

RINGKASAN DISERTASI

**EFIKASI MINUMAN SARI KELOR-KURMA
TERHADAP PENURUNAN TEKANAN DARAH, KADAR
ENZIM ACE DAN F2 ISOPROSTAN WANITA USIA
SUBUR PRA-HIPERTENSI**

TRIAGUNG YULIYANA



**PROGRAM STUDI ILMU GIZI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

**SIDANG PROMOSI
PROGRAM DOKTOR
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Judul disertasi : Efikasi Minuman Sari Kelor-Kurma Terhadap Penurunan Tekanan Darah, Kadar Enzim ACE dan F2 Isoprostan Wanita Usia Subur Pra-hipertensi

Nama : Triagung Yuliyana

NIM : I161190091

Program Studi : Ilmu Gizi

Komisi Pembimbing : Prof. Dr. Drs. Rimbawan
Prof. Dr. Ir. Evy Damayanthi, M.S.
Dr.agr. Eny Palupi, S.T.P., M.Sc.

Pelaksanaan ujian tertutup

Hari/Tanggal : Senin/ 16 Desember 2024

Waktu : 10.00 WIB s/d selesai

Tempat : Ruang Betakaroten

Penguji Luar Komisi : Prof. Dr. Ir. Sri Anna Marliyati, M.S
(Departemen Gizi Masyarakat,
Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor)
Prof. Dr. Irmanida Batubara, SSi., MSi
(Departemen Kimia, Institut Pertanian Bogor)

Pelaksanaan Sidang Promosi

Hari/Tanggal : Rabu/ 8 Januari 2025

Waktu : 13.00 WIB s/d selesai

Tempat : Ruang 202 Gedung SPS-IPB

Penguji Luar Komisi : Prof. Dr. Ir. Sri Anna Marliyati, M.S
(Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas
Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor)
Dr. Fitrah Ernawati, M.Sc
(Peneliti Pusat Riset Kesehatan Masyarakat
dan Gizi, BRIN)

RINGKASAN

TRIAGUNG YULIYANA. Efikasi Minuman Sari Kelor-Kurma Terhadap Penurunan Tekanan Darah, Kadar Enzim ACE dan F2 Isoprostan Wanita Usia Subur Pra-Hipertensi. Dibimbing oleh RIMBAWAN, EVY DAMAYANTHI dan ENY PALUPI.

Hipertensi merupakan penyakit tidak menular (PTM) yang menyerang banyak orang di seluruh dunia. Hipertensi menyerang sekitar 25% dari populasi orang dewasa di seluruh dunia. Pada tahun 2025, prevalensinya diperkirakan akan meningkat hingga 60% atau 1,39 miliar orang. Pra-hipertensi merupakan kondisi dengan tekanan darah sistolik berkisar antara 120-139 mmHg dan tekanan darah diastolik berkisar antara 80-89 mmHg. Ekstrak daun kelor memiliki aktivitas hipotensi yang dikaitkan dengan kandungan flavonoid, seperti kuersetin dan kaempferol glikosida. Penurunan tekanan darah dengan pemberian daun kelor diperkirakan karena adanya kandungan flavonoid dan aktivitas antioksidan yang diketahui dapat meningkatkan resistensi kapiler, tonus vena dan stabilitas kolagen yang mempengaruhi kerja aktivitas penghambatan pada enzim dekarboksilase, elastase dan angiotensin converting enzyme (ACE) sehingga mengurangi sirkulasi angiotensin. Kurma mengandung antioksidan dan senyawa fenolik yang memiliki fungsi menghambat aktivitas ACE yang berpotensi untuk menurunkan tekanan darah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian minuman sari kelor-kurma yang mengandung flavonoid sebagai antioksidan dan menghambatan kerja enzim ACE yaitu dengan mengurangi kerja angiotensin II pada Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (RAAS) sehingga terjadi vasodilatasi, yang selanjutnya dapat meningkatkan fungsinya sebagai pengatur tekanan darah arteri dan keseimbangan elektrolit yang berpotensi menurunkan tekanan darah, kadar enzim ACE dan F2 isoprostan pada kelompok wanita usia subur (WUS) pra-hipertensi. Tujuan khususnya adalah untuk mengembangkan formula minuman sari kelor-kurma, menganalisis karakteristik subjek, menganalisis asupan gizi subjek kontrol dan intervensi, mengkaji pengaruh pemberian minuman sari kelor terhadap tekanan darah sistolik dan diastolik, kadar enzim ACE dan F2 isoprostan pada kelompok WUS pra-hipertensi.

Penelitian ini menggunakan desain quasi eksperimental dengan 4 minggu intervensi dipisahkan dengan 1 minggu periode wash-out untuk mengurangi carry over effect. Penelitian ini terdiri atas dua tahap, yaitu tahap pertama adalah penelitian pendahuluan yang berupa pengembangan produk dan mendapatkan formula standar yang diperoleh melalui trial and error kemudian dianalisis sifat fisik, zat gizi proksimat dan komponen bioaktif serta organoleptik. Tahap kedua adalah penelitian lanjutan yang bertujuan mengkaji pengaruh intervensi minuman sari kelor-kurma terhadap tekanan darah dan biomarker stress oksidatif. Tahapan yang dilakukan meliputi skrining calon subjek yang dilanjutkan dengan penetapan subjek berupa pengumpulan data konsumsi pangan menggunakan kuesioner dan

pengukuran status gizi secara antropometri. Studi ini telah mendapatkan persetujuan etik penelitian dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) RSUD Dr. Moewardi dengan nomor registrasi 131/I/HREC/2023. Kriteria inklusi yang digunakan adalah wanita 20-45 tahun, pra-hipertensi (tekanan darah sistolik 120-139 mmHg; tekanan darah diastolik 80-89 mmHg), tidak mengalami hiperkolesterolemia, hiperuricemia dan hiperglikemia, serta gangguan penyakit kronis lainnya, tidak mengonsumsi obat hipertensi, vitamin atau suplemen. Kriteria eksklusi pada penelitian adalah pergi keluar kota selama intervensi, hamil/menyusui, mengalami gangguan komunikasi, calon subjek tidak bersedia mengikuti penelitian. Penghitungan jumlah subjek minimal ditentukan berdasarkan desain crossover. Sebanyak 16 orang subjek terlibat dalam penelitian ini yang dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok intervensi masing-masing 8 orang. Kelompok intervensi diberikan minuman sari kelor-kurma dengan dosis harian sebesar 300 ml yang diberikan di pagi hari (150 ml) dan sore hari (150 ml).

Hasil penelitian menunjukkan dalam 100 ml minuman sari kelor-kurma terkandung energi 383,47 kkal, protein 4,23 g, karbohidrat 91,64 g, kapasitas antioksidan 86,73%, Ascorbic Acid Equivalent Antioxidant Capacity (AEAC) 89,36 ppm, total flavonoid 0,70 mg, kuersetin 0,41 mg, dan kaempferol 0,23 mg. Setelah intervensi, mengonsumsi 300 ml minuman sari kelor-kurma setiap hari menghasilkan penurunan signifikan pada tekanan darah, enzim ACE, dan kadar F2 isoprostan pada kelompok tersebut ($p < 0,05$). Penurunan tekanan darah tersebut adalah sebesar 7,48% dan 5,33% dari kontrol sebelumnya untuk tekanan sistolik dan diastolik, bersamaan dengan penurunan sebesar 19,1% pada kadar enzim ACE dan penurunan sebesar 15,3% pada kadar isoprostan F2. Karakteristik subjek antar kelompok intervensi homogen ($p > 0,05$). Data konsumsi dan aktivitas fisik dikumpulkan sebelum dan setelah intervensi, menunjukkan jika tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0,05$) sebelum dan setelah intervensi serta antar kelompok intervensi. Mengartikan subjek tidak mengubah konsumsi dan aktivitas fisiknya, sehingga perubahan pada kadar enzim ACE dan F2 isoprostan terjadi akibat intervensi yang diberikan. Hasil uji klinis menunjukkan bahwa minuman sari kelor-kurma memiliki potensi dapat memperbaiki tekanan darah menjadi normal melalui mekanisme penurunan ACE inhibitor dan penurunan stres oksidatif.

Kata Kunci: Antioksidan; Minuman sari kelor-kurma; Enzim ACE; F2 Isoprostan; Pra-Hipertensi

SUMMARY

TRIAGUNG YULIYANA. Efficacy of Dates-Moringa Extract Drink on Reducing Blood Pressure, ACE Enzyme Levels, and F2 Isoprostanes in Women of Reproductive Age with Pre-Hypertension. Supervised by RIMBAWAN, EVY DAMAYANTHI and ENY PALUPI.

Hypertension is a non-communicable disease (NCD) that affects many people worldwide. Hypertension affects approximately 25% of the adult population worldwide. By 2025, its prevalence is expected to increase by 60% or 1.39 billion people. Prehypertension is a condition with systolic blood pressure ranging from 120–139 mmHg and diastolic blood pressure ranging from 80-89 mmHg. Moringa leaf extract has hypotensive activity associated with its flavonoid content, such as quercetin and kaempferol glycosides. The decrease in blood pressure from the administration of moringa leaves is thought to be due to the presence of tannins and flavonoids, which are known to enhance capillary resistance, venous tone, and collagen stability, affecting the inhibitory activity on decarboxylase, elastase, and angiotensin-converting enzyme, thereby reducing angiotensin circulation. Date fruit contains antioxidants and phenolic compounds that function to inhibit ACE activity, which has the potential to lower blood pressure.

This study aims to examine the effect of administering dates-moringa extract drink containing flavonoids as antioxidants and inhibiting ACE enzyme activity by reducing angiotensin II activity in the Renin-Angiotensin-Aldosterone-System (RAAS), leading to vasodilation. This enhances its function as a regulator of arterial blood pressure and electrolyte balance, potentially lowering blood pressure, ACE enzyme levels, and F2 isoprostane levels in pre-hypertensive women of reproductive age. The specific objectives are to develop a moringa-date drink formula, analyze the characteristics of the subjects, analyze the nutritional intake of the control and intervention subjects, and examine the effect of the dates-moringa extract on systolic and diastolic blood pressure, ACE enzyme levels, and F2 isoprostane levels in the pre-hypertensive women of reproductive age.

