

Abd Faturrahman.R

Pengaruh pemanasan sinar matahari terhadap penurunan kadar sianida (HCN) pada buah kepang (Pangium edule)

-  Skripsi dan KTI
-  Skripsi dan KTI D4 & D3 TLM
-  Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar

Document Details

Submission ID

trn:oid:::1:3257304408

Submission Date

May 22, 2025, 8:33 PM GMT+7

Download Date

May 22, 2025, 8:47 PM GMT+7

File Name

bab_1-bab5_turnitin.docx

File Size

745.9 KB

67 Pages

9,368 Words

59,338 Characters

26% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
 - Quoted Text
-

Top Sources

- 24%  Internet sources
 - 9%  Publications
 - 10%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

24% Internet sources
9% Publications
10% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	repository.ub.ac.id	3%
2	Student papers	Badan PPSPDM Kesehatan Kementerian Kesehatan	1%
3	Internet	ejournal.warmadewa.ac.id	1%
4	Internet	123dok.com	1%
5	Internet	vdocuments.mx	<1%
6	Internet	www.scribd.com	<1%
7	Internet	files.osf.io	<1%
8	Student papers	Konsorsium Perguruan Tinggi Swasta Indonesia	<1%
9	Internet	repo.poltekkes-medan.ac.id	<1%
10	Internet	id.wikipedia.org	<1%
11	Internet	text-id.123dok.com	<1%

12	Internet	etheses.uin-malang.ac.id	<1%
13	Internet	pdfcoffee.com	<1%
14	Student papers	Chulalongkorn University	<1%
15	Internet	digilibadmin.unismuh.ac.id	<1%
16	Internet	repository.uhamka.ac.id	<1%
17	Internet	conference.unja.ac.id	<1%
18	Internet	docplayer.info	<1%
19	Internet	core.ac.uk	<1%
20	Internet	repository.uin-suska.ac.id	<1%
21	Internet	www.neliti.com	<1%
22	Internet	dokumen.tips	<1%
23	Internet	repository.unhas.ac.id	<1%
24	Publication	Aida Apriani, Tajul Muna, Saiful a Azhari. "Preliminary Content of Glibenklamide a...	<1%
25	Student papers	Politeknik Negeri Jember	<1%

26	Internet	dloss.xyz	<1%
27	Internet	pdffox.com	<1%
28	Student papers	Sriwijaya University	<1%
29	Internet	eprints.uny.ac.id	<1%
30	Internet	id.scribd.com	<1%
31	Internet	liberezmoussa.fr	<1%
32	Student papers	Universitas Sebelas Maret	<1%
33	Internet	docobook.com	<1%
34	Student papers	Universitas Muhammadiyah Surakarta	<1%
35	Internet	journal.unmasmataram.ac.id	<1%
36	Student papers	Forum Perpustakaan Perguruan Tinggi Indonesia Jawa Tengah	<1%
37	Student papers	Udayana University	<1%
38	Internet	etheses.iainponorogo.ac.id	<1%
39	Internet	journal.arikesi.or.id	<1%

40	Internet	repository.usd.ac.id	<1%
41	Student papers	Universitas Muhammadiyah Purwokerto	<1%
42	Internet	eprintslib.ummgl.ac.id	<1%
43	Internet	vdocuments.site	<1%
44	Internet	eprints.uns.ac.id	<1%
45	Internet	repositori.uin-alauddin.ac.id	<1%
46	Internet	widyaandiks.blogspot.com	<1%
47	Internet	etd.iain-padangsidempuan.ac.id	<1%
48	Internet	eprints.undip.ac.id	<1%
49	Internet	hdl.handle.net	<1%
50	Internet	repository.stiewidyagamalumajang.ac.id	<1%
51	Internet	repository.unej.ac.id	<1%
52	Internet	journal.ugm.ac.id	<1%
53	Internet	perpusnwu.web.id	<1%

54	Internet	repository.radenintan.ac.id	<1%
55	Internet	digilib.poltekkesdepkes-sby.ac.id	<1%
56	Internet	www.coursehero.com	<1%
57	Publication	Achsanul Hakimi, Rahadian Zainul. "Asam Arsenat (H3AsO4) : Analisis Molekular ...	<1%
58	Internet	doktermaya.wordpress.com	<1%
59	Internet	husnasariagustina.blogspot.com	<1%
60	Internet	laporan-pkl.blogspot.com	<1%
61	Internet	online-journal.unja.ac.id	<1%
62	Internet	repository.ucb.ac.id	<1%
63	Publication	Bagus Indra Kusuma, Brenda Desy Romadhon, Silvi Ahmada Chasya, Hazmi Dwin...	<1%
64	Internet	es.scribd.com	<1%
65	Internet	hellosehat.com	<1%
66	Internet	qdoc.tips	<1%
67	Internet	repositori.usu.ac.id	<1%

68	Internet	repository.upstegal.ac.id	<1%
69	Internet	repository.ut.ac.id	<1%
70	Internet	rolaangga.blogspot.com	<1%
71	Internet	www.andiyaniachmad.com	<1%
72	Internet	www.researchgate.net	<1%
73	Publication	Dewi Arisanti, Nur Qadri Rasyid, Muh. Nasir. "Analysis Of Sianida Contents On Ba...	<1%
74	Internet	alka-vers.blogspot.com	<1%
75	Internet	bidangsehat.blogspot.com	<1%
76	Internet	ejournal.istn.ac.id	<1%
77	Internet	ejournal.stipwunaraha.ac.id	<1%
78	Internet	jurnal.unitri.ac.id	<1%
79	Internet	jurnalfkip.unram.ac.id	<1%
80	Internet	pt.scribd.com	<1%
81	Internet	repository.stikes-kartrasa.ac.id	<1%

82	Internet	repository2.unw.ac.id	<1%
83	Internet	www.mes-bogor.com	<1%
84	Internet	repository.uksw.edu	<1%
85	Publication	Laurensia, Murwani Eko Astuti. "PERAN EXPERIENCE QUALITY DAN CUSTOMER PE...	<1%
86	Publication	Rivaldo Mende, Herny Simbala, Karliah L.R. Mansauda. "UJI EFEKTIFITAS SARI BUA...	<1%
87	Internet	doku.pub	<1%
88	Internet	dramdani12.blogspot.com	<1%

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

4 Kepayang (*Pangium edule*) adalah sejenis pohon yang
tersebar luas di Indonesia, Malaysia, Filipina, Papua Nugini,
Mikronesia, dan Melanesia. Tanaman ini, yang juga dikenal sebagai
pucung, kluwek, keluwek, atau keluak, termasuk dalam famili
Achariaceae. Nama kepayang bervariasi di berbagai daerah.
61 Misalnya, orang Sunda menyebutnya picung atau pucung (sebagian
orang Jawa Tengah juga menggunakan nama yang sama),
sedangkan di Sulawesi Selatan (Toraja) dikenal dengan nama
pamarrasan (Syaiful., 2020).

31 Kepayang kerap digunakan sebagai bumbu dalam berbagai
hidangan. Selain memberikan rasa dan aroma khas pada masakan,
tanaman ini juga mengandung beragam vitamin dan mineral yang
bermanfaat bagi tubuh. Beberapa nutrisi yang terdapat dalam kluwek
antara lain zat besi, vitamin C, vitamin B1, fosfor, kalium, dan kalsium
(Asikin, 2020). Penelitian juga mengungkapkan bahwa daun
6 kepayang memiliki potensi untuk menurunkan kadar kolesterol
dalam darah, kemungkinan berkat kandungan flavonoid, saponin,
dan lemak tak jenuh di dalamnya. Flavonoid sendiri berfungsi
37 menurunkan kadar kolesterol dengan menghambat aktivitas enzi

3-hidroksi-3-metilglutaril koenzim A reduktase (HMG Co-A reduktase) (Asikin, 2020).

Senyawa saponin diketahui mampu menurunkan risiko aterosklerosis dengan cara berikatan dengan kolesterol. Namun, penting untuk diingat bahwa kepayang juga mengandung asam sianida, yaitu zat beracun yang dapat membahayakan kesehatan jika tidak diolah dengan benar sebelum dikonsumsi. Kandungan asam sianida tertinggi terdapat pada bagian daging biji kepayang (Safitri, 2023).

Biji kepayang memiliki kandungan asam sianida (HCN) yang cukup tinggi, sekitar 137,5 ppm per kilogram. Senyawa ini memiliki rasa pahit dan bersifat beracun, yang dalam jumlah berlebih dapat menyebabkan efek samping seperti pusing hingga kematian. Dosis HCN yang berbahaya bagi manusia berkisar antara 0,5 hingga 3,5 mg per kilogram berat badan. Penelitian oleh Cahyawati (2017) menunjukkan bahwa paparan hidrogen sianida, bahkan dalam kadar rendah (150–200 ppm), dapat berakibat fatal. Batas aman bagi manusia adalah 0,6 mg HCN per kilogram berat badan. Sebagai ilustrasi, seseorang dengan berat 50 kg berisiko mengalami keracunan jika kadar HCN dalam tubuhnya mencapai 30 ppm (Novales, 2019).

Berdasarkan data dari *American Association of Poison Control Centers* tahun 2018, terdapat 185 kasus paparan sianida, di

mana 17 kasus di antaranya terjadi secara sengaja. Penelitian menunjukkan bahwa 9% dari kasus keracunan sianida mengalami henti jantung tetapi berhasil diselamatkan. Selain itu, 75% dari kasus tersebut tidak mendapatkan penanganan menggunakan antidot sianida. Keracunan sianida lebih sering terjadi melalui konsumsi (84,3%) dibandingkan dengan inhalasi (7,8%). Sianida sendiri dapat ditemukan dalam berbagai bentuk, seperti gas (hidrogen sianida atau sianogen klorida), padatan (natrium sianida atau kalium sianida), serta senyawa sianogen. Bentuk gas umumnya muncul dalam kebakaran di ruang tertutup dan dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan (Adrian, 2024).

Kadar sianida dapat dikurangi dengan metode pemanasan, seperti yang dibuktikan dalam penelitian Yatno (2015), di mana pengukusan biji karet selama 30 menit mampu menurunkan kadar sianida hingga 13 kali lipat, dari 9,542% menjadi 0,712%. Studi yang dilakukan oleh Purwisatra (1992) juga menunjukkan bahwa proses pengukusan efektif dalam mengurangi kandungan HCN pada berbagai bahan, seperti keluwak (8,8%), daun singkong (24,7%), picung (25,6%), umbi singkong (31,2%), terung ungu (32,1%), dan rebung (35,2%). Tanaman kluwek atau kepayang diketahui dapat menyebabkan efek mabuk atau pusing, terutama karena biji serta daun tuanya mengandung konsentrasi asam sianida yang tinggi (Andi, 2013). Berdasarkan uraian sebelumnya, peneliti tertarik untuk

mengkaji pengaruh durasi paparan sinar matahari terhadap penurunan kadar sianida (CN) dalam buah kepayang menggunakan metode spektrofotometri. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kandungan sianida (CN) serta berkontribusi dalam meningkatkan kualitas dan keamanan pangan bagi masyarakat yang sering menggunakan buah kepayang sebagai bahan makanan sehari-hari.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan literatur yang telah dijelaskan sebelumnya, permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah pemanasan sinar matahari berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar asam sianida (HCN) pada bagian daging buah kepayang?
2. Apakah pemanasan sinar matahari berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar HCN pada bagian daging biji buah kepayang?
3. Apakah pemanasan sinar matahari berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar HCN pada bagian isi biji buah kepayang?
4. Apakah pemanasan sinar matahari berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar asam sianida (HCN) pada buah kepayang secara keseluruhan?

C. Tujuan Penelitian

1. Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan sinar matahari terhadap penurunan kadar sianida dalam buah kepayang serta mengidentifikasi potensi bahaya yang terkandung di dalamnya.

2. Khusus

- a) Menentukan kadar sianida (HCN) pada buah kepayang sebelum dilakukan pemanasan dengan sinar matahari.
- b) Menganalisis kadar sianida (HCN) pada buah kepayang setelah diberi perlakuan pemanasan menggunakan paparan sinar matahari.
- c) Membandingkan perbedaan kadar sianida (HCN) pada buah kepayang sebelum dan sesudah proses pemanasan dengan paparan sinar matahari.

