of secondary sexual characteristics in male students due to pesticide exposure at SMPN 8 Jember and SMPN 1 Wuluhan.

Keywords: adolescent, pesticide, sexual characteristic.

Pendahuluan

Pestisida utamanya digunakan dalam kegiatan pertanian untuk mencegah hama dan penyakit yang dapat merusak tanaman, selain itu pestisida juga sering digunakan dalam rumah tangga sebagai antiserangga. Pestisida dapat memberikan dampak buruk terhadap tubuh manusia, salah satu dampak yang ditimbulkan berkaitan dengan sistem reproduksi.¹ Pestisida tergolong sebagai *endocrine disrupting chemicals* (EDCs). Zat-zat ini dapat meniru, menghalangi, atau mengganggu kemampuan hormon untuk bekerja secara normal, sehingga pertumbuhan dan perkembangan dapat terganggu.²

Pertumbuhan dan perkembangan pada fase remaja awalnya ditandai dengan pubertas. Umumnya pubertas pada remaja laki-laki terjadi di usia 13 tahun.³ Perkembangan karakteristik seks sekunder merupakan salah satu tanda dimulainya pubertas. Perkembangan karakteristik seks sekunder pada remaja laki-laki dapat terlihat dari penis memanjang dan melebar, skrotum menjadi gelap dan berlipat, suara menjadi berat, muncul janggut, rambut tubuh di ketiak, tumbuh rambut pubis, serta meningkatnya sekresi kelenjar sebacea yang memicu timbul jerawat.⁴

Kabupaten Jember memiliki aktivitas pertanian yang tinggi, khususnya pada Kecamatan Wuluhan yang memiliki jumlah petani tertinggi, sehingga hal tersebut menjadi faktor risiko dari tingginya paparan pestisida. Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Wuluhan terletak di Kecamatan Wuluhan dan lokasinya berada di antara lahan pertanian, sehingga siswa sekolah tersebut memiliki risiko paparan pestisida yang lebih tinggi. Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 8 Jember terletak daerah perkotaan yaitu di Kecamatan Kaliwates. Masih terbatasnya penelitian tentang paparan pestisida dan perkembangan seks sekunder remaja di Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat paparan pestisida dan perkembangan karakteristik seks sekunder pada remaja laki-laki di SMPN 8 Jember dan SMPN 1 Wuluhan dan perbandingan perkembangan karakteristik seks sekunder pada remaja laki-laki akibat paparan pestisida.

Metode

Jenis penelitian ini merupakan observasional analitik dengan desain penelitian cross sectional. Pengambilan data paparan pestisida dan perkembangan karakteristik seks sekunder remaja laki-laki dilakukan pada bulan September 2024 sampai Februari 2025. Populasi pada penelitian ini adalah siswa laki-laki di SMPN 8 Jember dan SMPN 1 Wuluhan. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Sampel pada penelitian ini diambil dari siswa laki-laki yang memenuhi kriteria. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah siswa yang bersedia menjadi subjek penelitian dan mendapat persetujuan orang tua, dan berusia 14–16 tahun. Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah siswa yang mengisi “tidak tahu” pada salah satu atau lebih pertanyaan di kuesioner *pubertal development scale* (PDS) dan/atau siswa dengan IMT lebih dari atau sama dengan 25. Sampel yang dibagi berdasar kategori, memiliki jumlah sampel minimal sebesar 30 sampel untuk setiap kategori.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah paparan pestisida. Paparan diukur dengan kuesioner yang disusun berdasar rute paparan pada remaja. Nilai kuesioner terendah adalah 0 dan tertinggi adalah 13, dengan nilai *cut off point* yaitu 6,5. Dikategorikan sebagai paparan rendah jika nilai dibawah *cut off point* dan paparan tinggi jika diatas nilai *cut off point*. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah perkembangan karakteristik seks sekunder remaja laki-laki, meliputi perkembangan genital, perkembangan rambut pubis, dan perkembangan status pubertas. Perkembangan genital dan rambut pubis diukur dengan kuesioner *tanner stage*. Status pubertas dilihat dari suara menjadi berat, muncul janggut, serta muncul rambut tubuh di ketiak. Status pubertas diukur dengan kuesioner PDS. Uji validitas kuesioner paparan pestisida dilakukan pada tiga puluh remaja laki-laki dengan taraf signifikan sebesar 5%, sehingga nilai *r* tabel sebesar 0,361. Uji validitas kuesioner PDS dilakukan pada tiga puluh remaja laki-laki dengan taraf signifikan sebesar 5%, sehingga nilai *r* tabel sebesar 0,361. Berdasarkan hasil uji reliabilitas, kuesioner paparan pestisida dapat dinyatakan reliabel karena nilai *Cronbach's Alpha* sebesar

0,619. Berdasarkan hasil uji reliabilitas, kuesioner PDS dapat dinyatakan reliabel karena nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,706. Analisis statistik perbandingan perkembangan karakteristik seks sekunder menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov, dengan nilai $p < 0,05$. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik penelitian dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Jember dengan nomor protokol 0472/UN25.1.10.2/KE/2025.