This study used a quasi-experimental design with a crossover approach conducted four weeks of intervention separated a one week wash-out period to reduce carry over effects. This research consists of two stages, the first stage is preliminary research in the form of product development and obtaining a standard formula through trial and error, followed by an analysis of physical properties, proximate nutrients, bioactive components, and organoleptic characteristics. The second stage is advanced research aimed at examining the effects of the intervention of dates-moringa extract drink on blood pressure and oxidative stress biomarkers. The stages carried out include screening potential subjects, followed by the determination of subjects through the collection of food consumption data using questionnaires and the measurement of nutritional status through

anthropometry.

This study has obtained research ethics approval from the Health Research Ethics Commission (KEPK) of Dr. Moewardi Hospital with registration number 131/I/HREC/2023. The inclusion criteria used are women aged 20-45 years, with pre-hypertension (systolic blood pressure 120-139 mmHg; diastolic blood pressure 80-89 mmHg), not experiencing hypercholesterolemia, hyperuricemia, and hyperglycemia, as well as other chronic disease disorders, and not consuming antihypertensive medications, vitamins, or supplements. The exclusion criteria in the study are going out of town during the intervention, being pregnant/breastfeeding, experiencing communication disorders, being uncooperative, and potential subjects not being willing to participate in the research. The calculation of the minimum number of subjects is determined based on the cross-over design. A total of 16 subjects participated in this study, divided into two groups, a control group and an intervention group, each consisting of 8 individuals. The intervention group was given a dates-moringa extract drink with a daily dosage of 300 ml, administered in the morning (150 ml) and in the evening (150 ml).

The research results indicate that the dates-moringa extract drink contains 383.47 kcal of energy, 4.23 g of protein, 91.64 g of carbohydrates, an antioxidant capacity of 86.73%, AEAC of 89.36 ppm, total flavonoids of 0.70 mg, quercetin of 0.41 mg, and kaempferol of 0.23 mg per 100 ml. After the intervention, consuming 300 ml daily resulted in a significant decrease in blood pressure, ACE enzyme levels, and isoprostane F2 levels in the group ($p < 0.05$). The decrease in blood pressure is 7.48% and 5.33% from the previous control for systolic and diastolic pressure, along with a 19.1% decrease in ACE enzyme levels and a 15.3% decrease in isoprostane F2 levels. The characteristics of the subjects among the homogeneous intervention groups showed no significant differences ($p > 0.05$). Data on consumption and physical activity were collected before and after the intervention, indicating that there were no significant differences ($p > 0.05$) before and after the intervention, as well as among the intervention groups. This means that the subjects did not change their consumption and physical activity, so the changes in ACE enzyme levels and F2 isoprostan occurred as a result of the intervention provided. The results of clinical trials indicate that the moringa-date juice has the potential to normalize blood pressure through the mechanisms of reducing ACE inhibitors and decreasing oxidative stress.

Keywords: Antioxidants, Dates-Moringa Extract Drink, ACE Enzyme, F2 Isoprostanes, PreHypertension

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2023 sampai bulan Februari 2024 dengan judul “Efikasi Minuman Sari Kelor-Kurma Terhadap Penurunan Tekanan Darah, Kadar Enzim ACE dan F2 Isoprostan Wanita Usia Subur Pra-hipertensi”.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Drs. Rimbawan, Prof. Dr. Ir. Evy Damayanthi, M.S. dan Dr.agr. Eny Palupi, S.T.P., M.Sc. yang telah membimbing dan meluangkan waktu untuk berdiskusi, memberikan arahan dan ilmu serta motivasi kepada penulis.
2. Beasiswa Yayasan DOHA (Prof. Dr. Dr. dr. Hafiz) Scholarship Universitas Indonesia Maju (UIMA) Jakarta, Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset Teknologi Pendidikan Tinggi untuk Beasiswa Sebagian Biaya Pendidikan Tahun 2020 dan pendanaan Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju (RIIM) BRIN gelombang 4.
3. Rektor Universitas Indonesia Maju (UIMA) Jakarta beserta staf dan jajarannya yang telah memberi izin dan membantu selama pelaksanaan penelitian.
4. Ayah dan Almh. ibu (Yuwono dan Ninik Sumiati), serta kakak (Eka Marita Anggrarini dan Dwee Yossy Rianto Anggoro) yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya kepada penulis.
5. Ketua Program Studi, seluruh dosen, dan tenaga kependidikan Program Studi S1 Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Indonesia Maju (UIMA) Jakarta yang telah memberikan dukungan untuk kelancaran studi S3 penulis.
6. Prof. Dr. Ir. Sri Anna Marliyati, M.S. dan drh. Min Rahminiwati M.S., Ph.D. sebagai dosen penguji pada ujian kualifikasi lisan. Dr. dr. Mira Dewi, MSi dan Dr. Zuraidah Nasution, STP, MSc sebagai dosen pembahas saat kolokium. Dr. Ir. Diah Krisnatuti, M.S. sebagai moderator seminar. Prof. Dr. Ir. Sri Anna Marliyati, M.S. dan Prof. Dr. Irmanida Batubara, SSi., MSi sebagai dosen penguji saat ujian tertutup. Prof. Dr. Ir. Sri Anna Marliyati, M.S. dan Dr. Fitrah Ernawati, M.Sc sebagai dosen penguji luar komisi saat promosi doktor. Terima kasih atas koreksi, arahan, dan masukan yang diberikan untuk semakin menyempurnakan disertasi penulis.
7. Rekan S3 Ilmu Gizi IPB Angkatan 2019, terima kasih atas kebersamaan, dukungan dan rasa kekeluargaan selama penulis menempuh pendidikan S3 Ilmu Gizi IPB.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2025

Triagung Yuliyana

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.6 Kebaruan (novelty)	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i> lamk)	5
2.2 Kandungan Flavonoid pada Daun Kelor	6
2.3 Kurma Sukkari	7
2.4 Kandungan Flavonoid pada Kurma	8
2.5 Tekanan Darah	9
2.6 Hipertensi pada Wanita Usia Subur	10
2.7 Penurunan Tekanan Darah Akibat Pemberian Daun Kelor	11
2.8 Penurunan Tekanan Darah Akibat Pemberian Kurma	12
2.9 Hubungan Enzim ACE pada Hipertensi	13
2.10 Hubungan Enzim ACE pada Hipertensi	14
2.11 Hubungan F2 Isoprostan pada Hipertensi	15
III METODE	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Prosedur Kerja	16
3.3 Jenis dan Cara Pengumpulan Data	17
3.4 Analisis data	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Penelitian Pendahuluan	18
4.2 Penelitian Tahap Intervensi	25
V PEMBAHASAN UMUM	35
5.1 Pembahasan Umum	35
5.2 Kekuatan dan Keterbatasan Penelitian	40
5.3 Implikasi Hasil Penelitian	40
V SIMPULAN DAN SARAN	40
6.1 Simpulan	40
6.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
RIWAYAT HIDUP	45

DAFTAR TABEL

1	Komponen gizi dalam 100g daun kelor	6
2	Kandungan flavonoid daun kelor	7
3	Komposisi proksimat, nilai gizi dan kandungan mineral kurma sukkari	8
4	Kandungan flavonoid dalam buah kurma	9
5	Penelitian sebelumnya manfaat kelor terkait dengan tekanan darah	12
6	Penelitian sebelumnya manfaat kurma terkait dengan tekanan darah	13
7	Nilai rata-rata karakteristik fisik minuman sari kelor-kurma	18
8	Kandungan zat gizi minuman sari kelor-kurma per 100 ml	21
9	Kandungan gizi produk terpilih minuman sari kelor-kurma	24
10	Sebaran subjek berdasarkan karakteristik dan antropometri	25
11	Rata-rata asupan energi dan zat gizi <i>baseline</i> dan <i>endline</i>	26
12	Sebaran subjek wanita usia subur berdasarkan aktivitas fisik	27
13	Kepatuhan subjek wanita usia subur pra-hipertensi	28
14	Pengaruh minuman sari kelor-kurma terhadap tekanan darah sistolik	29
15	Pengaruh minuman sari kelor-kurma terhadap tekanan darah diastolik	30
16	Pengaruh minuman sari kelor-kurma terhadap kadar enzim ACE	32
17	Pengaruh minuman sari kelor-kurma terhadap kadar F2 isoprostan	33

DAFTAR GAMBAR

1	Representasi skema renin-angiotensin-aldosteron-system (RAAS)	10
2	Mekanisme kerja minuman sari kelor-kurma terhadap tekanan darah melalui interaksi sistem renin-angiotensin-aldosteron	38

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hipertensi merupakan penyakit tidak menular (PTM) yang banyak diderita penduduk seluruh dunia. Hipertensi mempengaruhi sekitar 25% dari populasi orang dewasa di seluruh dunia. Data WHO tahun 2023 menunjukkan bahwa dari tahun 1999 sampai dengan 2019 di wilayah Asia Tenggara dan Pasifik Barat terjadi peningkatan prevalensi hipertensi sebanyak 144%. Pada tahun 2025, prevalensi hipertensi diperkirakan akan ada 1,5 miliar orang dan diperkirakan sebanyak 10,44 juta per tahun orang akan meninggal akibat hipertensi dan komplikasinya (Kario et al. 2024). Hipertensi merupakan faktor risiko utama untuk penyakit kardiovaskular termasuk penyakit jantung koroner, gagal jantung, stroke, infark miokard, fibrilasi atrium dan penyakit arteri perifer, penyakit ginjal kronis dan gangguan kognitif, dan merupakan penyakit tunggal utama yang menjadi kontributor semua penyebab kematian dan kecacatan di seluruh dunia (Oparil et al. 2018). Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018 di Indonesia, prevalensi hipertensi pada penduduk usia ≥ 18 tahun sebesar 34,1% (Kemenkes RI 2019). Data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 menunjukkan bahwa prevalensi hipertensi di Jawa Barat sebesar 32,6% dan berdasarkan karakteristik jenis kelamin terjadi pada wanita (32,8%) yang lebih tinggi dibandingkan laki-laki (25,6%) dan 10% terjadi pada wanita usia subur (WUS) (15-49 tahun). Hipertensi $>13\%$ terjadi pada WUS di usia 20-34 tahun dan 30% usia 35-44 tahun di Amerika Serikat (Cameron et al. 2023). Data Profil Dinas Kesehatan Kota Depok menyebutkan bahwa hipertensi menjadi PTM tertinggi pada usia ≥ 15 tahun pada tahun 2023 sebesar 93,3%. Prevalensi pra-hipertensi pada WUS sebesar 51,4% (Kemenkes RI 2019). Masalah hipertensi yang tidak ditangani dengan baik akan berdampak pada penurunan produktivitas akibat ketidakhadiran dalam bekerja, penurunan kualitas hidup, dan kematian dini (Chaturvedi et al. 2024).