D. Manfaat Penelitian

1. Peneliti

Penelitian ini memperkaya wawasan peneliti dengan memberikan pemahaman lebih banyak dalam mengenai potensi bahaya yang terkandung dalam buah kepayang.

2. Akademik

Temuan penelitian dapat digunakan untuk memperkaya

materi pengajaran dalam mata kuliah terkait Toksikologi dan Kimia Amami.

3. Masyarakat

Sebagai informasi mengenai potensi bahaya asam sianida (HCN) dalam makanan berbau kepayang, sehingga meningkatkan kesadaran akan pentingnya mengonsumsi makanan yang aman.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Buah Kepayang (*Pangium edule*)

1. Definisi Kepayang (*Pangium edule*)



Gambar 2. 1 Daging Buah kepayang
(Sumber : J.B. Fryday, 2019)

Buah kepayang, yang lebih dikenal sebagai kluwek, merupakan salah satu sumber plasma nutfah flora yang menghasilkan buah yang dapat dikonsumsi serta berpotensi digunakan sebagai bahan obat dan ramuan tradisional. Kluwek (*Pangium edule*), yang juga disebut picung, memiliki berbagai manfaat, termasuk sebagai obat tradisional. Daunnya dapat diolah menjadi sayuran, daging buahnya bisa dikonsumsi setelah matang, dan bijinya sering digunakan sebagai bumbu masakan atau camilan (Wahyudi, 2019).

Kepayang (*Pangium edule*) adalah tanaman serbaguna yang hampir seluruh bagiannya memiliki berbagai kegunaan. Namun, meskipun memiliki banyak manfaat, buah kepayang

(*Pangium edule*) juga dapat memberikan dampak negatif jika dikonsumsi langsung tanpa pengolahan yang tepat terlebih dahulu (Hardianti, 2021).

Kepayang (*Pangium edule*) dapat tumbuh secara alami atau dibudidayakan di tepi sungai, daerah kering, atau tanah berbatu. Tanaman ini dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian sekitar 40 meter. Buahnya berbentuk bulat telur atau lonjong dengan diameter 10-25 cm, memiliki daging buah yang berwarna putih hingga kuning pucat, dengan tekstur yang lunak, dan setiap buah dapat mengandung hingga 8 biji (Hardianti, 2021). Selain itu, masyarakat Tanah Toraja juga memanfaatkan tanaman kepayang (*Pangium edule*) sebagai salah satu bahan konsumsi harian dalam rumah tangga.

2. Klasifikasi Kepayang (*Pangium edule*)

Menurut Arini (2012), dalam penelitian mengenai potensi pangi (*Pangium edule*) sebagai bahan pengawet alami, taksonomi tanaman kepayang (*Pangium edule*) dijelaskan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Sub Divisio : Angiospermae

Klas : Dikotyledonae

Ordo : Parietales

Famili : Flacouritaceae

Genus : *Pangium*

Spesies : *Pangium edule*

3. Morfologi Kepayang (*Pangium edule*)



Gambar 2. 2 Morfologi Buah Kepayang
(Sumber : Safrina Dewi, 2019)

Pangi (*Pangium edule*) merupakan salah satu jenis tumbuhan berkayu yang dapat ditemukan di berbagai wilayah seperti Indonesia, Malaysia, Filipina, Papua Nugini, Mikronesia, dan Melanesia (Arini, 2012). Pohon kepayang (*Pangium edule*) berukuran sedang hingga besar, dengan tinggi yang dapat mencapai sekitar 40 meter dan diameter batang sekitar 100 cm. Selain itu, pohon ini terkadang memiliki banir dengan ketinggian sekitar 2,5 meter.

Secara umum, pohon ini memiliki tajuk yang lebat dan ranting atau cabang yang cenderung mudah patah. Cabang-cabangnya lebih banyak terkonsentrasi di bagian pucuk, dengan

cabang muda yang biasanya ditutupi bulu, sementara cabang yang lebih tua tidak memiliki bulu. Kepayang (*Pangium edule*) dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian hingga 1.000 mdpl, dengan tinggi pohon yang dapat mencapai 40 meter dan diameter batang hingga 2,5 meter (Resvi Hardianti, 2024).

Menurut hasil observasi Ramdana Sari (2015), bunga pangi memiliki warna coklat kehijauan dan umumnya tumbuh di ketiak daun atau dekat ujung ranting. Bunga jantan tersusun dalam bentuk malai, sementara bunga betina biasanya tumbuh tunggal di ujung ranting. Tanaman ini mulai berbuah secara terus-menerus setelah mencapai usia sekitar 15 tahun. Tangkai buahnya memiliki panjang sekitar 8-15 cm dengan diameter 7-12 mm.

Buah ini memiliki bentuk yang tidak simetris, mirip dengan telur bulat dengan kedua ujung yang tumpul. Ukurannya bervariasi, umumnya memiliki panjang 7-10 cm atau lebih, dengan diameter sekitar 10-25 cm. Daging buahnya berwarna kuning pucat, teksturnya lembut, dan dapat dimakan. Kulit buahnya berwarna coklat kemerahan dengan permukaan kasar yang dilengkapi lentisel. Buah ini mengandung banyak biji yang tersusun rapi di sepanjang poros buah, mirip dengan buah cempedak. Buah yang lebih besar bisa mengandung hingga 30 biji, sementara buah yang lebih kecil biasanya memiliki sekitar 12 biji. Biji-bijinya besar, berwarna kelabu, berbentuk limas, dan

keras. Di dalam biji terdapat endosperma yang kaya akan lemak. Endosperma pada buah segar berwarna putih, tetapi akan berubah menjadi kehitaman jika buah disimpan dalam waktu lama.

5 Daging biji mengandung berbagai senyawa seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan sianida. Keberadaan tanin menyebabkan daging biji pangi berubah warna menjadi cokelat. 30 Perubahan warna ini dikenal sebagai reaksi *browning enzymatic*, yang terjadi ketika enzim *polifenolase* mengkatalisis senyawa fenolik sebagai substrat. Di antara endosperma dan tempurung biji terdapat selaput tipis berwarna cokelat yang berfungsi sebagai pembatas. Kulit bijinya memiliki tekstur kasar dengan perikarp yang tebalnya sekitar 6-10 mm, bersifat kayu, dan memiliki alur-alur.

4. Kandungan Buah Kepayang sebagai konsumsi masyarakat

Menurut penelitian Mamuaja (2017), daun pangi terbukti mengandung senyawa flavonoid yang memiliki sifat anti-jamur. Senyawa flavonoid tersebut, seperti tanin, asam gorlat, asam khaulmogrart, asam hidrokarpat, dan asam sianida, juga berperan sebagai anti-bakteri.

Penelitian tentang analisis kandungan gizi biji pangi (*Pangium edule*) mengungkapkan nilai-nilai dari setiap parameter gizi, yaitu kadar air sebesar 64,96%, kadar abu 0,64%, protein 11,61%, lemak 16,97%, serat 7,20%, dan karbohidrat 5,82%.

Selain itu, uji cemaran mikroba pada biji pangsi menunjukkan hasil sebesar 93 APM/g (Polandos, 2023). Berdasarkan data tersebut, biji pangsi dinilai belum memenuhi kriteria keamanan pangan yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia.

B. Tinjauan Umum tentang Sianida (HCN)

1. Definisi Sianida (HCN)

Kata sianida berasal dari bahasa Yunani yang berarti "biru," merujuk pada hidrogen sianida yang juga dikenal sebagai "*Blausäure*" (asam biru). Senyawa ini terdiri dari atom karbon (C) yang terikat rangkap tiga dengan atom nitrogen (N), membentuk struktur siano ($C\equiv N$). Dengan demikian, sianida termasuk dalam kelompok senyawa kimia siano. Secara lebih spesifik, sianida berbentuk anion CN dan dapat ditemukan dalam berbagai bentuk senyawa, baik gas, padat, maupun cair (Da Lingga, 2023).

Senyawa sianida terbentuk dari berbagai unsur, seperti garam, molekul, ion, dan banyak yang memiliki sifat polimerik. Senyawa sianida yang dapat melepaskan ion sianida (CN-) termasuk dalam golongan yang sangat beracun (Da Lingga, 2023). Sianida merupakan kelompok senyawa yang mengandung gugus siano ($C\equiv N$) dan dapat ditemukan di alam dalam berbagai bentuk yang beragam.

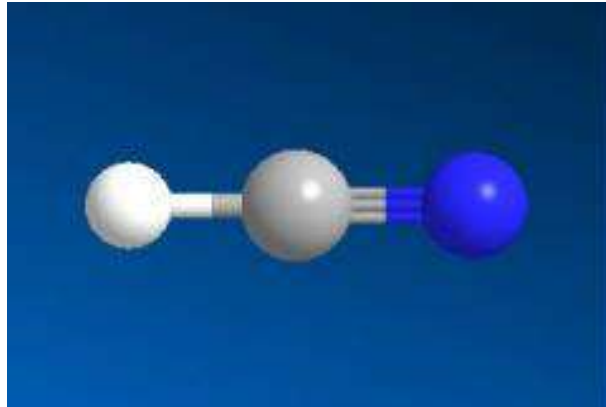
Di alam, sianida dapat diklasifikasikan menjadi sianida bebas, sianida sederhana, sianida kompleks, dan senyawa

21 turunan sianida. Sianida bebas merupakan faktor utama yang menentukan tingkat toksisitas senyawa sianida, yang mencakup molekul HCN dan ion CN⁻ yang dilepaskan melalui proses pelarutan dan disosiasi senyawa sianida. Kedua bentuk ini berada dalam keadaan kesetimbangan yang bergantung pada nilai pH, sehingga konsentrasi HCN dan CN⁻ dipengaruhi oleh tingkat keasaman. Pada pH di bawah 7, sebagian besar sianida berada dalam bentuk HCN (Muawanah, 2020).

1 Sianida dalam bentuk senyawa hidrogen sianida (HCN) sering disebut "asam biru" karena memiliki warna kebiruan pada konsentrasi tinggi. Hidrogen sianida juga dikenal sebagai formonitril, dan dalam bentuk cair, senyawa ini disebut asam prussat atau asam hidrosianik.

Asam sianida (HCN) bersifat volatil, mudah menguap, memiliki bau tajam seperti asam pada umumnya, rasa pahit, dan mudah terbakar. Titik didih asam sianida sedikit lebih tinggi dari suhu kamar, sekitar 26°C. Selain itu, HCN sangat larut dalam air, menjadikannya salah satu racun yang sering digunakan. Di dalam air, HCN akan cepat terurai menjadi ammonium formiat dan senyawa amorf lainnya (Lumbantobing, 2020).

7 56 Molekul asam sianida terdiri dari beberapa atom, yaitu atom H (digambarkan dengan bola putih), atom C (bola abu-abu), dan atom N (bola biru), seperti yang terlihat pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2. 3 Bentuk Molekul Hidrogen Sianida (HCN)
Molekul HCN terdiri dari atom H (bola putih), atom C
(bola abu-abu), atom N (bola biru)
(Sumber : Husna, 2020)

2. Patofisiologi Keracunan Sianida

Asam sianida memiliki bau khas seperti almond yang sangat tajam dan berbahaya. Jika terhirup dalam konsentrasi tertentu, asam sianida (HCN) dapat bereaksi dengan cepat dalam tubuh dan berpotensi menyebabkan kematian. Senyawa ini dapat dengan mudah diserap oleh tubuh dan masuk ke dalam plasma. Paparan jangka panjang terhadap asam sianida (HCN) dalam konsentrasi tinggi dapat merangsang sistem saraf pusat, diikuti oleh gejala seperti kejang, depresi, kelumpuhan, hingga kematian (Da Lingga, 2023). Sianida dapat menyebabkan hipoksia intraseluler dengan mengikat secara *irreversibel* pada sitokrom oksidase a3 dalam mitokondria (Cahyawati, 2017). Sianida dapat masuk ke dalam tubuh melalui proses ingesti atau tertelan. Makanan yang mengandung senyawa sianogenik, seperti

olahan singkong, dapat masuk ke tubuh melalui konsumsi, dan sisa sianogen dalam olahan singkong yang dikonsumsi akan diubah menjadi asam sianida (HCN) di dalam tubuh.