Hasil

Sampel pada penelitian ini berjumlah 60 dengan jumlah 30 siswa di setiap sekolah tersebut, tepatnya 30 siswa dari SMPN 8 Jember dan 30 siswa dari SMPN 1 Wuluhan. Sampel berada pada rentang usia 14-16 tahun. Mayoritas sampel berusia 14 tahun sebanyak 45 siswa (75%). Perkembangan karakteristik seks sekunder remaja laki-laki di SMPN 8 Jember dan SMPN 1 Wuluhan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perkembangan Karakteristik Seks Sekunder Siswa Laki-laki (n=60)

Karakteristik	Frekuensi	Persentase
Perkembangan genital		
Tahap 1	1	1,7
Tahap 2	8	13,3
Tahap 3	16	26,7
Tahap 4	29	48,3
Tahap 5	6	10
Perkembangan rambut pubis		
Tahap 1	1	1,7
Tahap 2	11	18,3
Tahap 3	29	48,3
Tahap 4	17	28,3
Tahap 5	2	3,3
Status pubertas		
<i>Prepubertal</i>	1	1,7
<i>Early pubertal</i>	22	36,7
<i>Midpubertal</i>	32	53,3
<i>Late pubertal</i>	5	8,3
<i>Postpubertal</i>	0	0

Perkembangan karakteristik seks sekunder siswa laki-laki pada penelitian ini diukur menggunakan kuesioner *tanner stage* yang berisi perkembangan genital dan perkembangan rambut pubis, serta kuesioner *pubertal development scale* yang berisi status pubertas. Berdasarkan hasil pengisian kuesioner dari kedua sekolah Adalah perkembangan genital mayoritas sampel berada pada tahap 4 yaitu sebanyak 29 sampel (48,3%). Perkembangan rambut pubis dengan frekuensi terbesar berada pada tahap 3 yaitu sebanyak 29 sampel (48,3%). Sebagian besar status pubertas sampel berada pada tahap *midpubertal* yaitu sebanyak 32 sampel (53,3%).

Berdasarkan hasil penelitian mengenai paparan pestisida, diketahui adanya perbedaan yang cukup jelas antara SMPN 8 Jember dan SMPN 1 Wuluhan. Dari total 30 sampel di SMPN 8 Jember, sebagian besar siswa termasuk dalam

kelompok paparan rendah, yaitu sebanyak 23 orang, sedangkan hanya 7 siswa yang mengalami paparan tinggi. Sebaliknya, dari total 30 sampel di SMPN 1 Wuluhan, mayoritas siswa justru berada pada kelompok paparan tinggi, dengan jumlah 23 orang, sementara hanya 7 siswa yang masuk kategori paparan rendah.

Distribusi perkembangan karakteristik seks sekunder berdasarkan lokasi sekolah memperlihatkan pola yang berbeda. Pada kelompok paparan tinggi, perkembangan genital mayoritas berada di tahap 4 (18 sampel), sedangkan pada kelompok paparan rendah mayoritas di tahap 4 juga (11 sampel). Perkembangan rambut pubis pada kelompok paparan tinggi dominan di tahap 4 (14 sampel), sementara pada kelompok paparan rendah dominan di tahap 3 (18 sampel). Status pubertas pada kelompok paparan tinggi mayoritas berada

di tahap *early pubertal* (16 sampel), sedangkan pada kelompok paparan rendah mayoritas berada di tahap *midpubertal* (19 sampel). Perbandingan perkembangan karakteristik seks sekunder berdasarkan tingkat paparan pestisida diuji

menggunakan uji Mann-Whitney (Tabel 2). Hasil uji menunjukkan perbedaan yang signifikan pada perkembangan genital ($p=0,001$), perkembangan rambut pubis ($p=0,015$), dan status pubertas ($p=0,007$).