Menurut klasifikasi Joint National Committee (JNC)-7, seseorang dinyatakan mempunyai tekanan darah normal jika nilai tekanan darah sistolik <120 mmHg atau nilai diastolik <80 mmHg, Pra-hipertensi sendiri dengan nilai sistolik 120-139 mmHg atau nilai diastolik 80-89 mmHg, Hipertensi tahap 1 dengan nilai sistolik 140-159 mmHg atau nilai diastolik 90-99 mmHg, Hipertensi tahap 2 dengan nilai sistolik ≥ 160 mmHg atau nilai diastolik ≥ 100 mmHg (Chobanian et al. 2003). Kondisi pra-hipertensi memiliki tekanan darah sistolik berkisar antara 120-139 mmHg dan tekanan darah diastolik berkisar antara 80-89 mmHg (Egan et al. 2015). Hipertensi atau tekanan darah tinggi, jika tidak diobati dapat mengakibatkan hipertrofi miokard yang mengakibatkan gagal jantung (Saheera et al. 2020). Dengan demikian, maka pra-hipertensi harus segera dikontrol untuk mencegah terjadinya peningkatan tekanan darah secara berkelanjutan.

Prediksi risiko hipertensi merupakan salah satu intervensi yang berperan dalam pencegahan dan penanganan hipertensi sejak dini yaitu dengan mengenali faktor-faktor risiko hipertensi (Zhao et al. 2021). WUS lebih beresiko menderita hipertensi dengan tingkat hipertensi berat karena keterpaparan wanita lebih tinggi

terhadap faktor resiko dibandingkan laki-laki, seperti penggunaan obat-obat hormonal yang diduga berkaitan dengan perubahan hormonal sedangkan laki-laki lebih banyak menderita hipertensi pada usia >40 tahun (Wilkie et al. 2022). WUS yaitu wanita yang masih dalam usia reproduktif (sejak mendapat haid pertama dan sampai berhentinya haid), yaitu antara usia 15-49 tahun, dengan status belum menikah, menikah, atau janda, yang masih berpotensi untuk mempunyai keturunan (Nurachma et al. 2022).

Hipertensi merupakan salah satu penyakit pembuluh darah sering disebut “the silent killer” karena tidak memiliki tanda gejala atau keluhan (Fatima et al. 2021). Sebagian besar penderita hipertensi di Indonesia tidak terdiagnosis dan tidak menyadari bahwa mereka menderita hipertensi, hanya sebagian kecil yang berobat secara teratur (Faisal et al. 2022). Obat hipertensi digolongkan ke dalam beberapa kelompok berdasarkan mekanisme kerja yaitu diuretik, angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitor, Angiotensin Reseptor Blocker, Canal Calcium Blocker dan Beta Bloker. Beberapa merk obat yang beredar di masyarakat antara lain Hidroclortiazid (HCT), Amlodipin (Aml), Captopril (Cap), Valsartan (Val), Furosemid (Fur), dan Atenolol (Ate) (Calhoun et al. 2009).

Sebagai alternatif pencegahan hipertensi dapat dilakukan dengan pengobatan medis dan pengobatan tradisional yang di ambil dari produk alami dengan menggunakan formulasi tanaman yang mempunyai efek antihipertensi (Kamyab et al. 2021). Mengonsumsi kombinasi daun kelor dan kurma masing-masing memiliki kandungan antioksidan yang tinggi selain itu penambahan buah kurma akan menambahkan rasa manis pada formula karena rasa daun kelor yang hambar.

Tambahan buah kurma yang kaya akan zat antioksidan yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Warnasih 2020). Ekstrak daun kelor telah digunakan dalam pengobatan tradisional sebagai mediator antihipertensi yang dikaitkan dengan kandungan flavonoid, seperti kuersetin dan kaempferol (Sreelatha et al. 2011). Konsumsi daun kelor tumis 120 g pada 23 subjek sehat memberikan efek penurunan tekanan darah sistolik setelah mengonsumsi 7 g garam per hari sebesar 2,7 mmHg (Chan Sun et al. 2019). Penelitian oleh Fombang et al. (2016) pada subjek gemuk yang diberikan suplemen berisi serbuk daun kelor 30 g per hari menunjukkan adanya penurunan tekanan darah sistolik sebesar 6,86 mmHg. Penurunan tekanan darah dengan pemberian daun kelor diperkirakan karena adanya kandungan tanin dan flavonoid yang diketahui dapat meningkatkan resistensi kapiler, tonus vena dan stabilitas kolagen yang mempengaruhi kerja aktivitas penghambatan pada enzim dekarboksilase, elastase dan angiotensin converting enzyme (ACE) sehingga mengurangi sirkulasi angiotensin (Khurana et al. 2013).

Konsumsi smoothies kurma sebanyak 100 g selama 7 hari dapat menurunkan tekanan darah sistolik sebesar 11,27 mmHg pada penderita hipertensi (Novita et al. 2019). Pemberian kurma kering sebesar 100 g pada 20 subjek selama 6 minggu dapat menurunkan tekanan darah sistolik 14 mmHg (Prayoga et al. 2022). Kurma mengandung antioksidan dan senyawa fenolik yang memiliki fungsi menghambat aktivitas ACE inhibitor yang berpotensi untuk menurunkan tekanan darah (Vayalil et al. 2012). Sebagai bagian dari pengembangan minuman fungsional diharapkan dapat meningkatkan minat masyarakat umum, khususnya wanita usia subur (WUS)

untuk mengonsumsi lebih banyak lagi produk berbahan dasar alami yang memberikan manfaat bagi kesehatan sehingga dapat mencapai tingkat kesehatan yang optimal. Orang dengan pra-hipertensi diharapkan minuman ini memberikan manfaat untuk dapat menjaga peredaran darah agar tetap lancar sehingga dapat meminimalisir timbulnya penyakit berbahaya akibat tidak lancarnya peredaran darah seperti stroke, serangan jantung, hipertensi, dan lain sebagainya, sedangkan manfaat bagi orang yang sudah memiliki riwayat hipertensi agar terhindar dari hipertensi yang lebih serius.

Stres oksidatif diketahui memicu disfungsi endotel dan peradangan kronis melalui peningkatan produksi Reactive Oxygen Species (ROS) melalui sitokin proinflamasi yang menentukan respons hipertensi terhadap angiotensin II (Theofilis et al. 2021). Tingginya konsentrasi antioksidan pada daun kelor memiliki potensi menurunkan tingkat stres oksidatif hal ini karena ada kandungan fenolik dari daun kelor yaitu efek yang memiliki fungsi sebagai ACE inhibitor (Ganiyu et al. 2015) dengan merelaksasi arteri yang resisten pada hipertensi (Tanase et al. 2019). Sebagai antioksidan, flavonoid mengikat atom radikal bebas sehingga menekan produksi ROS yang berlebihan (Chagas et al. 2022).

Sistem renin-angiotensin-aldosteron (RAAS) memainkan peran penting dalam pengaturan tekanan darah dan volume homeostasis yang mendorong perubahan struktural penting dalam setiap komponen sistem kardiovaskular, termasuk jantung dan pembuluh darah (Pugliese et al. 2020). Salah satu sasaran komponennya adalah ACE yang merupakan zink terglukolisasi dipeptidil karboksipeptidase yang fungsi utamanya adalah mengatur tekanan darah arteri dan keseimbangan elektrolit melalui sistem RAAS (Ligia et al. 2012). Sejumlah ekstrak dan senyawa yang berasal dari tanaman telah terbukti secara *in vitro* sebagai ACE inhibitor. Efek ini berasal dari adanya molekul flavonoid yang dapat mencapai ke dalam pusat aktif ACE (Ligia et al. 2012). F2 isoprostan merupakan hasil dari peroksidasi lipid yang dapat mencerminkan status oksidatif penyebab hipertensi (Milne et al. 2007). Kadar F2 isoprostan dalam plasma berhubungan dengan kadar ROS yang bersirkulasi pada hipertensi (Javanbakht et al. 2016).

1.2 Tujuan

1.2.1 Tujuan umum

Mengembangkan minuman sari kelor-kurma serta mengkaji potensinya untuk menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik, kadar enzim ACE dan kadar F2 Isoprostan pada kelompok WUS yang pra-hipertensi.

1.2.2 Tujuan khusus

Adapun tujuan khusus pada penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan formula minuman sari kelor-kurma yang dapat diterima secara sensori
2. Mengkaji kandungan total flavonoid, kuersetin, kaempferol dan kapasitas antioksidan pada minuman sari kelor-kurma dan menetapkan produk

minuman terpilih

3. Mengkaji pengaruh pemberian minuman sari kelor-kurma terhadap potensinya menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik, kadar enzim ACE dan kadar F2 Isoprostan pada kelompok WUS yang pra-hipertensi.

1.3 Manfaat

- a. Memberikan informasi mengenai kandungan zat gizi, komponen bioaktif dan kapasitas antioksidan dan kandungan total flavonoid, kuersetin dan kaempferol dari minuman sari kelor-kurma
- b. Menghasilkan alternatif produk minuman antihipertensi untuk membantu dalam menurunkan tekanan darah pada kelompok WUS yang pra-hipertensi
- c. Mengetahui pengaruh potensi minuman sari kelor-kurma dalam menurunkan kadar enzim ACE dan kadar F2 Isoprostan

1.4 Kebaruan (*Novelty*)

Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini:

1. Dihasilkannya produk minuman sari kelor-kurma yang mengandung zat gizi serta komponen bioaktif berupa senyawa total flavonoid, kuersetin dan kaempferol serta memiliki sifat sensorik yang tinggi.
2. Adanya bukti ilmiah tentang potensi minuman sari kelor-kurma dalam menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik, kadar ACE dan kadar F2 isoprostan pada kelompok WUS yang pra-hipertensi.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk)

Tanaman kelor telah digunakan selama berabad-abad di Asia dan di banyak bagian Afrika. *Moringa oleifera* (kelor) merupakan salah satu tanaman dari urutan Brassica dan keluarga Moringaceae. Moringaceae adalah keluarga genus tunggal dengan 13 spesies (Eggli et al. 2022). Daun kelor telah dilaporkan sebagai sumber yang kaya β -karoten, protein, vitamin C, kalsium dan kalium dan sebagai sumber antioksidan (Kasolo et al. 2010). Pohon ini tumbuh cepat di tanah berpasir yang lempung dan berdrainase baik, tumbuh di ketinggian 500 m di atas permukaan laut. Biasanya, pohon ini berukuran kecil hingga sedang, daunnya secara alami berdaun tiga, bunganya tumbuh panjang antara 10-25 cm, dan buahnya berdaun tiga dikenal dengan “polong”. Batangnya tumbuh lurus dengan cabang yang tidak teratur, biji berwarna cokelat memiliki kulit yang semi-permeabel dan setiap tahun pohonnya memiliki kapasitas sekitar 15.000–25.000 biji (Pareek et al. 2023). Tumbuhan kelor termasuk dalam Kingdom Plantae, Sub kingdom Tracheobionta, Super division Spermatophyta, Division Magnoliophyta, Class Magnoliopsida, Subclass Dilleniidae, Order Capparales, Family Moringaceae, Genus *Moringa*, Species *oleifera* (Paikra et al. 2017).