Kepayang, yang mengandung asam sianida (HCN), jika dikonsumsi melebihi batas toleransi tubuh, dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Masalah tersebut meliputi kelumpuhan, gangguan pertumbuhan, penyakit gondok, serta keracunan ringan hingga berat. Keracunan sianida akut ditandai dengan gejala seperti napas cepat, penurunan tekanan darah, pusing, sakit kepala, nyeri perut, muntah, diare, kebingungan mental, kejang, bahkan hingga kematian (Fadlilah, 2022).

Sianida dalam jumlah kecil dapat ditemukan secara alami di lingkungan dan terdapat dalam beberapa produk yang sering dikonsumsi atau digunakan, seperti singkong dan kentang, yang menghasilkan sianida dalam bentuk senyawa glikosida sianogenik atau linamarin. Senyawa ini tidak beracun, namun melalui proses enzimatik dalam tubuh, senyawa tersebut dapat diubah menjadi hidrogen sianida (Ayuningtyas Widyastani, 2023).

Menurut (Cahyawat, 2017) sianida atau bahan kimia umumnya dapat masuk ke dalam tubuh melalui beberapa cara, seperti melalui mulut, baik secara sengaja maupun tidak sengaja. Ketika racun tertelan dan mencapai lambung, racun

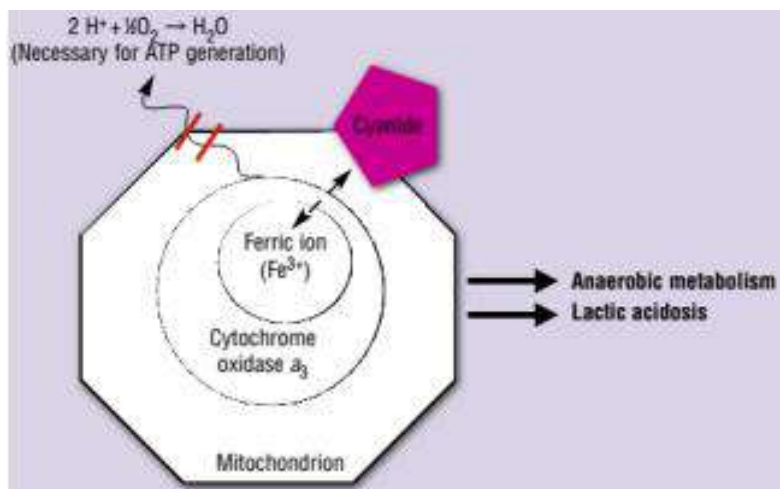
3 dapat menembus dinding usus dan masuk ke dalam pembuluh darah. Semakin lama racun berada di dalam usus, semakin banyak yang diserap ke dalam pembuluh darah, sehingga tingkat keracunan akan semakin parah. Selain itu, racun juga dapat masuk melalui paru-paru akibat terhirup melalui mulut atau hidung (*inhalasi*). Racun dalam bentuk gas, uap, debu, asap, atau semprotan dapat terhirup dan masuk ke paru-paru. Hanya partikel yang sangat kecil yang bisa melewati paru-paru, sementara partikel yang lebih besar akan tertahan di mulut, tenggorokan, atau hidung dan mungkin tertelan. Racun juga dapat masuk melalui kulit yang terpapar cairan atau semprotan, seperti yang sering terjadi pada zat kimia seperti pestisida.

Paparan sianida dapat menghalangi pasokan oksigen ke jantung dan otak. Jika seseorang mengonsumsi minuman yang mengandung sianida melebihi batas yang aman, hal ini dapat mengganggu pembentukan enzim pernapasan sitokrom oksidase karena diserap oleh sianida.

Kontaminasi sianida dalam sistem pernapasan dapat menyebabkan hipoksia intraseluler karena ikatan yang tidak dapat dipulihkan dengan sitokrom oksidase a3, enzim yang berperan dalam mereduksi oksigen menjadi air. Ikatan sianida dengan ion ferri pada enzim sitokrom oksidase a3 menghambat fungsi enzim dalam transfer elektron dan proses

fosforilasi oksidatif. Fosforilasi oksidatif adalah proses yang menghasilkan energi ATP (Adenosin Trifosfat) dari oksigen.

Terhambatnya proses ini dapat menimbulkan dampak yang serius karena proses tersebut sangat penting untuk produksi ATP dan kelangsungan respirasi seluler. Kekurangan pasokan ATP akan menyebabkan mitokondria kehilangan kemampuannya untuk mengekstraksi dan menggunakan oksigen. Dampak ini berlanjut dengan pergeseran sistem metabolisme sel dari aerobik menjadi anaerobik (Cahyawat, 2017).



Gambar 2. 4 Mekanisme keracunan sianida
(Sumber : C.N. Putu, 2017)

Akibatnya, paparan sianida melalui sistem pernapasan dalam tubuh dapat berisiko menyebabkan anoksia atau gangguan metabolisme oksigen pada sel-sel tubuh (Tsani, 2018).

3. Sifat-Sifat Asam Sianida (HCN)

Asam sianida (HCN) adalah senyawa gas yang beracun bagi tubuh dan dapat menyebabkan kematian dalam waktu singkat. Pada tanaman, asam sianida terdapat dalam bentuk alami sebagai glikosida sianogenik yang terikat dengan enzimnya. Glikosida sianogenik disimpan dalam vakuola dan terlindung dari enzim. Ketika tanaman rusak, glikosida sianogenik akan bereaksi dengan enzimnya, menyebabkan hidrolisis yang menghasilkan asam sianida (HCN). Menurut *Food and Agriculture Organization (FAO)*, batas aman konsumsi kadar asam sianida adalah ≤ 10 ppm (Pertiwi, 2021).

Asam sianida, yang juga dikenal sebagai hidrogen sianida (HCN), adalah senyawa gas beracun bagi tubuh dan termasuk racun yang sangat cepat bereaksi, yang dapat menyebabkan kematian dalam waktu singkat. Senyawa ini mudah menguap pada suhu di atas 25°C dan larut dalam air (Pertiwi, 2021).

Bentuk sianida yang paling cepat bereaksi adalah sianida dalam bentuk gas (HCN dan CNCl). Dalam tanaman, sianida ditemukan secara alami sebagai glikosida sianogenik yang disertai dengan enzim yang berfungsi dalam proses pelepasan sianida melalui hidrolisis (Akande, 2016). Hidrogen sianida terbentuk melalui reaksi hidrolisis yang dipicu oleh enzim β -glukosidase pada tanaman yang mengandung

senyawa glikosida sianogenik. Glikosida sianogenik adalah senyawa hidrokarbon yang mengikat gugus CN dan gula, yang dapat menghasilkan asam sianida. Proses pemanasan dapat digunakan untuk mengurangi kadar asam sianida dalam bahan (Kuliahsari, 2021).

Pemanasan dapat dilakukan selama proses memasak, baik melalui perebusan maupun penguapan. Sebuah penelitian oleh (Latif, 2019) pada daun singkong menunjukkan bahwa pemanasan pada suhu 25-85°C selama 36 jam dapat mengurangi kadar asam sianida (HCN) hingga 90%. Penelitian lain oleh (Farinde, 2018) pada kacang kratok juga menemukan bahwa perebusan selama 2 jam 30 menit dapat menurunkan kadar asam sianida (HCN) hingga 89%. Penurunan ini terjadi karena aktivasi enzim linamarase yang bekerja secara optimal pada suhu 40-50°C, sehingga enzim ini berinteraksi dengan glikosida sianogenik untuk menghasilkan aseton sianohidrin. Selanjutnya, enzim hidrosinitrilase yang stabil pada suhu 60°C akan menguraikan aseton sianohidrin menjadi asam sianida dan aseton. Asam sianida kemudian akan menguap karena titik didihnya yang rendah, yaitu sekitar 26°C (Kuliahsari, 2021).

C. Tinjauan Umum Pemeriksaan Sianida (CN)

Analisis kimia sianida (CN) adalah teknik yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur kadar sianida dalam berbagai

sampel, seperti sampel lingkungan, makanan, atau bahan biologis.

Sianida adalah senyawa kimia yang sangat berbahaya dan dapat ditemukan dalam bentuk gas (seperti hidrogen sianida) maupun dalam bentuk padat atau cair (seperti natrium sianida dan kalium sianida).

1. Pemeriksaan Sianida Test Kit Metode Nihidrin

Sianida juga dapat dideteksi menggunakan reagen ninhidrin, yang bereaksi dengan sianida dalam kondisi netral untuk membentuk hidrindantin yang tidak berwarna. Ketika hidrindantin berada dalam larutan natrium karbonat, ia akan menghasilkan warna merah yang stabil. Jika natrium hidroksida ditambahkan, warna larutan akan berubah menjadi biru. Perubahan warna merah dan biru pada hidrindantin berkaitan dengan dua bentuk anionik dari 2-hydroxy-1,3-indanedione. Warna merah menunjukkan adanya ion monovalen, sementara biru menunjukkan ion divalen. Reagen ini juga dapat bereaksi dengan amina dan asam amino untuk membentuk kompleks berwarna. Dalam identifikasi sianida, ninhidrin bereaksi dengan ion sianida (CN^-) membentuk senyawa berwarna yang bisa dideteksi secara visual atau dengan menggunakan spektrofotometri (Rohmah, 2018).

2. Pemeriksaan Sianida Metode Titrasi

Menurut *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) dan *American Standard and Testing Materials* (ASTM),

analisis sianida dapat dilakukan dengan metode pengukuran total CN melalui proses destilasi. Dalam metode ini, sampel yang mengandung sianida diberi asam kuat ($\text{pH} < 2$) dan didestilasi (refluks) selama 1 jam, sehingga sianida terlepas dalam bentuk asam sianida (HCN) dan ditampung menggunakan larutan NaOH . Sianida yang terkumpul kemudian diukur menggunakan metode titrimetri, kolorimetri, atau elektroda ion selektif (Ayuningtyas., 2023).

3. Pemeriksaan Sianida Metode Molekuler

Kemajuan dalam teknologi biologi molekuler telah membuka jalan baru dalam mendeteksi sumber infeksi, yang dapat mendukung proses diagnosis. Metode biologi molekuler memiliki beberapa keunggulan, seperti sensitivitas yang lebih tinggi, spesifisitas yang lebih baik, serta waktu analisis yang lebih cepat (Khariri., 2020). Dalam analisis molekuler, metode komputasi atau pemodelan dilakukan menggunakan aplikasi ChemOffice 15.0, dengan memanfaatkan sub-aplikasi ChemDraw Professional 15.0 untuk molekul 2D dan Chem3D 15.0.

Molekul HCN pertama kali digambarkan menggunakan perangkat lunak ChemDraw Professional 15.0 2D dengan mengklik menu Structure, lalu memilih opsi "Convert Name to Structure" yang ada di bagian bawah. Setelah itu, ketikkan "boric acid" pada layar kerja dan pilih OK. Begitu rumus molekul

terbentuk, analisis senyawa dilakukan dengan membuka menu View dan memilih opsi "show analysis window" serta "show chemical properties window" (Husna, 2020).

Analisis molekul 3D dilakukan dengan mengonversi molekul 2D ke dalam Chem3D. Di dalam Chem3D, struktur HCN ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi dan dapat dianalisis sebelum proses optimasi dengan memilih opsi select, sesuai dengan pengukuran dan observasi yang diinginkan. Tujuan analisis molekuler melalui aplikasi ini adalah untuk memahami bentuk molekul, jenis ikatan yang terbentuk, pergerakan molekul, energi yang dihasilkan, serta aspek-aspek lain yang tidak bisa langsung diamati dengan mata tanpa alat bantu. Data yang diperoleh mencakup gambar molekuler 2D dan 3D. Selain itu, optimasi MM2 pada molekul HCN juga dilakukan menggunakan ChemOffice 15.0.