Tabel 2. Distribusi Perkembangan Karakteristik Seks Sekunder Berdasarkan Lokasi Sekolah

Karakteristik Seks Sekunder	SMPN 1 Wuluhan (n=30)	SMPN 8 Jember (n=30)	p
Perkembangan genital			
Tahap 1	0	1	0,001*
Tahap 2	1	7	
Tahap 3	6	10	
Tahap 4	18	11	
Tahap 5	5	1	
Perkembangan rambut pubis			
Tahap 1	0	1	0,015*
Tahap 2	3	8	
Tahap 3	11	18	
Tahap 4	14	3	
Tahap 5	2	0	
Status pubertas			
<i>Prepubertal</i>	0	1	0,007*
<i>Early pubertal</i>	6	16	
<i>Midpubertal</i>	19	13	
<i>Late pubertal</i>	5	0	
<i>Postpubertal</i>	0	0	

* Signifikan $p<0,05$

Diskusi

Karakteristik paparan pestisida pada siswa laki-laki di SMPN 8 Jember, yang terletak di area perkotaan, mayoritas termasuk paparan rendah. Karakteristik paparan pestisida pada siswa laki-laki di SMPN 1 Wuluhan, yang terletak di tengah area pedesaan dan pertanian, mayoritas termasuk paparan tinggi. Hasil analisis perbandingan perkembangan karakteristik seks sekunder menunjukkan bahwa siswa laki-laki pada sekolah pedesaan mengalami perkembangan genital, rambut pubis, dan status pubertas yang lebih lambat dibandingkan siswa laki-laki pada sekolah perkotaan. Paparan pestisida pada remaja laki-laki meningkatkan risiko perkembangan karakteristik seks sekunder yang lebih lambat. Hasil ini sesuai dengan penelitian di Spanyol yang menyatakan pestisida berhubungan dengan perkembangan genital dan rambut pubis yang terlambat.⁵ Temuan tersebut juga sejalan dengan penelitian di Rusia yang

menyatakan paparan pestisida berhubungan dengan onset perkembangan genital dan rambut pubis yang lebih lama.⁶

Pestisida dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui kulit, mulut, mata, atau pernapasan. Pestisida didistribusikan ke seluruh tubuh melalui aliran darah dan dapat meniru hormon atau menghambat ikatan hormon ke reseptor yang akan mengganggu kerja hormon. Paparan pestisida pada remaja dapat memberikan efek antagonis androgen yang akan berpengaruh kepada hormon androgen.⁷ Efek antagonis androgen pestisida yakni melalui penekanan steroidogenesis testis dan blokade pada reseptor androgen.⁸

Pestisida dapat menghambat aktivitas enzim *5 alpha reductase* yang berperan dalam mengubah testosteron menjadi dihidrotestosteron (DHT) agar selanjutnya dapat berikatan dengan reseptor androgen. Hambatan ini dapat menurunkan kadar DHT yang sangat diperlukan

dalam perkembangan genital, prostat, rambut wajah, dan rambut tubuh laki-laki.⁹ Sintesis testosteron dapat dihambat oleh beberapa pestisida.¹⁰ Hambatan ini melalui penurunan aktivitas enzim antioksidan yang menyebabkan pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) meningkat. ROS dapat menyebabkan peroksidasi lipid dan kerusakan DNA, yang menghambat aktivitas sel leydig, sehingga menurunkan sintesis testosteron.¹¹ Hal ini sejalan dengan penelitian di Algeria yang menyebutkan bahwa paparan pestisida menurunkan kadar testosteron.¹² Mekanisme-mekanisme di atas berisiko menyebabkan penurunan kadar androgen atau testosteron yang dapat bermanifestasi sebagai perkembangan seksual yang terlambat.¹³

Perkembangan karakteristik seks sekunder yang lebih lambat pada remaja laki-laki dapat menyebabkan gangguan psikososial seperti kurangnya kepercayaan diri, peningkatan risiko depresi, dan kurang puas terhadap penampilan fisik. Hal tersebut dapat menurunkan partisipasi remaja dalam kegiatan atletik dan mengganggu prestasi akademik.¹⁴ Perkembangan karakteristik seks sekunder yang lebih lambat pada remaja laki-laki juga dapat menyebabkan penurunan mineralisasi tulang dan puncak massa tulang. Penurunan puncak massa tulang dapat meningkatkan risiko osteoporosis dan fraktur pada lansia.¹⁵

Keterbatasan penelitian ini adalah pengukuran karakteristik sekunder menggunakan kuesioner yang diisi langsung oleh partisipan, untuk selanjutnya dapat dilakukan pemeriksaan langsung oleh petugas sehingga dapat mengurangi subjektivitas. Perlu adanya penelitian selanjutnya dengan identifikasi jenis pestisida, mengukur residu pestisida dalam tubuh dan kadar hormon testosteron sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih objektif.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa paparan pestisida pada siswa laki-laki di SMPN 8 Jember mayoritas termasuk paparan rendah, sedangkan pada siswa laki-laki di SMPN 1 Wuluhan mayoritas termasuk paparan tinggi. Terdapat perbedaan yang signifikan pada

perkembangan karakteristik seks sekunder yaitu perkembangan genital, perkembangan rambut pubis dan status pubertas antara siswa laki-laki di SMPN 8 Jember dan SMPN 1 Wuluhan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih KerisDimas Neuroscience atas dukungan fasilitas selama penelitian berlangsung.