Analisis fitokimia daun kelor menunjukkan adanya metabolit sekunder terutama dari golongan flavonoid (rutin, kaempferol, quercetin, myricetin dan isorhamnetin), golongan phenolic acid (o coumaric acid), golongan polyphenol (ellagic acid), golongan phenol (ferulic acid, caffeic acid, sinapic acid, gallic acid dan syringic acid) yang memiliki aktivitas farmakologis yang berbeda, seperti antimikroba, antijamur, antiinflamasi, antioksidan, antikanker, kesuburan, penyembuhan luka (Pareek et al. 2023). Daun kelor menunjukkan peran potensial dalam menurunkan tekanan darah dikaitkan dengan efek terapeutik komponen bioaktifnya yang meliputi flavonoid, alkaloid, tanin, isothiosianin, dan beta-sitosterol (Aekthammarat et al. 2019). Ekstrak air dari daun kelor telah terbukti menjadi penangkal radikal bebas (Singh et al. 2018). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa potensi antioksidan dikaitkan dengan keberadaan kaempferol, yang sebagian besar ditemukan dalam daun kelor (Mishra et al. 2011). Daun kelor memiliki aktivitas terapeutik seperti Anti-inflamasi (Waterman et al. 2014, Omodanisi et al. 2017), Anti-hipertensi (Sailesh et al. 2018, Acuram et al. 2019, Aekthammarat et al. 2020, Aekthammarat et al. 2019), Antikanker (Al-Asmari et al. 2015, Khor et al. 2018), Antimikroba (Zhang et al. 2011), Antioksidan (Singh et al. 2018, Banik et al. 2018, Zhang et al. 2011). Hepatoprotektif (2011, Peñalver et al. 2022, Omodanisi et al. 2017, Muzumbukilwa et al. 2019, Abdel et al. 2020) dan Hipoglikemik (Chen et al. 2020)

Hasil penelitian untuk mengevaluasi potensi racun pada daun kelor dari Zhang et al. (2011) menyatakan bahwa pemberian secara oral ekstrak methanol daun kelor sebanyak 2000 mg/kg pada tikus albino Wistar betina yang tidak hamil menyebabkan tikus betina menjadi mati. Penelitian serupa juga dilakukan, pada tikus Sprague-Dawley pada bubuk daun kelor kering secara oral sebanyak 2000

mg/kg tidak memiliki efek berbahaya atau mematikan pada tubuh manusia (Nayak et al. 2020). Konsumsi bubuk daun kelor dalam dosis berkisar antara 500-1000 mg/kg dapat menyebabkan peningkatan kerusakan hati dan ginjal, sebagaimana dibuktikan oleh parameter biokimia dan histopatologi, bila diberikan terus-menerus selama 28 hari pada tikus jantan dan betina (de Barros et al. 2022). Konsumsi berlebihan dapat menyebabkan efek samping seperti detak jantung lambat, hipoglikemia, kerusakan hati dan ginjal, keguguran dan diare (Pop et al. 2022). Kandungan gizi dalam 100g daun kelor disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Kandungan gizi dalam 100g daun kelor

Kandungan gizi	Daun segar	Daun kering
Energi (Kal)	92	329
Protein (g)	6,7	29,4
Lemak (g)	1,7	5,2
Karbohidrat (g)	12,5	41,2
Serat (g)	0,9	12,5
Kalsium (mg)	440	2185
Kalium (mg)	259	1236
Zat besi (mg)	0,85	25,6
Magnesium (mg)	42	448
Fosfor (mg)	70	252
Tembaga (mg)	0,07	0,49
Vitamin A (mg)	1,28	3,63
Vitamin B1 (mg)	0,06	2,02
Vitamin B2 (mg)	0,05	21,3
Vitamin B3 (mg)	0,8	7,6

Sumber: Singh *et al.* (2015)

2.2 Kandungan Flavonoid Daun Kelor

Flavonoid merupakan kelompok penting metabolit sekunder tanaman yang sangat dianggap sebagai nutrasetika (Parihar et al. 2015). Pada manusia, senyawa ini dikaitkan dengan berbagai manfaat kesehatan karena sifat bioaktifnya, meliputi sifat anti peradangan, antikanker, antipenuaan, kardioprotektif, neuroprotektif, imunomodulator, antidiabetik, antibakteri, antiparasit, dan antivirus (Jucá et al. 2020). Flavonoid merupakan golongan senyawa alami yang diproduksi di beberapa bagian tanaman yang menunjukkan kapasitas antioksidan tinggi (Dias et al. 2021). Flavonoid memiliki manfaat dalam mencegah oksidasi lipid, melindungi vitamin dan enzim dan menghambat pertumbuhan mikroba (Ruiz-Cruz et al. 2017). Flavonoid menunjukkan sifat antioksidan yang dapat mengatur pembentukan reactive oxygen species (ROS) dengan bertindak sebagai scavenger ROS (Dias et al. 2021).

Daun kelor mengandung berbagai senyawa flavonoid, seperti kaempferol, kuersetin, apigenin, dan isorhamnetin (Lin et al. 2018) hal ini menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat dalam sistem in-vitro dan in-vivo (Saini et al. 2016).

Penelitian dari Coppin et al. (2013) mengidentifikasi flavonoid utama dalam ekstraksi etanol atau metanol daun kelor adalah kaempferol dan kuersetin. Senyawa flavonoid pada daun kelor berfungsi sebagai imunostimulan dengan meningkatkan pertumbuhan sel limfosit yang dibuat oleh sel T, yang kemudian merangsang sel fagosit untuk meluncurkan respons fagosit sehingga menghambat sistem kekebalan tubuh pada manusia (Fathir et al. 2014).

Penelitian dari Sreelatha et al. (2009) menunjukkan bahwa adanya kandungan total flavonoid sebesar 2,7 mg/g dari sampel bubuk daun kelor kering yang diekstraksi 600 ml air selama 18-20 jam. Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi kaempferol dikaitkan dengan penurunan risiko kanker ovarium epitelial. Studi menunjukkan penurunan risiko yang signifikan sebesar 40% terkait dengan konsumsi makanan kaya kaempferol, termasuk teh, kangkung, dan brokoli yang dapat menyediakan hingga 11 mg kaempferol setiap hari (Gates et al. 2007). Kandungan flavonoid daun kelor terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Kandungan flavonoid daun kelor

Senyawa Bioaktif	Sampel	Berat kering (mg/g)	Negara	Referensi
Total flavonoid	Daun kering	5,05	Taiwan	Yang <i>et al.</i> 2008
	Daun kering	6,0	Ghana	Coppin <i>et al.</i> 2013
	Daun kering	7,03	Senegal	Coppin <i>et al.</i> 2013
	Daun kering	12,16	Zambia	Coppin <i>et al.</i> 2013
Isorhamnetin	<i>Freeze-dried</i>	0,52	Ghana	Amaglo <i>et al.</i> 2010
	Daun kering	0.11	Taiwan	Yang <i>et al.</i> 2008
Kaempferol	Daun kering	1,41	Taiwan	Yang <i>et al.</i> 2008
	Daun kering	0.04	Pakistan	Sultana <i>et al.</i> 2008
	Daun kering	0.19	India	Singh <i>et al.</i> 2009
	<i>Freeze-dried</i>	0.16	ECHO	Bennett <i>et al.</i> 2003
Kuersetin	Daun kering	0.80	India	Singh <i>et al.</i> 2009
	Daun kering	0.90	Taiwan	Yang <i>et al.</i> 2008
	<i>Freeze-dried</i>	0.58	ECHO	Bennett <i>et al.</i> 2003
Rutin	Daun kering	0,39	India	Bajpai <i>et al.</i> 2005
	<i>Freeze-dried</i>	1,67	Florida, USA	Zhang <i>et al.</i> 2011

Sumber: Leone *et al.* 2015

2.3 Kurma Sukkari

Kurma Sukkari terutama tumbuh di wilayah Qassim dan memiliki ciri khas warna kuning atau merah, yang biasa disebut “red sugar” dengan panjang sekitar 3 cm. Varietas kurma ini telah dikenal di kota Basra selama lebih dari 1200 tahun (Helmy *et al.* 2004). Pohon kurma termasuk dalam famili *Asteraceae*, merupakan salah satu tanaman tertua yang dibudidayakan karena buahnya manis. Pohon ini tumbuh subur di daerah kering dan semi-kering di seluruh dunia, termasuk: Asia, Afrika, Timur Tengah, dan Jazirah Arab (Al-Fares *et al.* 2014). Buah kurma memiliki potensi tinggi untuk digunakan sebagai bahan pangan fungsional karena sifat-sifatnya, termasuk kandungan serat yang tinggi, kandungan senyawa bioaktif yang tinggi, produksi yang melimpah selama musim dengan beberapa aplikasi (Ghinimi *et al.* 2017). Selain itu, buah kurma

memiliki banyak manfaat kesehatan terlepas dari varietasnya karena kandungan zat gizinya seperti karbohidrat, mineral, protein dan senyawa fenolik (Al-Shahib *et al.* 2003). Selain itu, fitokimia buah kurma dilaporkan memiliki aktivitas biologis, seperti antioksidan, anti-karsinogenik, antimikroba (AbdAlla *et al.* 2010), dan anti-inflamasi (Abu-Qaoud *et al.* 2015). Adanya hubungan antara konsumsi makanan fungsional yang kaya fitokimia dalam kurma dalam menurunkan risiko penyakit (Kadum *et al.* 2018).