4. Pemeriksaan Sianida Metode Spektrofotometri

Spektrofotometri merupakan metode analisis yang mengukur penyerapan sinar monokromatik oleh larutan berwarna pada panjang gelombang tertentu, menggunakan monokromator seperti prisma atau kisi difraksi, dan detektor fototube. Secara sederhana, spektrofotometri adalah pengukuran penyerapan energi cahaya oleh sistem kimia yang bergantung pada panjang gelombang radiasi (Yudono, 2017). Dalam analisis sianida menggunakan metode spektrofotometri,

terdapat berbagai jenis alat spektrofotometer yang bisa digunakan, seperti:

a. Spektrofotometer UV-Vis

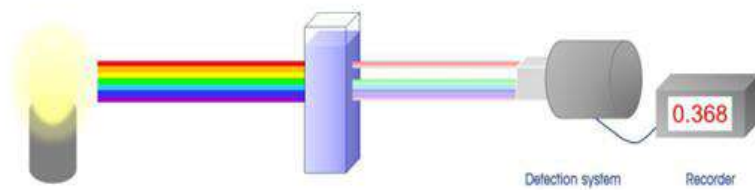
Spektrofotometri UV-Vis adalah teknik analisis spektroskopi yang memanfaatkan radiasi elektromagnetik dari ultraviolet dekat (190-380 nm) hingga cahaya tampak (380-780 nm) dengan bantuan alat spektrofotometer. Berikut ini adalah berbagai jenis sinar dan panjang gelombang yang digunakan dalam spektrofotometri :

Macam sinar	Panjang gelombang
Sinar X	10-100 pkm
Ultra-violet jauh	10-200 nm
Ultra-violet dekat	200-400 nm
Sinar tampak	400-750 nm
Infra-merah dekat	0,75-2 μ m
Infra-merah tengah	2,5-50 μ m
Infra-merah jauh	50-1000 μ m
Gelombang mikro	0,1-100 cm
Gelombang radio	1-1000 m

Tabel 2. 1 Macam-macam sinar & Panjang gelombang

(Sumber : Helwandi, 2016)

Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang relatif tinggi pada molekul yang dianalisis, sehingga metode ini lebih umum digunakan untuk analisis kuantitatif (Helwandi, 2016).



Gambar 2. 5 Prinsip pengukuran pada UV-Vis spectroscopy.
(Sumber : Annisy Syahida, 2022)

Gambar di atas menunjukkan bahwa setiap zat menyerap cahaya dengan cara yang berbeda, menciptakan hubungan yang khas dan spesifik antara zat tersebut dengan spektrum UV-Vis-nya. Karakteristik spektrum ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi atau mengukur zat tertentu. Spektrofotometer UV-Vis berfungsi dengan mengukur intensitas cahaya yang melewati larutan sampel dalam kuvet, kemudian membandingkannya dengan intensitas cahaya sebelum melewati sampel (Annisy Syahida, 2022).

b. Spektrofotometer Fluoresensi

Spektrofotometer fluoresensi adalah alat yang sangat peka untuk mendeteksi senyawa tertentu, termasuk sianida, karena kemampuannya dalam mengidentifikasi perubahan fluoresensi yang sangat kecil. Dalam metode ini, probe fluoresensi yang digunakan memiliki sifat khusus yang memungkinkan interaksi dengan ion sianida dalam larutan, mengubah karakteristik fluoresensinya. Hal ini memungkinkan pengukuran

80

konsentrasi sianida dengan tingkat akurasi yang tinggi, bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah. Deteksi sianida dimulai dengan menyiapkan larutan yang mengandung sianida dan probe fluoresensi. Ketika ion sianida ditambahkan, ia akan berikatan dengan molekul probe, menyebabkan perubahan pada spektrum fluoresensi, seperti pergeseran panjang gelombang atau perubahan intensitas cahaya yang dipancarkan.

Spektrofotometer fluoresensi mengukur cahaya yang dipancarkan pada panjang gelombang tertentu sebagai hasil interaksi antara probe fluoresensi dan sianida. Intensitas fluoresensi yang terukur kemudian dibandingkan dengan kurva kalibrasi yang telah disiapkan sebelumnya. Kurva kalibrasi ini menunjukkan hubungan antara intensitas fluoresensi dan konsentrasi sianida yang telah diketahui. Dengan perbandingan ini, konsentrasi sianida dalam sampel dapat diukur dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi.

Metode ini memiliki kelebihan utama dalam mendeteksi sianida berkat sensitivitas dan selektivitasnya yang sangat tinggi, sehingga memungkinkan identifikasi sianida bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah, yang tidak dapat terdeteksi dengan metode lain seperti titrasi atau kromatografi (Shi et al., 2022).

c. Spektrofotometer Near Infrared (NIR)

Teknologi near infrared (NIR) dikembangkan sebagai metode non-destruktif yang memungkinkan analisis cepat, ramah lingkungan, menggunakan sampel yang sederhana, dan tidak memerlukan bahan kimia. Spektroskopi near infrared (NIR) menggunakan gelombang elektromagnetik dengan rentang panjang gelombang antara 780 nm hingga 2500 nm, atau bilangan gelombang 12.800 cm^{-1} hingga 4000 cm^{-1} . Spektra NIR dapat mendeteksi senyawa organik maupun anorganik yang memiliki pola serapan khas yang bervariasi pada setiap panjang gelombang infra merah yang diberikan.

Prinsip dasar spektroskopi NIR berlandaskan pada teori penyerapan, yang terjadi karena pergerakan ikatan kimia, menyebabkan vibrasi molekul dengan energi transisi elektronik rendah, penguatan (overtones), serta kombinasi pita (melalui pemanjangan dan deformasi) (Karlinasari et al., 2014).

D. Tinjauan Umum Ekstraksi

Ekstraksi adalah langkah awal dalam proses isolasi metabolit sekunder tanaman setelah persiapan sampel. Dalam proses ekstraksi dengan pelarut, dua faktor penting yang perlu diperhatikan adalah waktu dan suhu. Secara ideal, peningkatan waktu dan suhu dapat meningkatkan kelarutan senyawa aktif dalam

16 pelarut. Terdapat berbagai metode ekstraksi metabolit tanaman, yang dapat dibagi menjadi ekstraksi dingin (seperti maserasi dan perkolasi) serta ekstraksi panas (seperti soxhletasi dan refluks). Seiring perkembangan, ekstraksi terbagi menjadi metode konvensional (seperti maserasi, perkolasi, sokletasi) dan non-konvensional (seperti ekstraksi berbantuan ultrasonik, microwave, dan lainnya) (Putu, 2021).

8 Ekstraksi bertujuan untuk memperoleh komponen-komponen kimia yang terkandung dalam simplisia. Proses pemisahan dalam ekstraksi didasarkan pada perpindahan massa komponen zat padat ke dalam pelarut, yang dimulai pada lapisan antarmuka dan kemudian berdifusi ke dalam pelarut. 1 Pemilihan metode ekstraksi disesuaikan dengan sifat bahan dan senyawa yang akan diisolasi. Sebelum memilih metode yang tepat, penting untuk menetapkan terlebih dahulu target ekstraksi (Syafaruddin, 2023). Berikut ini adalah beberapa metode ekstraksi yang biasa digunakan:

36 1. Maserasi

2 Maserasi adalah metode ekstraksi yang menggunakan pelarut dengan pengocokan atau pengadukan berulang pada suhu ruangan. Pelarut akan masuk ke dalam sel dengan menembus dinding sel dan mencapai rongga sel yang mengandung zat aktif, sehingga zat tersebut larut. Proses ini terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan

zat aktif di dalam dan di luar sel, yang menyebabkan zat aktif berpindah ke larutan dengan konsentrasi yang lebih tinggi.

Maserasi adalah teknik ekstraksi yang dilakukan dengan merendam bahan dalam pelarut yang sesuai dengan senyawa aktif yang ingin diambil, baik dengan pemanasan minimal atau tanpa pemanasan sama sekali (Chairunnisa, 2019).



Gambar 2. 6 Proses Maserasi
(Sumber : Julianto, 2019)

2. Perkolasi

Perkolasi adalah proses ekstraksi di mana simplisia yang telah dihancurkan diekstraksi dengan pelarut yang sesuai, yang mengalir perlahan melalui sebuah kolom. Metode ini menggunakan pelarut baru yang terus-menerus dan umumnya dilakukan pada suhu ruangan. Prinsip dasar perkolasi melibatkan penempatan serbuk simplisia dalam

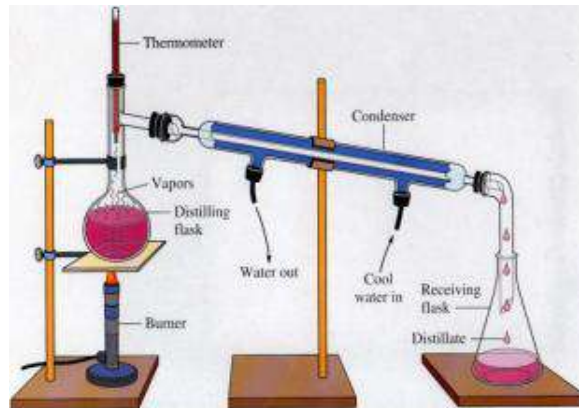
wadah silinder yang bagian bawahnya dilengkapi dengan sekat berpori (Febriana, 2019).



Gambar 2. 7 Proses Perkolasi
(Sumber : Rosselita, 2020)

3. Refulks

2 Refluks adalah metode ekstraksi yang dilakukan pada suhu titik didih pelarut selama periode tertentu, dengan jumlah pelarut yang terbatas dan relatif tetap, dilengkapi dengan pendingin balik untuk memastikan proses penyaringan yang maksimal. 2 Proses refluks biasanya diulang beberapa kali (3-6 kali) pada residu pertama. Metode ini memungkinkan penguraian senyawa yang rentan terhadap panas (Ummah, 2021).



Gambar 2. 8 Alat Ekstraksi Refluks
(Sumber : Sentrifus, 2014)

4. Soxhletasi

Soxhlet adalah metode ekstraksi yang menggunakan pelarut segar dan biasanya dilakukan dengan alat khusus, memungkinkan ekstraksi berlangsung secara berkelanjutan dengan tambahan pendingin balik. Proses pemanasan membuat pelarut naik ke atas, kemudian mengembun melalui pendingin dan menjadi tetesan yang terkumpul kembali. Ketika tetesan ini melebihi batas lubang pipa samping pada alat Soxhlet, terjadi sirkulasi berulang yang menghasilkan proses penyaringan yang efisien.

Dalam proses ekstraksi, memilih pelarut yang sesuai sangat krusial. Pelarut yang baik untuk ekstraksi adalah yang memiliki kemampuan melarutkan zat yang ingin diekstraksi secara efektif. Kemampuan ini dipengaruhi oleh tingkat kepolaran pelarut dan kepolaran senyawa yang akan diekstraksi (Ummah, 2021).

5. Infusa

Infusa adalah cairan yang diperoleh dengan mengekstraksi bahan nabati menggunakan air sebagai pelarut pada suhu 90°C selama 15 menit. Umumnya, infusa dibuat dari simplisia yang memiliki jaringan lunak, seperti bunga dan daun, yang mengandung minyak atsiri atau zat yang mudah terdegradasi dengan pemanasan dalam waktu lama (Ummah, 2021).

Dekoktasi adalah metode ekstraksi yang dilakukan dengan merebus bahan menggunakan air sebagai pelarut pada suhu 90-95°C selama 30 menit. Hasil ekstraksi ini dapat disimpan dalam kondisi dingin untuk penggunaan jangka panjang, asalkan tidak terkontaminasi (Dahlia, 2019).

6. Destilasi (Penyulingan)

Destilasi adalah proses pemisahan campuran yang terdiri dari dua atau lebih cairan berdasarkan perbedaan titik didih komponen-komponennya. Zat dengan titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Ketika uap tersebut didinginkan, uap air dan senyawa-senyawa lainnya akan terkondensasi, terpisah menjadi destilat air dan senyawa yang diekstraksi. Metode ini umum digunakan untuk mengekstraksi minyak atsiri dari tumbuhan (Ummah, 2021).

E. Tinjauan Umum Destilasi

Distilasi atau penyulingan adalah proses pemurnian campuran, umumnya cairan, yang didasarkan pada perbedaan titik didih komponen-komponennya. Proses ini adalah pemisahan fisik yang tidak melibatkan reaksi kimia. Distilasi memiliki berbagai aplikasi, seperti memisahkan minyak mentah menjadi fraksi-fraksi yang lebih ringan yang digunakan sebagai bahan bakar untuk transportasi, pembangkit listrik, atau pemanasan sehari-hari. Air juga dapat disuling untuk menghilangkan kotoran, seperti garam laut. Selain itu, distilasi udara digunakan untuk memisahkan komponen-komponen utama seperti oksigen, nitrogen, dan argon untuk keperluan industri maupun laboratorium (Eko, 2020).