Kontribusi Penulis

Semua penulis terlibat dalam perancangan studi penelitian. NNF melaksanakan pengumpulan. Semua penulis terlibat dalam analisis data, penulisan dan revisi naskah.

Pendanaan

Penelitian ini mendapat dukungan dana dari hibah internal Universitas Jember.

Ketersediaan Data dan Materi

Data dan materi penelitian tidak tersedia untuk publik.

Pernyataan Kesediaan Berpartisipasi

Partisipan penelitian telah memberikan persetujuan tertulis dan diketahui oleh orangtua/wali masing-masing.

Penyataan Etik

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Jember dengan nomor protokol 0472/UN25.1.10.2/KE/2025.

Persetujuan Publikasi

Tidak terdapat data pribadi ataupun gambar individu dalam penelitian ini.

Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan.

Deklarasi Penggunaan Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan tidak digunakan dalam proses penelitian maupun penulisan naskah.

Daftar Pustaka

1. Sinambela B.R. Dampak penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian terhadap lingkungan hidup dan kesehatan. *J Agrotek*. 2024;8:178–87. doi: 10.33096/agrotek.v8i2.625
2. Hassan S, Thacharodi A, Priya A, Meenatchi R, Hegde TA, R T, et al. Endocrine disruptors: unravelling the link between chemical exposure and women's reproductive health. *Environmental Research*. 2024;241:117385. doi: 10.1016/j.envres.2023.117385
3. Muliani, Widiarti IGA, Wardana NG, Karmaya M. Tahap pertumbuhan dan perkembangan tanda-tanda seks sekunder remaja SMPN 4 Bangli, Desa Pengotan, Kecamatan Bangli. *Medicina*. 2017;48:75–82. doi: 10.15562/medicina.v48i2.31
4. Barrett KE, Barman SM, Boitano S, Brooks HL. *Ganong's Review of Medical Physiology*, Twenty

- Sixth Edition. McGraw Hill LLC. 2019.
5. Castiello F, Arez BS, Gomez-Vida J, Torrent M, Fernandes MF, Olea N as, et al. Exposure to non-persistent pesticides and sexual maturation of spanish adolescent males. *Chemosphere*. 2023;324:138350. doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.138350
 6. Lam T, Williams PL, Lee MM, Korrick SA, Birnbaum LS, Burns JS, et al. Prepubertal organochlorine pesticide concentrations and age of pubertal onset among russian boys. *Env Int*. 2014;73:135–42. doi: 10.1016/j.envint.2014.06.020
 7. Gea M, Zhang C, Tota R, Gilardi G, Nardo G Di, Schilir T. Assessment of five pesticides as endocrine-disrupting chemicals : effects on estrogen receptors and aromatase. *Int J Environ Res Public Heal*. 2022;19:1959. doi: 10.3390/ijerph19041959
 8. Özen S, Darcan F. Effects of environmental endocrine disruptors on pubertal development. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2011;3:1–6. doi: 10.4274/jcrpe.v3i1.01
 9. Lo S, King I, Alléra A, Klingmüller D. Effects of various pesticides on human 5 α -reductase activity in prostate and Incap cells. *Toxicol In Vitro*. 2007;21:502–8. doi: 10.1016/j.tiv.2006.10.016
 10. Wilson VS, Blystone CR, Hotchkiss AK, Rider C V, Jr LEG. Diverse mechanisms of anti-androgen action : impact on male rat reproductive tract development. *Int J Androl*. 2008;31:178–87. doi: 10.1111/j.1365-2605.2007.00861.x
 11. Roychoudhury S, Chakraborty S, Choudhury AP, Das A, Jha NK, Slama P, et al. Environmental factors-induced oxidative stress: hormonal and molecular pathway disruptions in hypogonadism and erectile dysfunction. *Antioxidants*. 2021;10:837. doi: 10.3390/antiox10060837
 12. Bouabdallah N, Abdennour C. Toxic impacts of a mixture of three pesticides on the reproduction and oxidative stress in male rats. *J Anim Behav Biometeorology*. 2022;10:2204. doi: 10.31893/jabb.22004
 13. Cohen J, Nassau DE, Patel P, Ramasamy R. Low testosterone in adolescents & young adults. *Front Endocrinol*. 2020;10:916. doi: 10.3389/fendo.2019.00916
 14. Kariola L, Varimo T, Huopio H, Tenhola S, Voutilainen R, Kosola S, et al. Health-related quality of life in boys with constitutional delay of growth and puberty. *Front Endocrinol*. 2022;13:1028828. doi: 10.3389/fendo.2022.1028828
 15. Gilsanz V, Chalfant J, Kalkwarf H, Zemel B, Lappe J, Oberfield S, et al. Age at onset of puberty predicts bone mass in young adulthood. *J Pediatr*. 2011;158:100–5. doi: 10.1016/j.jpeds.2010.06.054