Kurma memiliki sistem kimia kompleks yang terdiri dari asam amino, asam lemak, gula, fenolik, flavonoid, sterol, fitoestrogen, karotenoid, dan vitamin (Al-Tamim *et al.* 2014). Kurma sukari dalam 100g mengandung 69,93–78,50 g karbohidrat, 2,76–2,84 g protein, dan 0,52–2,54 g lemak, serat, dan mineral. Selain itu, kalium merupakan mineral yang paling melimpah, dengan konsentrasi asam amino esensial yang tinggi dalam proteinnya. Kurma ini juga mengandung sejumlah besar fitokimia (Vayalil *et al.* 2012) dan karotenoid (Boudries *et al.* 2007). kandungan gula utama yang ada pada kurma adalah fruktosa dan glukosa (Assirey *et al.* 2015). Buah sukari memiliki kandungan *fructosa* sebesar 47.50 mg/100 g dan glukosa sebesar 51.80 mg/100 g (Sideeg A *et al.* 2019). Dalam penelitian yang telah dilakukan oleh (Zihad *et al.* 2021) nilai *DPPH scavenging* pada kurma Ajwa sebesar 125.16 µg/ml, kurma Safawy sebesar 103.93 µg/ml dan Sukkari 176.9 µg/ml, kemudian nilai total *antioxidant activity* pada kurma Ajwa sebesar 119.14 µg/ml, kurma Safawy sebesar 87.60 µg/ml dan Sukkari 192.66 µg/ml, sehingga dapat disimpulkan antioksidan yang ada pada kurma sukari lebih tinggi. Komposisi proksimat, nilai gizi dan kandungan mineral kurma sukari terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Komposisi proksimat, nilai gizi dan kandungan mineral kurma sukari

Parameter	Kandungan (g/100 g)	Parameter	Kandungan (mg/100 g)
Kadar air	12,57	Mineral	
Berat Kering	87,43	Kalsium	186,55
Abu	2,30	Fosfor	26,50
Serat kasar	3,15	Natrium	4,75
Protein	3,00	Magnesium	148,10
Lemak	0,65	Besi	6,50
Total karbohidrat	78,32	Tembaga	1,20
Energi (Kal)	342	Kalium	620
Total padatan terlarut (%)	86,86		
pH	6,20		

Sumber: Siddeeg *et al.* 2019

2.4 Kandungan Flavonoid pada Kurma

Senyawa fenolik dan flavonoid mewakili kelompok fenolik tumbuhan terbesar yang dilaporkan memiliki manfaat kesehatan karena sifat antioksidannya (Singh *et al.* 2016). Flavonoid merupakan senyawa fenolik penting yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan buah kurma (Biglari *et al.* 2008). Kurma kaya akan antioksidan yang dapat membantu mengurangi risiko kanker dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Gnanamangai *et al.* 2019). Buah kurma memiliki aktivitas antioksidan, antimutagenik, antiinflamasi, gastroprotektif, hepatoprotektif, nefroprotektif,

antikanker, imunostimulan, antidiabetik, hipokolesterolemik (Gnanamangai *et al.* 2019). Kandungan flavonoid pada buah kurma sukkari yang di ekstrak methanol sebesar 3,20 mg/100 g dan kandungan flavonoid pada buah kurma sukkari yang di ekstrak ethanol sebesar 2,90 mg/100 g, kandungan *quercetin* sebesar 1,35 mg/100 g (Rao sanauallah *et al.* 2017) dan kandungan kaempferol sebesar 14,8 mg/100 g (Hakkinen *et al.* 2018). Kandungan buah kurma dalam berbagai senyawa flavonoid terlihat dalam Tabel 4.

Tabel 4 Kandungan flavonoid dalam buah kurma

Senyawa Flavonoid	Berat kering (mg/g)
Isoquercetrin	1,62
Rutin	1,08
Kaempferol-3-O-rhamnoglucoside	3,16
Vanillin	3,50
Taxifolin	24,19
Apigenin	15,23
Luteolin-7-O-rhamnoglucoside	2,03
Quercetin-3-O-galactoside	1,60
Quercetin-3-O-glucoside	3,85

Sumber: Benmeddour *et al.* 2013

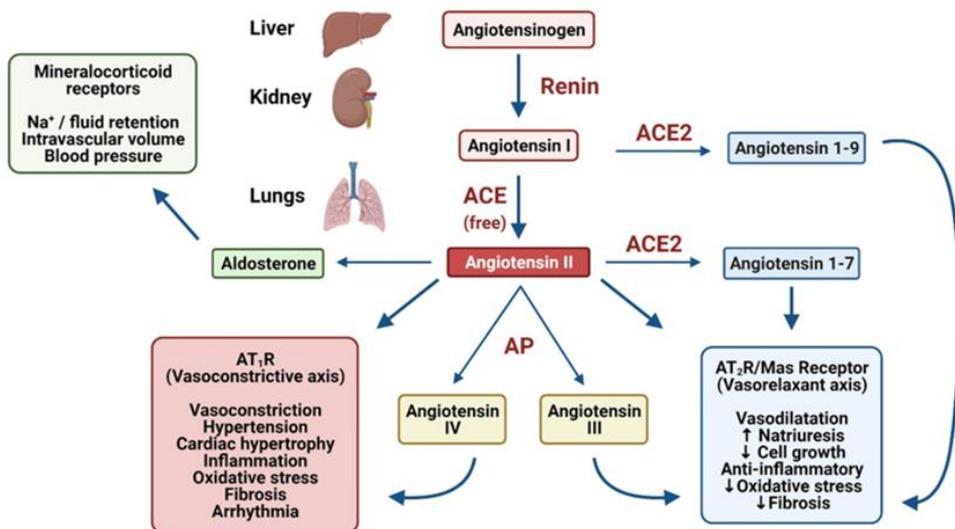
2.5 Tekanan Darah

Tekanan darah adalah tekanan yang terjadi di dalam pembuluh arteri ketika darah dipompa oleh jantung ke seluruh anggota tubuh. Tekanan darah secara langsung berhubungan dengan curah jantung, elastisitas arteri, dan resistensi pembuluh darah perifer (Magder 2018). Secara umum, "tekanan darah" atau tekanan arteri sistemik seseorang mengacu pada tekanan yang diukur dalam arteri besar dalam sirkulasi sistemik (Shahoud *et al.* 2024). Angka ini terbagi menjadi tekanan darah sistolik dan tekanan darah diastolik (Shahoud *et al.* 2023). Tekanan darah sistolik mengacu pada tekanan puncak di dalam aorta yang terjadi saat jantung berkontraksi dan memompa darah dari ventrikel kiri ke aorta, biasanya sekitar 120 mmHg. Sebaliknya, tekanan darah diastolik adalah tekanan terendah di aorta selama fase relaksasi jantung, sebelum pengeluaran darah dari ventrikel kiri, yang umumnya sekitar 80 mmHg. Akibatnya, tekanan nadi normal adalah sekitar 40 mmHg (Iqbal *et al.* 2023).

Sejumlah penelitian observasional secara konsisten menunjukkan bahwa tekanan darah tinggi merupakan penyebab utama berbagai masalah kesehatan jangka panjang, termasuk gagal jantung, fibrilasi atrium, penyakit katup jantung, penyakit arteri perifer, dan sindrom aorta (Baffour *et al.* 2024). Selain itu, tekanan darah tinggi dikaitkan dengan penyakit ginjal kronis dan penyakit ginjal stadium akhir, serta gangguan kognitif seperti demensia dan penyakit Alzheimer (Staplin *et al.* 2022). Lebih jauh lagi, kondisi seperti diabetes, disfungsi ereksi, dan degenerasi makula terkait usia juga kemungkinan besar dikaitkan dengan tekanan darah tinggi sebagai faktor penyebabnya (Fuchs *et al.* 2020). Tekanan darah sangat mudah berubah dan dapat dipengaruhi oleh banyak aktivitas (Shahoud *et al.* 2024).

Sistem renin-angiotensin (RAS) merupakan jalur hormonal yang dimulai dengan

pelepasan renin oleh ginjal yang memiliki fungsi dalam mengatur volume darah, kadar elektrolit, dan resistensi vaskular sistemik (Kanugula *et al.* 2023). RAS dipahami terdiri dari tiga komponen utama: renin, angiotensin II, dan aldosterone (Almutlaq *et al.* 2021). RAS tersebar luas, melibatkan banyak sistem organ, terutama ginjal, paru-paru, pembuluh darah sistemik, korteks adrenal, dan otak (Santos *et al.* 2018). Dengan demikian peran sistem renin-angiotensin sangat penting dalam hipertensi renal atau hipertensi yang disebabkan oleh gangguan ginjal. Ketika terjadi gangguan pada fungsi ginjal, ginjal cenderung mengeluarkan renin dalam jumlah yang signifikan. Secara historis, RAS yang bersirkulasi telah dipandang sebagai sistem endokrin. Namun, penemuan terkini telah mendorong evaluasi ulang perspektif ini, yang mengungkapkan bahwa komponen RAS disintesis di berbagai jaringan di seluruh tubuh, yang memberikan efek parakrin dan autokrin (Paul *et al.* 2006). Jaringan RAS (tRAS) ini ditemukan di jantung, ginjal, kelenjar adrenal, pembuluh darah, otak, jaringan adiposa, ovarium, testis, dan kulit. Baik RAS yang bersirkulasi maupun tRAS memainkan peran penting dalam menjaga homeostasis garam dan air, mengatur tekanan darah, dan memfasilitasi berbagai proses seluler di berbagai sistem organ (Nehme *et al.* 2019). Keduanya juga terlibat secara signifikan dalam berbagai kondisi patofisiologis, termasuk hipertensi, gagal jantung, penyakit kardiovaskular, gangguan ginjal, obesitas, dan sindrom metabolik (Atlas *et al.* 2007).



Gambar 1 Representasi skema *renin-angiotensin-aldosterone-system* (RAAS) (Crajoinas *et al.* 2016)

2.6 Hipertensi Pada Wanita Usia Subur

Wanita dalam rentang usia reproduksi didefinisikan sebagai wanita usia subur berusia 15 sampai 44 tahun (Diaz *et al.* 2021) menunjukkan insiden hipertensi relatif rendah sekitar 8-9% (Azeez *et al.* 2019). Wanita usia muda yang sudah didiagnosis hipertensi menghadapi risiko lebih tinggi terkena penyakit kardiovaskular (Ford *et al.* 2007). Selain itu, wanita dengan hipertensi kronis dapat mengalami beberapa komplikasi

serius selama kehamilan, seperti tekanan darah tinggi terjadi sebelum kehamilan, hipertensi gestasional (tekanan darah normal sebelum usia kehamilan 20 minggu), preeklamsia (ditandai dengan proteinuria), dan eklamsia (yang meliputi proteinuria dan kejang) (Bramham *et al.* 2014). Hipertensi menjadi penyebab komplikasi pada 10% kehamilan dan meningkatkan risiko kelahiran prematur, retardasi pertumbuhan intrauterin, kematian perinatal, gagal ginjal dan hati akut, pendarahan antepartum dan postpartum, serta kematian ibu (Roberts *et al.* 2011).