Destilasi adalah metode pemisahan cairan dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih atau kemampuan penguapan masing-masing komponen. Proses ini dilakukan dengan memanaskan campuran hingga mencapai titik didih, lalu uap yang terbentuk dialirkan ke kondensor untuk didinginkan dan dikembalikan ke bentuk cair. Air yang mengalir pada kondensor digunakan sebagai pendingin. Beberapa jenis distilasi yang umum dikenal antara lain:

1. Destilasi Konvensional

Proses distilasi ini dilakukan dengan memanaskan campuran hingga komponen yang mudah menguap berubah menjadi uap, lalu uap tersebut didinginkan hingga

mengembun pada dinding kondensor. Dalam metode ini, tidak terjadi pemisahan fraksi selama kondensasi karena jumlah komponen dalam campuran relatif sedikit. Distilasi sederhana biasanya digunakan untuk memurnikan sampel, bukan untuk pemisahan kimia yang kompleks.

2. Destilasi fraksional

Proses ini melibatkan penguapan dan pengembunan komponen secara bertahap. Tidak seperti distilasi sederhana, metode ini menggunakan kolom fraksinasi yang memungkinkan terjadinya refluks. Kolom tersebut berfungsi untuk memperpanjang kontak antara cairan dan uap, sehingga komponen yang lebih ringan dengan titik didih lebih rendah terus naik menuju kondensor. Teknik ini efektif dalam memisahkan zat-zat dengan perbedaan titik didih hingga di bawah 300°C dan banyak digunakan dalam pengolahan minyak bumi.

3. Destilasi Vakum

Distilasi ini dilakukan dengan menurunkan tekanan agar cairan dapat menguap pada suhu yang lebih rendah dari titik didih normalnya. Metode ini meningkatkan volatilitas relatif, sehingga proses pemisahan menjadi lebih mudah. Peralatan distilasi vakum dirancang dengan sistem tertutup yang lebih kompleks.

14

4. Destilasi Uap

Distilasi uap diterapkan untuk memisahkan komponen dalam campuran pada suhu yang lebih rendah dari titik didih normalnya, sehingga mencegah kerusakan komponen yang dipisahkan. Proses ini dapat dilakukan dengan dua metode: pertama, dengan mengalirkan uap secara kontinu ke dalam campuran, dan kedua, dengan memanaskan senyawa bersama pelarutnya. Teknik ini memastikan bahwa senyawa yang dipisahkan tetap stabil dan tidak terdegradasi oleh panas.

5. Destilasi azeotrop

Metode ini bekerja dengan menguapkan zat cair tanpa mengubah keseimbangan komposisi antara fase cair dan uap. Distilasi ini diterapkan ketika terdapat perbedaan komposisi antara kedua fase tersebut, karena jika komposisinya sama, pemisahan tidak dapat terjadi. Teknik ini sering dimanfaatkan untuk mengisolasi komponen, meningkatkan konsentrasi larutan, dan memurnikan cairan.

6. Destilasi Ekstraktif

Distilasi ini serupa dengan distilasi azeotrop, tetapi melibatkan penambahan senyawa lain untuk memperlancar proses pemisahan. Pada metode ini, pemilihan pelarut didasarkan pada kemampuannya dalam melarutkan senyawa target secara efektif (Nadliroh, 2021).

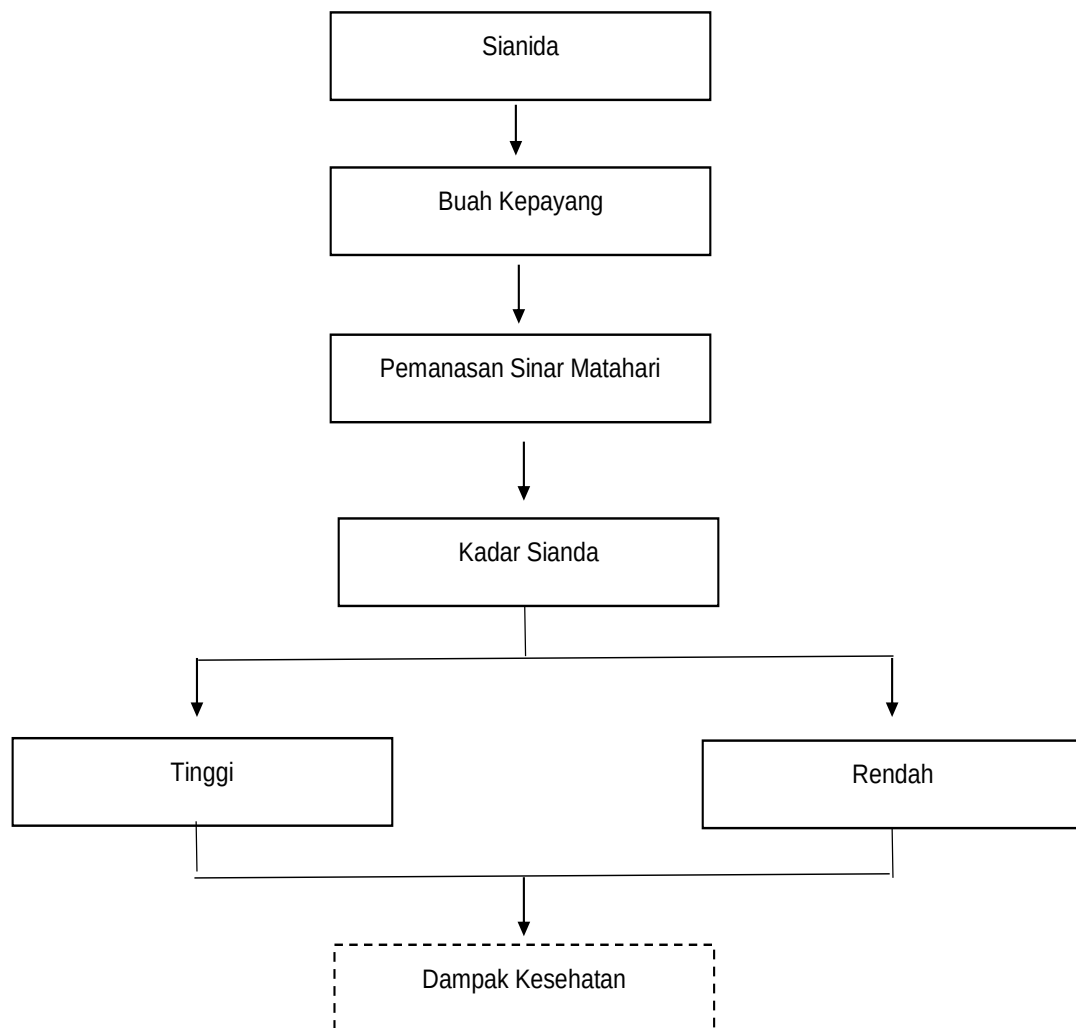
76

F. Kerangka Konsep

Buah kepayang (*Pangium edule*) memiliki potensi sebagai sumber pangan dan obat tradisional, namun buah ini diketahui mengandung sianida dalam kadar tertentu yang dapat berbahaya jika dikonsumsi tanpa pengolahan yang tepat. Konsumsi buah kepayang dengan kadar sianida tinggi dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia, seperti masalah metabolisme hingga keracunan. Oleh karena itu, proses pengolahan untuk menurunkan kadar sianida menjadi sangat penting. Salah satu metode alami dan ramah lingkungan yang dapat digunakan adalah pemanasan dengan sinar matahari. Melalui proses ini, diharapkan kadar sianida dapat turun hingga mencapai tingkat yang aman untuk dikonsumsi.

Dalam penelitian ini, konsentrasi sianida dalam buah kepayang akan diukur dan dianalisis untuk menentukan apakah kadarnya berada pada tingkat rendah (aman) atau tetap tinggi (tidak aman). Kadar sianida yang tinggi berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan, seperti hipoksia intraseluler dan penyakit lain akibat gangguan pada sistem metabolisme tubuh. Sebaliknya, jika kadar sianida (HCN) berhasil turun hingga tingkat aman, metode pemanasan dengan sinar matahari ini dapat menjadi solusi praktis untuk pengolahan buah kepayang yang hemat energi, ramah lingkungan, dan mendukung keberlanjutan. Kerangka konsep dalam

penelitian ini dirumuskan dan dijelaskan secara terstruktur dalam skema berikut :



Keterangan :

: Diteliti

: Tidak Diteliti

Gambar 2. 9 Skema Kerangka Konsep.

G. Hipotesis

78 H_0 : Paparan sinar matahari tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap penurunan kadar sianida (CN) dalam buah kepayang (*Pangium edule*).

H_a Paparan sinar matahari berperan secara signifikan dalam menurunkan kadar sianida (CN) pada buah kepayang (*Pangium edule*).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian ini adalah **eksperimental**, dilakukan dengan memberikan perlakuan pemanasan menggunakan sinar matahari pada buah kepayang untuk mengamati penurunan kadar sianida (CN) sebagai variabel hasil. Desain penelitian yang digunakan adalah **eksperimen murni (*true experimental design*)** dengan rancangan ***post-test only control group design***.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) yang terletak di Kota Makassar.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai Januari hingga April 2025.

C. Populasi, Sampel Penelitian, Besaran Sampel, dan Teknik

Pengambilan Sampel

1. Populasi Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah buah kepayang (*Pangium edule*) yang berasal dari daerah Kabupaten Tana Toraja.

2. Sampel Penelitian

Adapun sampel dalam penelitian ini adalah buah kepayang.

3. Besaran Sampel

Sampel dalam penelitian ini terdiri dari satu buah kepayang yang dibagi menjadi tiga bagian: daging buah, daging biji, dan isi biji. Potongan-potongan tersebut selanjutnya dikelompokkan menjadi empat kelompok berdasarkan durasi pemanasan, yaitu tidak ada perlakuan pemanasan, 1 minggu pemanasan, 2 minggu pemanasan, dan 3 minggu pemanasan.

4. Teknik Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel yang diterapkan adalah random sampling. Dengan teknik ini, sampel dipilih secara acak dari populasi tanpa memperhatikan urutan atau lokasi tertentu.

D. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

1. Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas (Independent)

Pemanasan sinar matahari pada buah kepayang melibatkan variabel durasi pemanasan (minggu pertama, minggu kedua, dan minggu ketiga) serta intensitas sinar matahari yang diperoleh secara alami.

b. Variabel Terikat (Dependent)

Kadar sianida (HCN) pada buah kepayang. Variabel ini diukur berdasarkan kadar sianida yang terkandung dalam buah sebelum dan setelah perlakuan pemanasan.

2. Definisi Operasional

a) **Pemanasan Sinar Matahari**

Proses memberikan paparan sinar matahari langsung pada buah kepayang selama durasi di bawah kondisi lingkungan terbuka dengan intensitas sinar matahari alami. Proses ini dilakukan pada pukul tertentu untuk memastikan konsistensi intensitas sinar matahari.

b) **Kadar Sianida**

Jumlah sianida yang terkandung dalam buah kepayang, diukur dalam satuan miligram per kilogram (mg/kg) menggunakan metode analisis kimia, seperti spektrofotometri atau titrasi, sebelum dan sesudah perlakuan pemanasan.

c) **Durasi Pemanasan**

Lamanya waktu buah kepayang terpapar sinar cahaya sinar matahari, dinyatakan dalam satuan pekan (minggu pertama, minggu kedua dan minggu ketiga).

d) Penurunan Kadar Sianida

Perbedaan kadar sianida sebelum dan setelah perlakuan pemanasan, dinyatakan dalam bentuk persentase atau perubahan nilai kadar sianida (mg/kg).

E. Alat dan Bahan Penelitian

Alat :

Spektrofotometer UV-Vis, gelas kimia, pipet tetes, erlenmeyer, corong pisah, buret, timbangan, cawan porselin, lumpang, corong kaca, dan labu destilasi

Persiapan Alat :

1. Bersihkan semua alat laboratorium (gelas kimia, erlenmeyer, buret, dll.) dengan akuades untuk memastikan tidak ada kontaminasi.
2. Kalibrasi spektrofotometer UV-Vis sebelum digunakan untuk pengukuran.
3. Siapkan alat-alat untuk proses pemanasan sinar matahari, seperti wadah khusus untuk menempatkan buah kepayang selama perlakuan.