Kemungkinan terjadinya preeklamsia pada wanita dengan hipertensi dapat dikurangi wanita melalui pemberian asam *asetilsalisilat* (ASA) dosis rendah pada kisaran 100-150 mg per hari, dimulai dari minggu ke-12 kehamilan dan berlanjut hingga sekitar minggu ke 36 dan 37 (Regitz *et al.* 2018). Selama kehamilan konsumsi ACE inhibitor, *angiotensin receptor blocker* (ARB), dan *direct renin inhibitor* tidak boleh diresepkan kepada wanita usia subur, kecuali menggunakan kontrasepsi. Selain itu, *beta-receptor blocker* berpotensi menyebabkan bradikardia janin, pertumbuhan terhambat dan hipoglikemia (Rolnik *et al.* 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Yang *et al.* (2015) menunjukkan bahwa prevalensi hipertensi di kalangan pria menurun seiring bertambahnya usia, sedangkan pada wanita meningkat seiring bertambahnya usia. Temuan ini sejalan dengan Cifkova *et al.* (2008), yang menyatakan bahwa prevalensi hipertensi pada wanita sebelum *menopause* lebih rendah daripada pada pria, namun *pascamenopause* pada wanita menunjukkan prevalensi hipertensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pria. Fenomena ini dikaitkan dengan penurunan kadar estrogen, peningkatan stres oksidatif, disfungsi sel endotel dan peningkatan aktifitas sistem *renin-angiotensin* dan sistem saraf simpatik. Lebih lanjut, Popescu *et al.* (2014) menegaskan bahwa hipertensi pada wanita sering kali tidak terkontrol dengan baik karena ketidakpatuhan terhadap pengobatan, pilihan gaya hidup yang tidak sehat, dan kurangnya pemahaman tentang hipertensi.

2.7 Penurunan Tekanan Darah Akibat Pemberian Daun Kelor

Daun kelor mengandung beberapa senyawa bioaktif yang telah digunakan untuk menstabilkan tekanan darah, termasuk *nitril*, *tiokarbamat*, dan *glikosida isothiosianat* yang berkontribusi terhadap efek antihipertensi (Biswas *et al.* 2012). Pemberian daun kelor secara oral menunjukkan efek antioksidan, antiinflamasi, dan perlindungan endotel vaskular pada hipertensi (Xu *et al.* 2019). Efek vaskular dapat dikaitkan dengan kandungan tokoferol, asam fenolik (seperti asam galat dan ferulat) dan flavonoid (termasuk kuersetin, katekin, dan epikatekin) yang dikenal karena aktivitas antioksidan yang tinggi (Dias *et al.* 2021). Antioksidan yang tinggi tersebut terdapat pada daun kelor sehingga dapat mengurangi tingkat stres oksidatif dalam penurunan tekanan darah (Vergara *et al.* 2017). Selain itu, ekstrak fenolik daun kelor menunjukkan efek penghambatan enzim ACE (Ganiyu *et al.* 2015). Daun kelor memiliki kemampuan untuk meningkatkan resistensi kapiler, tonus vena dan stabilitas kolagen yang dikaitkan dengan kandungan tanin dan flavonoidnya yang tinggi (Khurana *et al.* 2013, Mbikay *et al.* 2012). Senyawa-senyawa tersebut menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap enzim elastase, dekarboksilase dan ACE, sehingga mengurangi kadar angiotensin yang beredar dalam jalur RAAS (Stefan *et al.* 2003). Penelitian sebelumnya terkait manfaat daun kelor terhadap

penurunan tekanan darah terlihat dalam Tabel 5.

Tabel 5 Penelitian sebelumnya terkait manfaat daun kelor terhadap penurunan tekanan darah

Subjek	N perlakuan/ kontrol	Kuantitas	Durasi	Negara	Efek penurunan tekanan darah (mmHg)		Referensi
					Sistolik	Diastolik	
Hewan							
Tikus wistar jantan	22/26	4,5 mg/kg/hari <i>freeze- dried</i> ekstrak ethanol	21 hari	China	4,7	10,2	Chang <i>et al.</i> 2012
Tikus wistar jantan	8/8	60 mg/kg/hari ekstrak air	3 minggu	Thailand	27,1	13,5	Aekthammarat <i>et al.</i> 2019
Tikus wistar jantan albino	16/16	200 mg/kg/hari ekstrak metanol	30 hari	India	30	0,9	Nandave <i>et al.</i> 2009
Manusia							
Pria dewasa hipertensi tingkat 1	20/-	150 ml/kg 2 hari jus dengan madu	30 hari	India	29	18	Sailesh <i>et al.</i> 2018
Pria dan wanita dewasa diabetes	40/-	60 g/kg/hari daun kelor masak	14 hari	Nigeria	12,5	-	Afiaenyi <i>et al.</i> 2023
Pria dan wanita dewasa	23/18	120 g/kg/hari daun kelor masak	1 hari	Afrika	2,7	2,64	Chan Sun <i>et al.</i> 2019

2.8 Penurunan Tekanan Darah Akibat Pemberian Kurma

Buah kurma kaya akan polifenol terutama flavonoid, bersamaan dengan zat gizi mikro dan serat makanan yang dapat membantu mengurangi risiko penyakit pembuluh darah (Maqsood *et al.* 2020). Flavon, flavonol, flavanon, dan flavanol mampu memodulasi tekanan darah dengan memulihkan fungsi endotel baik secara langsung dengan mempengaruhi kadar oksida nitrat atau secara tidak langsung, melalui jalur lain (Clark *et al.* 2015). Flavonoid yang berupa kuersetin mampu secara konsisten menurunkan tekanan darah (Clark *et al.* 2015). Adanya bukti yang mendukung kandungan kuersetin dapat mengurangi tekanan darah dan tingkat keparahan hipertensi dalam studi hewan dan manusia dengan cara mengurangi stres oksidatif, menghalangi angiotensin II dan meningkatkan fungsi endotel maupun

vascular (Larson *et al.* 2010). Buah kurma memiliki efek perlindungan terhadap stres oksidatif yang dikaitkan dengan peningkatan aktivitas enzim pertahanan oksidan seperti katalase (CAT), *superoksida dismutase* (SOD), *glutathione peroksidase*, *glutathione* reduktase, dan *glutathione S-transferase* dan pengurangan *malondialdehid* (Al-Dashti *et al.* 2021). Sejumlah penelitian yang dilakukan pada model hewan hipertensi telah menunjukkan bahwa kuersetin dapat secara efektif mengurangi stres oksidatif dengan menghambat aktivitas enzim ACE dalam sistem *renin-angiotensin* (Loizzo *et al.* 2007). Sifat anti-hipertensi dari kuersetin terkait peningkatan fungsi endotel melalui stimulasi aktivitas *endothelial nitric oxide synthase* dan peningkatan produksi oksida nitrat (NO) selanjutnya (Rivera *et al.* 2008). Penelitian sebelumnya terkait manfaat kurma terhadap penurunan tekanan darah terlihat dalam Tabel 6.

Tabel 6 Penelitian sebelumnya terkait manfaat kurma terhadap penurunan tekanan darah

Subjek	N perlakuan/ kontrol	Kuantitas	Durasi	Negara	Efek penurunan tekanan darah (mmHg)		Referensi
					Sistolik	Diastolik	
Manusia							
Pria dan wanita diabetes tipe 2	79 /-	60 g/kg/hari	12 minggu	Bahrain	5	2	Butler <i>et al.</i> 2022
Pria dan wanita dewasa hipertensi	26/-	100 g/kg/hari smoothies kurma- pisang	7 hari	Indonesia	11,27	6,35	Novita <i>et al.</i> 2019
Pria dan wanita lansia	20/20	100 g/kg/hari kurma Ajwa	6 minggu	Indonesia	14	8,5	Prayoga <i>et al.</i> 2022
Pria dan wanita dewasa	22/-	60 g/kg/hari deglet noor <i>infused</i> <i>water</i> kurma- mentimun	5 hari	Indonesia	7,19	4	Setyowati <i>et al.</i> 2023

2.9 Hubungan stress oksidatif pada Hipertensi

Pada gangguan pembuluh darah, stres oksidatif memicu disfungsi endotel dan peradangan yang memengaruhi beberapa sel di dinding pembuluh darah (Sena *et al.* 2018). Dampak stres oksidatif pada endotelium dapat mengakibatkan peningkatan permeabilitas sel (Scioli *et al.* 2020) dan juga ditandai dengan adanya peningkatan produksi ROS (Pinheiro *et al.* 2020). yang menyebabkan kerusakan sel yang dapat

berujung pada kematian sel (Poljsak et al. 2013). Stres oksidatif mengacu pada ketidakseimbangan antara produksi ROS dan mekanisme pertahanan antioksidan dalam sel (Griendling et al. 2016). Produksi ROS yang berlebihan atau sistem pertahanan antioksidan yang terganggu dalam wilayah subseluler tertentu atau seluruh jaringan dapat menyebabkan pensinyalan patologis yang mengakibatkan kerusakan pada protein, lipid, dan DNA (Zhang et al. 2020). Apabila terjadi stres oksidatif yang berkepanjangan dapat menyebabkan disfungsi endotel dan gangguan berbagai penyakit vaskular termasuk aterosklerosis, diabetes, gangguan neurologis, iskemia, dan hipertensi (Higashi dan Yoshizumi 2004).

Pada hipertensi manusia terjadi peningkatan produksi anion superoksida (O_2^-), hidrogen peroksida (H_2O_2), penurunan sintesis NO, dan pengurangan bioavailabilitas antioksidan (Rodrigo et al. 2011). Superoksida memiliki waktu paruh yang sangat singkat (dan dapat bereaksi cepat dengan oksida nitrat untuk menghasilkan peroksinitrit atau dengan cepat diubah menjadi hidrogen peroksida). Sementara oksida nitrat (NO) berperan protektif dalam kesehatan pembuluh darah dan bertindak sebagai vasodilator utama, peroksinitrit dikaitkan dengan cedera jaringan, dan hidrogen peroksida berinteraksi dengan berbagai protein seluler, sehingga mengubah jalur pensinyalan yang mencakup faktor transkripsi, protein fosfatase, kinase, saluran ion, dan protein G (Touyz dan Schiffrin 2004). Ketidakseimbangan ROS dan NO dalam pembuluh darah juga mengaktifkan sistem renin-angiotensin. Sistem renin-angiotensin dianggap sebagai mediator aktivasi NAD(P)H oksidase dan produksi ROS (Griendling et al. 2016). Antioksidan dan agen yang mengganggu produksi ($\cdot O_2^-$) yang digerakkan oleh NAD(P)H oksidase meregresi remodeling vaskular, meningkatkan fungsi endotel, mengurangi peradangan, dan menurunkan tekanan darah (Touyz dan Schiffrin 2004).