Bahan :

Sampel kepayang, akuades, reagen AgNO_3 0,1 N, reagen KCN, reagen NaOH 2%, reagen NaCl 0,02 N, reagen Kloramin-T, reagen EDTA, indikator fenolftalein, asam fosfat, HCl, NaH_2PO_4 , asam barbiturat, dan ammonium sulfat.

Persiapan Bahan :

1. Memotong sampel buah kepayang menjadi beberapa ukuran yang seragam untuk memastikan pemanasan cahaya paparan sinar matahari yang merata di setiap sampel.

Persiapan Sampel :

1. Timbang buah kepayang dengan timbangan digital sesuai dengan kebutuhan setiap perlakuan.
2. Lakukan perlakuan pemanasan sinar matahari sesuai durasi yang telah ditentukan.
3. Ekstrak larutan sianida dari buah kepayang menggunakan metode distilasi.

Persiapan Larutan :

1. Larutan AgNO_3

Timbang 1,6987 gram AgNO_3 dengan timbangan analitik yang akurat. Larutkan AgNO_3 dalam sedikit Aquades (sekitar 50 mL) di dalam gelas ukur atau beaker, aduk hingga AgNO_3 larut sempurna. Setelah itu, **tambahkan aquades sedikit demi sedikit hingga volume larutan mencapai 100 mL** pada gelas ukur dan aduk kembali hingga tercampur rata. Terakhir, simpan larutan AgNO_3 0,1 N **dalam botol yang tertutup rapat.**

2. Larutan NaOH 2%

Timbang 2 gram NaOH dengan timbangan analitik yang tepat. Larutkan NaOH yang telah ditimbang dalam sekitar 50 mL air distilasi di dalam beaker atau gelas ukur, aduk hingga NaOH larut sepenuhnya. Setelah larut, tambahkan air distilasi sedikit-sedikit hingga volume larutan mencapai 100 mL pada gelas ukur, lalu aduk hingga tercampur rata. Larutan NaOH 2% siap digunakan.

3. Larutan NaCl 0,02 N

Timbang 0,117 gram NaCl menggunakan timbangan analitik yang akurat, lalu larutkan NaCl dalam sekitar 50 mL air distilasi di dalam beaker atau gelas ukur, aduk hingga NaCl larut sepenuhnya. Setelah larut, tambahkan air distilasi sedikit demi sedikit hingga volume larutan mencapai 100 mL pada gelas ukur, aduk hingga tercampur rata.

4. Kloramin-T

Larutkan 1 gram kloramin-T dalam 100 mL aquades, kemudian simpan dalam lemari pendingin.

5. Larutan KCN

Timbang 2,51 gram KCN dan masukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Encerkan dengan air bebas mineral hingga mencapai tanda batas.

6. Indikator Phenolphthalein 1%

Timbang 1 gram phenolphthalein menggunakan timbangan analitik yang akurat, kemudian larutkan phenolphthalein dalam sekitar 20 mL etanol atau alkohol di dalam beaker, aduk hingga larut sepenuhnya. Tambahkan aquades secara perlahan hingga volume larutan mencapai 100 mL pada gelas ukur, lalu aduk hingga tercampur sempurna. Larutan indikator PP 1% siap untuk digunakan.

F. Prosedur Penelitian

a. Persiapan Sampel Ekstraksi Kepayang

1. Menghaluskan Sampel :

Sampel buah kepayang dihaluskan menggunakan alat lumpang hingga menjadi tekstur halus yang merata.

2. Menimbang Sampel :

Menimbang sampel buah kepayang sebanyak 25g sampel yang telah dihaluskan dengan menggunakan alat timbangan digital (Neraca Analitik).

3. Menyiapkan Larutan :

- Masukkan sampel yang sudah ditimbang ke dalam labu pemanasan.
- Tambahkan aquades sebanyak 20 ml ke dalam labu pemanasan.

4. Menambahkan Indikator :

- Masukkan 5 tetes indikator fenolftalein ke dalam larutan.
- Masukkan 1 ml ammonium sulfat 10% hingga larutan bersifat asam.
- Cek kadar ph larutan menggunakan kertas lakmus

5. Menambahkan Reagen Tambahan :

- Masukkan 10 ml asam fosfat pekat
- Masukkan EDTA 10% ke dalam larutan.

6. Memasang Alat Destilasi :

- Rangkai alat destilasi dan siapkan Erlenmeyer untuk menampung destilat.
- Isi Erlenmeyer dengan 20 ml larutan NaOH 2%.

7. Membilas Injection Funnel :

Bilas injection funnel menggunakan akuades untuk memastikan tidak ada kontaminasi.

8. Memulai Proses Destilasi :

- Panaskan alat destilasi dengan kecepatan yang diatur pada 3 ml/menit.
- Destilat dikumpulkan mencapai volume 100 ml.

9. Membilas Pendingin :

Bilas alat pendingin destilasi dengan akuades setelah selesai digunakan.

10. Sampel Siap untuk Penetapan :

Destilat yang telah ditampung siap digunakan untuk analisis kadar sianida menggunakan metode spektrofotometri.

b. Preparasi sampel

1. Sebanyak 10 ml hasil destilasi dipipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi.
2. Menambahkan Reagen CN-1 yang mengandung asam sitrat (Citric acid) ke dalam tabung reaksi
3. pH sampel di ukur dan di sesuaikan hingga mencapai pH 6.
4. Jika larutan menunjukkan pH asam, maka di tambahkan Reagen CN-2 hingga pH mencapai nilai yang diinginkan
5. Sebanyak 5 ml larutan dipindahkan ke tabng reaksi baru.
6. Menambahkan satu sendok reagen CN-3 ke dalam tabung.
7. Menambahkan satu sendok Reagen CN-4 yang mengandung 1,3-Dimetilbarbiturat (1,3-Dimethylbalbitric acid).
8. Larutan dalam tabung dihomogenkan hingga tecampur merata.
9. Campuran diinkubasi selama 10 menit.
10. Sampel siap untuk dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

c. Penetapan Kadar Sianida dengan Spektrofotometri UV-Vis

1. Menyalakan alat dan masuk ke aplikasi perangkat lunak spektrofotometer UV-Vis.
2. Tunggu hingga status indicator instrumen menunjukkan proses inisialisasi selesai.
3. Lakukan pemindaian (*scanning*) rentang Panjang gelombang pada daerah visibel (400-800 nm).
4. Memasukkan ID sampel, kemudian tekan tombol measure.
5. Menuangkan sampel kedalam kuvet.
6. Memasukkan kuvet yang berisi sampel kedalam ruang baca spektrofotometer UV-Vis.
7. Tekan tombol continue untuk melanjutkan proses.
8. Alat akan membaca dan menampilkan absorpsi.
9. Simpan hasil pembacaan kurva.
10. Membuat laporan dan cetak hasil analisis
11. Kembali ke fitur Quant untuk analisis kuantitatif.
12. Atur kurva standar pada menu pengaturan.
13. Memasukkan Panjang gelombang dan pilih metode pengukuran berdasarkan nilai absorpsi.
14. Memasukkan 8 larutan standar sebagai acuan.
15. Alat akan membaca dan membentuk kurva standar.
16. Simpan kurva standar yang telah terbentuk.
17. Ukur nilai absorpsi larutan sampel.

18. Tempatkan larutan sampel kedalam kuvet, lalu lakukan pengukuran absorbansi.
19. Ulangin proses yang sama untuk pengukuran blanko (tanpa sampel).
20. Secara otomatis hasil akan muncul pada layar monitor dan siap di print.

d. Perhitungan Kadar Sianida

$$\text{Kadar (CN}^-) = \frac{\alpha \times b \times F_p}{c}$$

Keterangan :

α : Konsentrasi sampel yang diperoleh dari hasil pembacaan spektrofotometer UV-Vis (mg/L).

b : Volume hasil destilasi sampel yang di tampung (100 ml).

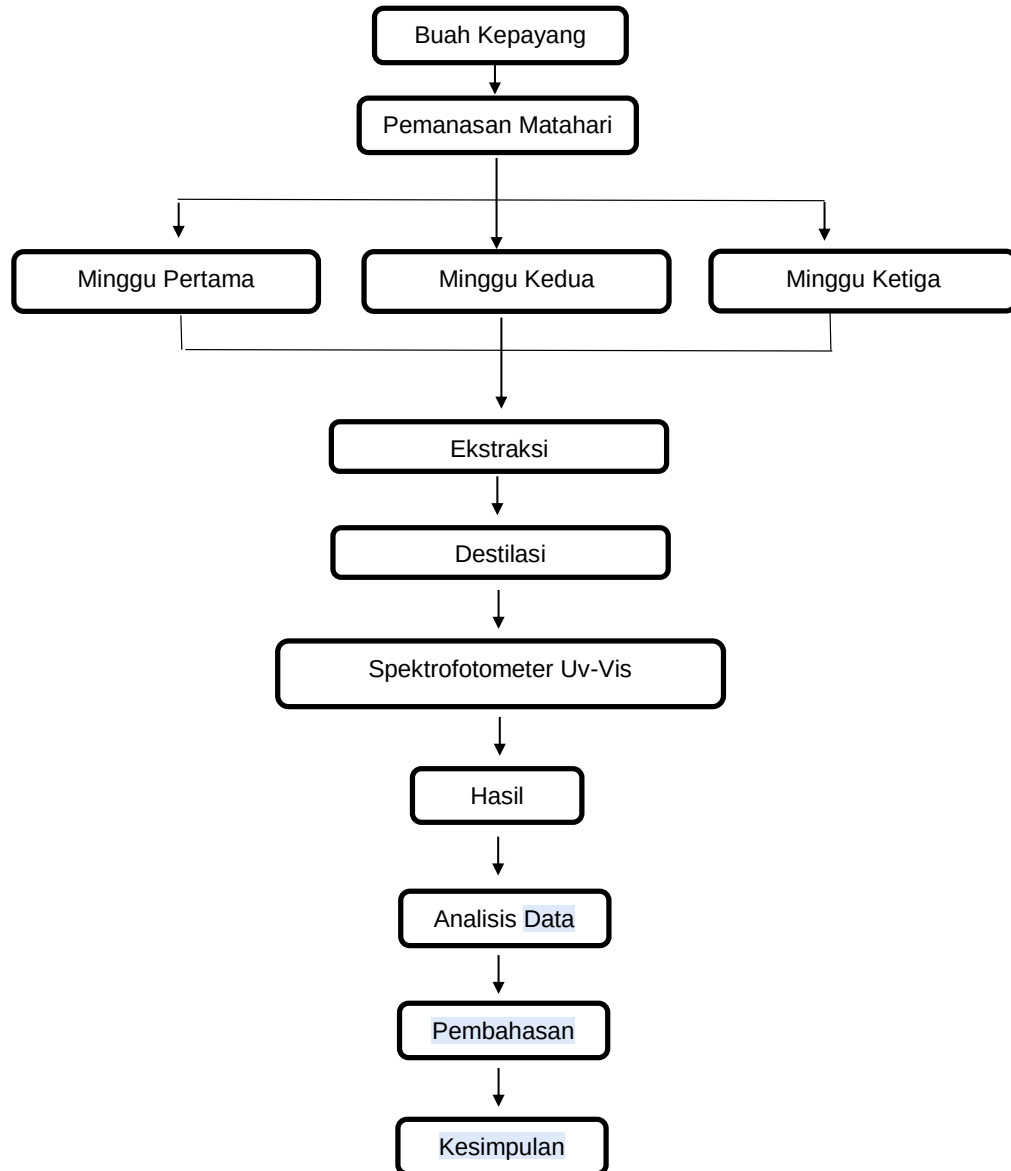
c : Berat sampel yang digunakan dalam penelitian (g).

F_p : Faktor pengenceran, dihitung berdasarkan volume akhir larutan setelah pengenceran.

G. Analisis Data

Data yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan metode *Uji One-Way ANOVA* dan diproses melalui perangkat lunak *Statistical Package for Social Sciences (SPSS)*.

H. Kerangka Oprasional



Gambar 3. 1 Skema Kerangka Operasional.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

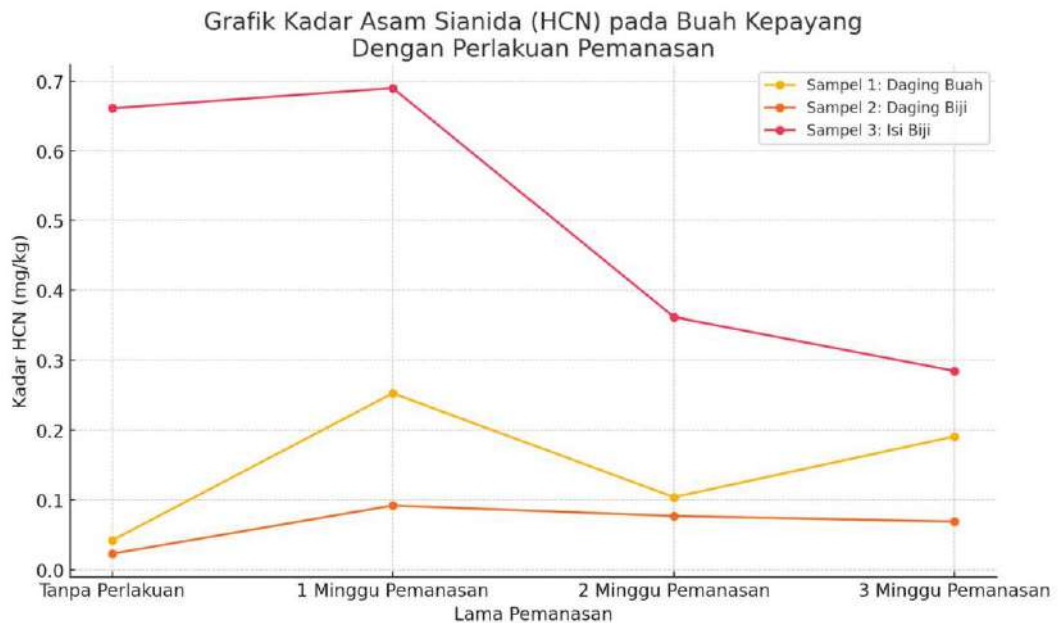
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap 4 subjek dengan pemeriksaan kadar asam sianida. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis.

Hasil pemeriksaan kadar Asam sianida (HCN) menggunakan sampel buah kepayang dapat diamati pada tabel berikut ini.

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan HCN pada Buah Kepayang

NO	Perlakuan pemanasan	HCN pada daging buah (mg/kg)	HCN pada daging biji (mg/kg)	HCN pada isi biji (mg/kg)
1	Tanpa pemanasan	0,042	0,023	0,661
2	Pemanasan selama satu minggu	0,253	0,092	0,690
3	Pemanasan selama dua minggu	0,104	0,077	0,362
4	Pemanasan selama tiga minggu	0,191	0,069	0,285

(Sumber : Data Primer, 2025)



Gambar 4.1 Grafik kadar sianida pada buah kepayang dengan perlakuan pemanasan
(Sumber: Data primer, 2025)

Hasil pengukuran kadar sianida (HCN) pada buah kepayang yang dilakukan terhadap tiga bagian (daging buah, daging biji, dan isi biji), terlihat adanya variasi konsentrasi HCN akibat perlakuan pemanasan menggunakan sinar matahari. Pada Sampel 1 yang tidak diberikan perlakuan pemanasan, kadar sianida tertinggi ditemukan pada bagian isi biji sebesar 0,661 mg/kg, sedangkan kadar pada daging buah dan daging biji relatif rendah, masing-masing sebesar 0,042 mg/kg dan 0,023 mg/kg. Pada Sampel 2 setelah dilakukan pemanasan selama 1 minggu, terjadi peningkatan kadar sianida pada daging buah (0,253 mg/kg) dan daging biji (0,092 mg/kg). Kadar sianida pada isi biji juga meningkat menjadi 0,690 mg/kg. Sampel 3 yang diberikan pemanasan selama 2 minggu menunjukkan penurunan kadar HCN pada semua bagian. Daging buah memiliki kadar sebesar 0,104 mg/kg, daging biji

sebesar 0,077 mg/kg, dan isi biji sebesar 0,362 mg/kg. Penurunan kadar HCN semakin terlihat pada Sampel 4 yang dipanaskan selama 3 minggu. HCN pada daging buah sebesar 0,191 mg/kg, daging biji 0,069 mg/kg, dan isi biji 0,285 mg/kg. Meski masih ditemukan kandungan HCN, nilainya cenderung menurun jika dibandingkan dengan sampel sebelumnya, terutama pada bagian isi biji.

Tabel 4.2 Hasil Uji Normalitas Pemeriksaan HCN pada Kepayang

		Tests of Normality					
SAMPEL		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
HASIL	SAMPEL 1	.180	4	.	.977	4	.882
	SAMPEL 2	.300	4	.	.896	4	.411
	SAMPEL 3	.283	4	.	.846	4	.212

Hasil uji normalitas didapatkan nilai sig > 0.05 yang mengartikan data tersebut telah tedistribusi normal dan dapat dilanjutkan menggunakan analisis uji One-Way ANOVA.

Tabel 4.3 Hasil Uji One-Way ANOVA Pemeriksaan HCN pada daging buah kepayang

ANOVA					
kadar	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	970.667	2	485.333	.055	.947
Within Groups	79623.000	9	8847.000		
Total	80593.667	11			

Hasil Uji ANOVA One-Way diperoleh nilai F hitung = 12.280 dan nilai Sig. = 0.003 yang mengartikan ada pengaruh signifikan pemanasan

sinar matahari terhadap penurunan kadar asam sianida (HCN) pada sampel 1.

Tabel 4.4 Hasil *Uji One-Way ANOVA* Pemeriksaan HCN pada daging biji buah kepayang

ANOVA

kadar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	800.000	2	400.000	.452	.650
Within Groups	7958.250	9	884.250		
Total	8758.250	11			

Hasil *Uji ANOVA One-Way* diperoleh nilai F hitung = 0.452 dan nilai Sig. = 0.650 yang mengartikan tidak ada pengaruh signifikan pemanasan sinar matahari terhadap penurunan kadar asam sianida (HCN) pada sampel 2.

Tabel 4.5 Hasil *Uji One-Way ANOVA* Pemeriksaan HCN pada isi biji buah kepayang

ANOVA

kadar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	327466.667	2	163733.333	5.237	.031
Within Groups	281367.000	9	31263.000		
Total	608833.667	11			

Hasil *Uji ANOVA One-Way* diperoleh nilai F hitung = 5.237 dan nilai Sig. = 0.031 yang mengartikan ada pengaruh signifikan pemanasan sinar matahari terhadap penurunan kadar asam sianida (HCN) pada sampel 3.

Tabel 4.6 Hasil Uji One-Way ANOVA Pemeriksaan HCN pada seluruh bagian buah kepayang

ANOVA

Perlakuan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	425656.167	2	212828.083	12.280	.003
Within Groups	155986.750	9	17331.861		
Total	581642.917	11			

Hasil Uji ANOVA One-Way diperoleh nilai F hitung = 12.280 dan nilai Sig. = 0.003 yang mengartikan ada pengaruh signifikan pemanasan sinar matahari terhadap penurunan kadar asam sianida (HCN) pada seluruh bagian kepayang.

B. Pembahasan

Buah kepayang (*Pangium edule*) merupakan tanaman yang dikenal memiliki kandungan asam sianida (HCN) tinggi terutama pada isi biji, daging biji dan daging buah. Asam sianida adalah senyawa toksik yang dapat menyebabkan keracunan akut jika dikonsumsi dalam jumlah berlebih. Oleh karena itu, Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kadar sianida yang terdapat dalam buah kepayang. Sampel penelitian ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu bagian daging buah, bagian biji dan bagian isi biji dengan variasi pemanasan sinar matahari. Hal ini dilakukan karena merupakan bagian dari syarat mutu makanan yang harus memenuhi standar regulasi yang tercantum dalam badan pengawasan obat dan makanan No.11 (BPOM, 2021). Sampel dianalisis menggunakan metode destilasi dan pengukuran

12 kadar sianida dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm.

Berdasarkan hasil tabel 4.1, kadar sianida pada daging buah kepayang tanpa pemanasan tercatat sebesar 0,042 mg/kg. Setelah dilakukan pemanasan selama 1 minggu, kadar sianida meningkat menjadi 0,253 mg/kg. Pada pemanasan selama 2 minggu, kadar sianida menurun menjadi 0,104 mg/kg, dan pada pemanasan 3 minggu, tercatat sebesar 0,191 mg/kg.

29 Untuk mengetahui apakah perbedaan kadar sianida antar perlakuan tersebut signifikan, dilakukan uji ANOVA One-Way pada tabel 4.3, hasil analisis menunjukkan nilai F hitung sebesar 0.055 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0.947. Karena nilai signifikansi lebih besar dari 0.05 ($p > 0.05$), maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari pemanasan sinar matahari terhadap perubahan kadar asam sianida (HCN) pada daging buah kepayang.

85 Meskipun secara deskriptif terdapat fluktuasi kadar sianida antar perlakuan, hasil uji statistik menunjukkan bahwa perbedaan tersebut tidak cukup kuat untuk dinyatakan signifikan. Ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain variabilitas data yang cukup tinggi, volume pemanasan yang kurang optimal untuk mempercepat penguapan HCN, atau sifat fisik dan kimia dari jaringan daging buah kepayang yang

67

mungkin membatasi pelepasan sianida meskipun telah terjadi pemanasan.

Peningkatan kadar sianida setelah pemanasan 1 minggu dapat disebabkan oleh proses hidrolisis senyawa glukosida sianogenik menjadi HCN bebas yang belum sepenuhnya menguap. Sedangkan pada perlakuan 2 dan 3 minggu, terjadi

kecenderungan penurunan kadar HCN, kemungkinan akibat paparan panas sinar matahari yang lebih lama sehingga memungkinkan terjadinya evaporasi sebagian sianida. Namun, berdasarkan uji statistik, perubahan tersebut tidak konsisten dan tidak cukup besar untuk dianggap signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa pemanasan sinar matahari dalam kondisi penelitian ini belum efektif menurunkan kadar sianida secara signifikan pada daging buah kepayang.

Berdasarkan hasil pada tabel 4.1, diketahui bahwa kadar asam sianida (HCN) pada daging biji buah kepayang tanpa pemanasan adalah sebesar 0,023 mg/kg. Setelah dilakukan pemanasan dengan sinar matahari selama satu minggu, kadar HCN meningkat menjadi 0,092 mg/kg, kemudian sedikit menurun menjadi 0,077 mg/kg pada pemanasan dua minggu, dan terus menurun menjadi 0,069 mg/kg setelah pemanasan selama tiga minggu.

Selanjutnya dilakukan uji statistik menggunakan One-Way ANOVA pada tabel 4.4, Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai F

68

38

hitung = 0.452 dengan nilai signifikansi (Sig.) = 0.650. Karena nilai signifikansi lebih besar dari 0.05 ($p > 0.05$), maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari perlakuan pemanasan sinar matahari terhadap kadar asam sianida (HCN) pada daging biji buah kepayang.

Hasil ini menunjukkan bahwa proses pemanasan sinar matahari dalam durasi 1 hingga 3 minggu belum mampu secara efektif menurunkan kadar HCN secara signifikan pada bagian daging biji. Salah satu kemungkinan penyebabnya adalah bahwa pemanasan sinar matahari yang alami memiliki suhu yang tidak cukup tinggi untuk mengakibatkan evaporasi HCN secara maksimal. Seperti yang dijelaskan oleh Chandrasekara dan Kumar (2016), suhu pemanasan yang tidak mencapai titik volatilitas optimal dari HCN dapat menyebabkan degradasi sianogenik yang tidak maksimal, sehingga kadar sianida tetap bertahan di dalam jaringan tanaman selain itu, struktur jaringan biji yang padat dan keras dapat menghambat proses pelepasan HCN ke lingkungan, sehingga menurunkan efisiensi pengurangan kadar sianida selama proses pengeringan alami. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh (Cumbana et al., 2010) yang menyatakan bahwa laju pelepasan HCN sangat dipengaruhi oleh porositas dan ketebalan jaringan tanaman.

Secara keseluruhan, meskipun secara deskriptif terlihat adanya tren penurunan kadar HCN setelah perlakuan pemanasan, namun

secara statistik hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pemanasan sinar matahari selama periode 1–3 minggu tidak memberikan efek signifikan terhadap penurunan kadar HCN pada daging biji buah kepayang.