2.10 Hubungan Enzim ACE pada Hipertensi

Eksresi *angiotensin converting enzyme* (ACE) ditemukan di kapiler paru-paru serta di endotelium ginjal (Ahmad et al. 2023). Enzim ini penting untuk pengaturan tekanan darah dan pemeliharaan homeostasis elektrolit di seluruh sistem *renin-angiotensin* (RAS) (Tehrani et al. 2022). RAS berfungsi sebagai monitor utama tekanan darah arteri, bersamaan dengan ACE bertindak sebagai pengatur utama yang mengubah decapeptida angiotensin I menjadi oktapeptida angiotensin II (Natesh et al. 2003) serta mengubah Ang-(1-9) menjadi Ang-(1-7) dan selanjutnya mendegradasi peptida lain menjadi Ang-(1-5) yang tidak aktif. ACE disebut dengan berbagai nama, termasuk *dipeptidyl carboxypeptidase I*, *kininase II*, *peptidase P*, *peptidyl-dipeptidase A*, *dipeptide hydrolase*, *peptidyl dipeptidase*, dan *carboxycathepsin* tergantung pada mekanisme kerjanya (Ahmad et al. 2023). Adanya potensi dari senyawa flavonoid yaitu sebagai *ACE inhibitors* dalam mengatur tekanan darah (Ligia et al. 2012).

Identifikasi angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) sebagai reseptor penting pada manusia dalam penyakit yang berhubungan dengan hipertensi, khususnya yang berkaitan dengan kadar angiotensin II (Ang II) dan aldosteron yang beredar, telah menghasilkan penelitian yang menunjukkan kemungkinan adanya hubungan antara penyakit yang berhubungan dengan ACE dan kadar ACE dalam plasma. Hubungan ini tampaknya berasal dari ketidakseimbangan dalam sistem renin-angiotensin-aldosteron

(RAAS) (Brandon et al. 2021). ACE2 terutama terkonsentrasi di berbagai jaringan, termasuk hati, usus, dan paru-paru, dan juga terdeteksi di otak yang berfungsi sebagai pengatur internal aktivitas kardiovaskular (Xu et al. 2011).

2.11 Hubungan F2 Isoprostan pada Hipertensi

F2 isoprostan merupakan produk oksidasi lipid yang muncul akibat stres oksidatif, suatu kondisi yang ditandai dengan kerusakan yang ditimbulkan pada molekul lipid, khususnya asam lemak oleh radikal bebas (Labuschagne *et al.* 2013). Salah satu metode untuk menilai cedera oksidatif melibatkan pengukuran peroksidasi lipid (Ma *et al.* 2017). Sekelompok senyawa yang mirip dengan prostaglandin F2 α yang berasal dari oksidasi non-enzimatik asam arakidonat, disebut sebagai F2-isoprostan (F2-IsoP). F2 isoprostaglandin adalah senyawa yang berasal dari prostaglandin yang diproduksi melalui peroksidasi asam arakidonat. Prostaglandin disintesis melalui peroksidasi asam arakidonat oleh *siklooksigenase*, sedangkan F2 isoprostaglandin dihasilkan dari peroksidasi asam arakidonat oleh radikal bebas (Milne *et al.* 2007). F2 isoprostan dianggap sebagai standar emas untuk stres oksidatif karena pembentukannya yang meningkat dalam tubuh dalam kondisi stres oksidatif dan dapat diukur secara akurat pada kadar normal 40-100 pg/ml. Secara kimia, F2 isoprostan lebih stabil dan dapat dideteksi di semua jaringan dan cairan biologis tubuh (Finstere *et al.* 2012). Analisis F2 isoprostan dapat dilakukan menggunakan plasma dan urin dengan kedua metode menghasilkan hasil yang akurat dan tepat (Klawitter *et al.* 2011).

F2-isoprostan merupakan biomarker stres oksidatif pada manusia dan terbukti meningkat pada obesitas, penyakit kardiovaskular, dan diabetes (Ma *et al.* 2017) dan akan menurun setelah kontrol glikemik dan penurunan berat badan membaik. Peningkatan ini diyakini karena aktivasi sistem renin-angiotensin dan produksi radikal bebas yang berlebihan (Milne *et al.* 2007). Bila produksi radikal bebas dalam tubuh terlalu tinggi, hal itu dapat menyebabkan peroksidasi asam arakidonat yang mengakibatkan terbentuknya senyawa F2 isoprostan (Milne *et al.* 2005). F2-IsoP awalnya terbentuk dalam bentuk esterifikasi dalam fosfolipid seluler dan kemudian dihidrolisis secara enzimatik menjadi bentuk asam bebas (Milne *et al.* 2005). *Platelet-activating factor acetylhydrolases* (PAF-AH) adalah salah satu enzim yang menghidrolisis F2-IsoP dalam plasma, tetapi laju hidrolisis molekul-molekul ini dari sebagian besar fosfolipid (Min *et al.* 2001). Aktivitas PAF-AH berubah dalam beberapa kondisi penyakit dan dapat memengaruhi kadar F2-IsoP bebas dalam plasma. Selain itu, stereoisomer berbeda dari F2-IsoP dihasilkan dari oksidasi asam arakidonat (Min *et al.* 2001). Pembentukan F2-IsoP, dimulai dari metabolisme melalui β -oksidasi, konjugasi, dan/atau reduksi untuk menghasilkan produk yang juga merupakan biomarker potensial cedera oksidatif (Milne *et al.* 2005). Pada akhirnya, asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) selain asam arakidonat dapat mengalami oksidasi untuk menghasilkan senyawa seperti F2-IsoP yang memiliki potensi signifikan sebagai biomarker, terutama pada gangguan sistem saraf pusat (Milne *et al.* 2007).

III METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2023 sampai dengan Februari 2024 yang diawali survei karakteristik, data antropometri dan pemilihan subjek dilakukan di empat puskesmas di wilayah UPT Puskesmas Kota Depok (Mampang, Depok Jaya, Tanah Baru, Depok Utara), kemudian pengembangan produk berupa pembuatan minuman sari kelor-kurma dilakukan di Laboratorium Percobaan Makanan Universitas Indonesia Maju (UIMA) Jakarta dan Laboratorium Penilaian Organoleptik Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Gizi Manusia IPB University. Analisa karakteristik fisik, analisis kandungan gizi dan analisis kandungan bioaktif berupa total flavonoid, kuersetin, kaempferol minuman sari kelor-kurma dilakukan di Biofarmaka IPB Bogor, Laboratorium Saraswanti Indo Genetech (SIG) dan Invilab.

Pelaksanaan analisis kadar angiotensin converting enzyme (ACE) dan kadar F2 Isoprostan dilakukan di laboratorium Prodia. Pelaksanaan Intervensi berupa pemberian minuman sari kelor-kurma di berikan pada subjek penelitian di empat Posyandu prakonsepsi di wilayah UPT Puskesmas Kota Depok, Jawa Barat. Surat Ethical Clearance (EC) diperoleh dari Komisi Etik RSUD Dr. Moewardi Solo.

3.2 Prosedur Kerja

Penelitian ini terdiri atas dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian lanjutan. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk pengembangan produk dan mendapatkan formula standar yang diperoleh melalui *trial and error* jenis dengan perlakuan konsentrasi daun kelor kering yang digunakan dalam pembuatan minuman sari kelor-kurma. Produk minuman dilakukan analisis yang meliputi analisis sifat fisik, analisis proksimat dan komponen bioaktif serta organoleptik. Penelitian lanjutan bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian minuman sari kelor-kurma terhadap penurunan tekanan darah sistolik dan diastolik, kadar enzim ACE dan kadar F2 Isoprostan pada wanita usia subur.

Pembagian kelompok intervensi sebanyak 16 subjek yang telah ditetapkan kemudian dibagi secara purposive menjadi dua kelompok dengan karakteristik jenis kelamin, usia, LiLA, dan tekanan darah. Kelompok perlakuan diberikan minuman sari kelor-kurma dengan dosis harian sebesar 150 ml di berikan di pagi dan sore hari. Penentuan subjek minimal penelitian menggunakan Rumus perhitungan jumlah subjek total minimal desain *cross-over* berdasarkan Chow *et al.* (2008) menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan power 90%. Untuk mengantisipasi subjek yang luput dari pengamatan (*drop out*) maka jumlah subjek ditambah 20% sehingga jumlah subjek total minimal yang diperlukan adalah 8 orang. Penelitian ini menggunakan desain *crossover* sehingga hasil perhitungan jumlah subjek minimal merupakan jumlah subjek total minimal yang diperlukan untuk penelitian (n), bukan jumlah subjek minimal untuk setiap perlakuan seperti yang dilakukan pada desain paralel dua kelompok ($n_1=n_2$) (Chow *et al.* 2008). Dikarenakan penelitian ini menggunakan desain *crossover*, maka semua subjek mengalami kedua perlakuan tersebut sehingga jumlah subjek untuk perlakuan

terhitung sebanyak 16 orang (jumlah perlakuan kelompok kontrol = 8 orang dan jumlah perlakuan kelompok sari kelor-kurma = 8 orang).

3.3 Jenis dan Cara Pengumpulan Data

Pada tahap formulasi, data yang dikumpulkan adalah data analisis fisik (pH dan warna), analisis sensori (uji rating, rangking dan QDA meliputi parameter warna, rasa, dan aroma), analisis kandungan gizi (analisis proksimat), Analisis kapasitas antioksidan, total flavonoid dengan menggunakan metode DPPH, analisis kuersetin dan kaempferol dengan metode HPLC. Pada tahap intervensi, data yang dikumpulkan meliputi karakteristik subjek penelitian (nama, usia, data aktifitas fisik (IPAQ)). Data konsumsi pangan dikumpulkan dengan metode *food recall* 2x24 jam. Data antropometri dikumpulkan dengan pengukuran berat badan (BB) (kg) menggunakan timbangan injak digital dengan ketelitian 0,1 kg dan tinggi badan menggunakan microtoise dengan ketelitian 0,1 cm. Pengukuran lingkaran lengan atas (LiLA) menggunakan pita LiLA dengan ketelitian 1 mm. Pengukuran tekanan darah dilakukan menggunakan *sphygmomanometer* digital yang dapat memberikan data tekanan darah sistolik dan diastolik. Pengukuran dilakukan di awal dan akhir intervensi. Data enzim ACE dan F2 Isoprostan dikumpulkan melalui pengambilan plasma dan serum darah menggunakan metode ELISA kit.