Berdasarkan pada tabel 4.1, kadar asam sianida (HCN) pada bagian isi biji buah kepayang tanpa pemanasan tercatat sebesar 0,661 mg/kg. Setelah diberikan perlakuan pemanasan sinar matahari selama satu minggu, kadar HCN sedikit meningkat menjadi 0,690 mg/kg. Namun, setelah dua minggu pemanasan, terjadi penurunan kadar HCN menjadi 0,362 mg/kg, dan semakin menurun hingga 0,285 mg/kg setelah pemanasan selama tiga minggu.

Pada tabel 4.5 hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa diperoleh nilai F hitung = 5,273 dengan nilai signifikansi (Sig.) = 0,031. Karena nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari pemanasan sinar matahari terhadap penurunan kadar asam sianida (HCN) pada isi biji buah kepayang.

Hasil ini mengindikasikan bahwa pemanasan sinar matahari mampu mengurangi kandungan HCN secara signifikan setelah periode tertentu. Pemanasan dapat mempercepat reaksi hidrolisis senyawa glikosida sianogenik yang ada dalam biji, sehingga HCN lebih mudah menguap. Menurut Bradbury (2006), sinar matahari mampu meningkatkan degradasi senyawa linamarin dan lotaustralin yang

merupakan prekursor HCN melalui reaksi kimia yang dipercepat oleh suhu tinggi.

Selain itu, selama proses pemanasan alami, suhu lingkungan yang meningkat dapat mempercepat evaporasi air dan gas termasuk HCN dari jaringan biji yang relatif lebih terbuka dibandingkan jaringan daging biji. Studi oleh (Cumbana et al., 2010) juga mendukung hal ini dengan menyatakan bahwa proses pengeringan yang berlangsung lebih lama meningkatkan pelepasan sianida dari bahan tanaman, khususnya pada bagian dalam jaringan yang memiliki kandungan air cukup tinggi.

Dengan demikian, berdasarkan data dan hasil uji statistik, dapat dinyatakan bahwa pemanasan sinar matahari efektif menurunkan kadar asam sianida (HCN) secara signifikan pada bagian isi biji buah kepayang. Semakin lama durasi pemanasan, maka semakin besar penurunan kadar HCN yang terjadi.

Berdasarkan tabel 4.1 hasil pengukuran kadar HCN pada seluruh bagian buah kepayang mengalami perubahan setelah diberikan perlakuan pemanasan. Kadar HCN pada daging buah tanpa pemanasan tercatat sebesar 0,042 mg/kg, kemudian meningkat setelah satu minggu pemanasan menjadi 0,253 mg/kg, menurun menjadi 0,104 mg/kg setelah dua minggu pemanasan, dan sedikit meningkat menjadi 0,191 mg/kg setelah tiga minggu. Pada daging biji, kadar HCN tanpa pemanasan sebesar 0,023 mg/kg, meningkat menjadi 0,092 mg/kg

setelah satu minggu pemanasan, lalu sedikit menurun menjadi 0,077 mg/kg pada dua minggu dan menjadi 0,069 mg/kg setelah tiga minggu. Pada bagian isi biji, kadar HCN tanpa pemanasan sebesar 0,661 mg/kg, meningkat tipis menjadi 0,690 mg/kg setelah satu minggu, dan kemudian mengalami penurunan bertahap menjadi 0,362 mg/kg pada dua minggu dan 0,285 mg/kg pada tiga minggu pemanasan.

Pada tabel 4.6 dilakukan uji One-Way ANOVA terhadap data kadar HCN pada seluruh bagian kepayang. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa diperoleh nilai F hitung = 12,280 dan nilai signifikansi (Sig.) = 0,003. Karena nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa pemanasan sinar matahari memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan kadar asam sianida (HCN) pada seluruh bagian buah kepayang.

Penurunan kadar HCN ini diduga disebabkan oleh proses penguapan HCN akibat pemanasan, serta degradasi enzimatis senyawa glikosida sianogenik yang terkandung dalam buah kepayang. Sinar matahari meningkatkan suhu permukaan bahan, yang mempercepat proses hidrolisis glikosida menjadi senyawa HCN bebas yang lebih mudah menguap. (Bradbury & Denton, 2010) menjelaskan bahwa proses pengeringan alami melalui pemanasan dapat secara efektif mengurangi kandungan sianida dalam bahan pangan dengan cara mempercepat pelepasan HCN.

Penelitian lain oleh (Cumbana et al., 2010) juga mendukung bahwa pemanasan atau pengeringan basah-panas mempercepat penurunan sianida karena aktivitas enzim linamarase yang teraktivasi pada suhu tertentu, sehingga glikosida sianogenik terurai menjadi HCN yang lebih mudah menguap ke lingkungan.

Pada perlakuan tanpa pemanasan, kadar asam sianida (HCN) yang terdeteksi pada bagian daging buah dan daging biji buah kepayang menunjukkan nilai yang relatif rendah. Salah satu faktor yang mempengaruhi hal ini adalah kandungan air yang masih tinggi dalam jaringan buah yang belum mengalami proses pemanasan atau pengeringan. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan senyawa glikosida sianogenik tetap berada dalam bentuk terikat, karena belum terjadi pemecahan secara optimal oleh enzim β -glukosidase. Enzim ini memerlukan kondisi suhu tertentu untuk bekerja secara aktif. Dalam kondisi mentah dengan suhu lingkungan yang relatif rendah, aktivitas enzim tersebut belum maksimal, sehingga proses hidrolisis glikosida menjadi HCN bebas yang mudah terdeteksi belum terjadi secara signifikan. Selain itu, tingginya kadar air juga dapat memengaruhi efisiensi ekstraksi dan deteksi HCN selama analisis laboratorium, karena air dapat menghambat proses pelepasan dan volatilitas HCN. Akibatnya, meskipun senyawa prekursor ada dalam jaringan, hasil pengukuran menunjukkan kadar HCN yang rendah. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Bradbury & Denton, 2010) yang menunjukkan

bahwa proses pengeringan atau pemanasan diperlukan untuk mengaktifkan enzim dan memfasilitasi pelepasan HCN dari senyawa glikosida pada produk seperti singkong. Dalam kondisi basah, pelepasan HCN menjadi kurang efektif.

79 Berdasarkan Peraturan BPOM Nomor 11 Tahun 2021 tentang Batas Maksimal Cemaran Kimia dalam Pangan, kadar maksimal residu asam sianida dalam produk pangan ditetapkan sebesar 1 ppm atau 1 mg/kg. jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini, kadar sianida yang terdeteksi pada seluruh perlakuan, baik tanpa pemanasan maupun setelah pemanasan hingga tiga minggu, masih jauh di bawah batas maksimum yang diperbolehkan oleh BPOM. Dari hasil Analisa kadar HCN tertinggi pada daging buah setelah pemanasan selama satu minggu tercatat sebesar 0,253 mg/kg, yang masih jauh lebih kecil dari ambang batas 1 mg/kg.

6 Hal ini menunjukkan bahwa baik sebelum maupun setelah perlakuan pemanasan sinar matahari, kadar HCN pada buah kepayang yang diteliti sudah aman untuk dikonsumsi berdasarkan standar keamanan pangan nasional. Meskipun kadar asam sianida (HCN) yang terdeteksi dalam buah kepayang setelah perlakuan pemanasan berada jauh di bawah batas maksimal yang ditetapkan BPOM, penting untuk memahami bahwa konsumsi asam sianida secara terus-menerus, bahkan dalam jumlah kecil, dapat menimbulkan akumulasi efek toksik di dalam tubuh. dengan demikian pemanasan menggunakan sinar

matahari dapat direkomendasikan sebagai salah satu metode sederhana untuk menurunkan kadar sianida pada buah kepayang, meningkatkan keamanan pangan, dan memenuhi persyaratan regulasi yang ditetapkan oleh BPOM.

Secara keseluruhan, dapat dikatakan bahwa pemanasan menggunakan sinar matahari efektif untuk mengurangi kandungan asam sianida pada bagian isi biji buah kepayang sebelum dikonsumsi, namun kurang efektif pada bagian daging buah dan daging biji.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Marina, 2018) yang menyatakan bahwa proses lama pengukusan (penguapan) berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan kadar asam sianida (HCN) khususnya selama 30 menit memberikan hasil terbaik, serta penelitian lain sejalan dengan penelitian ini dilakukan (Ramdan et al., 2017) yang mengatakan bahwa penurunan kadar sianida (HCN) dapat dilakukan dengan pemanasan dalam waktu 6 menit dalam suhu 100°C.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemanasan sinar matahari terhadap kadar asam sianida (HCN) pada berbagai bagian buah kepayang (*Pangium edule*). Berdasarkan hasil analisis data dan uji statistik yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pemanasan sinar matahari selama 1 - 3 minggu pada daging buah tidak menurunkan kadar HCN secara signifikan (signifikansi $> 0,05$), meskipun terjadi fluktuasi antar perlakuan.
2. Pemanasan sinar matahari selama 1–3 minggu pada daging biji juga tidak menurunkan kadar HCN secara signifikan (signifikansi $> 0,05$), kemungkinan karena daging biji yang padat dan suhu lingkungan yang kurang optimal.
3. Pemanasan sinar matahari selama 1–3 minggu pada isi biji terbukti signifikan menurunkan kadar HCN (signifikansi $< 0,05$), diduga akibat peningkatan suhu yang mempercepat hidrolisis glikosida sianogenik menjadi HCN bebas.
4. Pemanasan sinar matahari selama 1–3 minggu pada seluruh bagian buah berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar

HCN (signifikansi $< 0,05$), meskipun efektivitasnya berbeda tergantung bagian buah.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan di atas, maka dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Pemanasan sinar matahari selama 1–3 minggu belum terbukti efektif menurunkan kadar racun HCN secara signifikan pada bagian daging buah kepayang, masyarakat disarankan untuk tidak langsung mengonsumsi daging buah kepayang mentah. Sebaiknya dilakukan pengolahan tambahan seperti perebusan atau pengukusan sebelum dikonsumsi untuk memastikan keamanannya.
2. Mengingat daging biji yang padat membuat kadar racun sulit berkurang hanya dengan pengeringan matahari, masyarakat sebaiknya menghaluskan atau memotong kecil-kecil bagian ini sebelum dijemur, atau memilih cara lain seperti merebus dalam air mendidih agar racun HCN dapat keluar lebih optimal.
3. Karena pemanasan sinar matahari terbukti **efektif menurunkan kadar HCN secara signifikan** pada isi biji, masyarakat dapat **mengandalkan penjemuran sebagai salah satu cara sederhana dan aman** dalam mengolah bagian ini. Namun, tetap disarankan

- untuk **menjemur isi biji minimal selama 3 minggu** di bawah sinar matahari langsung agar hasilnya maksimal.
4. Meskipun pemanasan sinar matahari berdampak signifikan terhadap penurunan racun HCN pada seluruh bagian buah, efektivitasnya berbeda-beda. Maka dari itu, masyarakat sebaiknya **mengolah setiap bagian buah kepayang secara spesifik sesuai karakteristiknya**, misalnya isi biji cukup dijemur, sedangkan daging buah dan biji sebaiknya **dimasak atau dikombinasikan dengan metode lain** untuk memastikan keamanan konsumsi.
 5. Penelitian lanjutan disarankan untuk melakukan metode pemanasan lain seperti pengukusan atau perebusan guna membandingkan efektivitasnya dengan pemanasan sinar matahari. Selain itu, memperpanjang durasi pemanasan di atas tiga minggu dapat memberikan gambaran lebih jelas terhadap tren penurunan kadar HCN.
 6. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan metode ekstraksi yang lebih efektif seperti pelarut polar dan teknik homogenisasi mekanik agar sampel lebih homogen dan hasil analisis lebih akurat. Metode pemanasan alternatif seperti refluks atau soxhlet dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pelepasan HCN. Analisis sianida sebaiknya menggunakan metode yang lebih sensitif

seperti Headspace Gas Chromatography (GC) atau Ion-Selective Electrode (ISE).

7. Peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan duplikasi (duplo) atau tiga kali pengulangan (triplo) pada setiap perlakuan guna meningkatkan validitas dan reliabilitas data. Pengulangan ini penting untuk meminimalkan kesalahan analisis, mengontrol variabilitas biologis dalam sampel, serta memberikan dasar yang kuat dalam uji statistik, sehingga hasil yang diperoleh lebih representatif dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.