3.4 Analisis data

Uji statistik karakteristik fisik (derajat keasaman, warna, padatan terlarut, dan viskositas) komposisi kimia, kapasitas antioksidan di analisis menggunakan *one-way* ANOVA. Analisis statistik *independent t-test* digunakan untuk menganalisis uji beda karakteristik subjek dan asupan zat gizi antar kelompok intervensi. Data kuantitatif konsumsi pangan (*food recall* 2x24 jam berdasarkan URT direkapitulasi untuk mengetahui berbagai jenis pangan dan ukuran (gram) yang dikonsumsi subjek. Perhitungan energi dan zat gizi makro hasil *food recall* menggunakan *Nutrisurvey*. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan AKG (2019) untuk mengetahui kecukupan zat gizi setiap subjek. Perhitungan asupan zat gizi antar periode dan antar kelompok intervensi, lalu dianalisis perbedaannya menggunakan *one-way* ANOVA dan *independent t-test*. Langkah pertama semua pengujian statistik dengan menguji distribusi sebaran normalitas data dengan menggunakan Uji Kosmogorov-Smirnov. Jika $P > 0.05$ maka sebaran data tergolong terdistribusi normal. Uji beda rata-rata perubahan tekanan darah, kadar ACE enzim dan F2 Isoprostan sebelum dan setelah intervensi pada masing-masing kelompok intervensi dianalisis menggunakan *paired sample t-test*. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel dan IBM SPSS *Statistical Software*.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Penelitian Pendahuluan

4.1.1 Karakteristik fisik minuman sari kelor-kurma

Seiring dengan kemajuan teknologi, sayur dan buah tidak hanya dikonsumsi dalam bentuk segar tetapi juga dapat dinikmati dalam bentuk sari. Sari dapat diperoleh melalui proses mekanis yang mempertahankan warna dan rasa khas buah atau sayur aslinya (Dari et al. 2020). Produk minuman sari buah merupakan jenis minuman yang diperoleh dengan mencampur air mineral, sari buah atau campuran sari yang tidak difermentasi dengan bagian lain dari satu jenis atau lebih (SNI 5719-2014). Minuman sari buah mengandung total padatan terlarut (TPT) >8,5 oBrix (SNI 5719-2014). Dengan demikian berdasarkan SNI 5719-2014, dapat dinyatakan minuman sari kelor-kurma yang dikembangkan termasuk kategori produk minuman sari buah dengan TPT 12-14 °Brix.

Sifat atau karakteristik fisik dan mikrobiologi dari suatu bahan pangan dapat menjadi salah satu cara yang digunakan untuk menentukan kelayakan suatu bahan pangan. Perubahan sifat fisik tertentu menjadi indikator bahwa minuman telah mengalami perubahan komposisi baik disebabkan oleh cemaran atau kontaminasi. Karakteristik fisik minuman sari kelor-kurma yang diamati pada penelitian ini terdiri atas derajat keasaman (pH), viskositas/kekentalan (cP), warna, padatan terlarut (oBrix), angka lempeng total (ALT), *escherichia coli* dan *salmonella sp.* Hasil pengukuran karakteristik fisik dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Nilai rata-rata karakteristik fisik minuman sari kelor-kurma ($x \pm SD$)

Parameter	Komposisi sari kelor terhadap minuman sari kelor-kurma			p- value
	F1 (60%)	F2 (65%)	F3 (70%)	
pH	6,42±0,02 ^a	6,44±0,04 ^a	6,52±0,02 ^a	0,095
Viskositas (cP)	4,08±0,01 ^a	4,06±0,00 ^a	4,05±0,00 ^a	0,182
Warna				
L	20,05 ^a	20,98 ^b	21,79 ^c	0,000*
a	-5,2 ^a	-5,4 ^b	-5,68 ^c	0,000*
b	3,40 ^a	30,8 ^c	30 ^b	0,000*
Total Padatan terlarut (TPT) (°Brix)	14±0,07 ^c	13±0,04 ^b	12±0,07 ^a	0,001*
Angka Lempeng Total (ALT) (colony/g)	1,1x10 ^{3a}	1,1x10 ^{3a}	1,0x10 ^{3a}	0,696
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	0	0	0	-
<i>Salmonella sp.</i> (-/25g)	Negatif	Negatif	Negatif	-

*one-way ANOVA ($P < 0.05$ signifikan secara statistik) dengan analisis lanjutan LSD test.

*Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan

Minuman sari kelor-kurma yang dikembangkan memiliki pH pada kategori asam dengan kisaran pH 6,4-6,5 yang ditunjukkan pada tabel 10. Rasio peningkatan persentase kelor tidak mempengaruhi pH, viskositas, Angka Lempeng Total, *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* Warna merupakan salah satu atribut pangan yang mempengaruhi daya terima produk (Winarno, 2010). Analisis warna dilakukan dengan menggunakan alat Chromameter Minolta CE 300. Hasil yang didapatkan berupa nilai L, a, dan b. Nilai L menunjukkan parameter kecerahan (Lightness) yang memiliki rentang mulai 0 (hitam) hingga 100 (putih). Notasi a menyatakan nilai kromatik dari campuran merah dan hijau. Nilai a yang bernilai positif menunjukkan bahwa produk memiliki warna merah sedangkan notasi a bernilai negatif menunjukkan bahwa pangan memiliki warna hijau. Nilai b menyatakan nilai kromatik campuran biru dan kuning dengan nilai b positif menyatakan kuning sedangkan nilai b negatif untuk warna biru. Lightness atau kecerahan yang tertinggi dimiliki oleh sampel minuman sari kelor-kurma, yaitu F1 dengan penambahan sari kelor sebesar 70% dengan nilai 21,79. Analisis uji one-way ANOVA menunjukkan bahwa ada pengaruh yang nyata ($p < 0.05$) terhadap penambahan sari kurma dengan tingkat kecerahan. Formula 1 dan 2 tidak terlalu cerah karena ditambahkan sari kurma 40% dan 35% yang memiliki warna coklat yang agak gelap. Nilai kecerahan produk dalam penelitian ini lebih rendah daripada minuman probiotik sari buah kurma yang berkisar antara 56,13-62,68 (Retnowati et al. 2014).

Perbandingan nilai a dan b dapat menunjukkan warna pangan secara umum. Perbandingan a/b yang bernilai negatif menunjukkan bahwa pangan memiliki warna hijau. Intensitas warna hijau semakin meningkat bersama dengan peningkatan nilai a/b. Seluruh sampel memiliki perbandingan nilai a/b yang bernilai negatif. Berdasarkan analisis one-way ANOVA bahwa penambahan sari kurma memiliki pengaruh yang nyata terhadap warna pangan secara umum. Intensitas warna hijau yang tertinggi dimiliki F1 dengan penambahan sari kelor 70%. Warna hijau dapat dihasilkan oleh bahan pangan yang ditambahkan kepada minuman yaitu dari sari kelor. Hasil analisis menunjukkan bahwa warna minuman sari kelor-kurma tidak dipengaruhi oleh penambahan sari kurma. Warna hijau berasal dari tingkat sari kelor yang lebih besar. Reaksi browning nonenzimatik menyebabkan perubahan warna pada minuman sari buah yang disebut sebagai reaksi Mailard, yaitu reaksi yang terjadi karena adanya gula dengan gugus amina dari asam amino, peptida atau protein yang akan membentuk browning pigment yang disebut melanoidin (Visita et al. 2014). Penggunaan kurma yang lebih banyak mengakibatkan proses browning yang lebih tinggi sehingga sampel terlihat lebih berwarna dibandingkan dengan sampel yang memiliki penambahan kurma yang sedikit.

Menurut (Ismawati et al. 2016), komponen-komponen yang terukur sebagai total padatan terlarut meliputi sukrosa, gula pereduksi, asam organik pigmen dan protein. Berdasarkan SNI 3719-2014 total padatan terlarut minuman sari buah minimal 8,5 °Brix, total padatan terlarut dalam sampel minuman berturut adalah 14 untuk F1, 13 untuk F2, dan 12 untuk F3. Hasil analisis one-way ANOVA menunjukkan bahwa penambahan sari kurma memiliki pengaruh yang nyata ($p < 0.05$) total padatan terlarut formula. Nilai total padatan terlarut tertinggi diperoleh formulasi sari kelor F1 (60%) dengan nilai total padatan terlarut 14 °Brix sehingga

menggambarkan bahwa sampel memiliki tingkat kemanisan yang paling tinggi. Peningkatan total padatan terlarut pada minuman sari kelor-kurma terjadi karena ada penambahan kurma mengandung sejumlah karbohidrat. Buah kurma memiliki sumber termasuk karbohidrat, protein, asam amino, dan mineral makanan (selenium, kalium, kalsium, magnesium, mangan, zat besi, serat makanan, vitamin, karotenoid, dan asam lemak). Buah ini juga mengandung polifenol, antosianin, karotenoid, tanin, prosianidin, sterol, flavonol, flavon, antosianidin, isoflavon, fitoestrogen, asam fenolik, turunan asam sinamat, senyawa volatil, dan memiliki potensi antioksidan yang kuat (Hussain et al. 2020). Semakin banyak penambahan pemanis alami dari kurma, maka semakin banyak karbohidrat yang terkandung dalam minuman sari kelor-kurma yang dapat meningkatkan total padatan terlarut. Sejalan dengan penelitian dari Simarmata et al. (2019) menyatakan bahwa komponen-komponen kompleks pada ekstrak stevia yang larut seperti karbohidrat dapat meningkatkan total padatan terlarut pada produk pangan. Penambahan pemanis alami juga menyebabkan bakteri asam laktat yang dihasilkan semakin sedikit sehingga gula yang diubah menjadi asam organik semakin berkurang dan sisa gula akan semakin banyak.

Berdasarkan SNI 3719-2014 angka lempeng total (ALT) minuman sari buah maksimal 1×10^4 koloni/ml, angka lempeng total dalam sampel minuman sari kelor-kurma berturut-turut adalah $1,1 \times 10^3$ untuk F1, $1,1 \times 10^3$ untuk F2, dan $1,0 \times 10^3$ untuk F3. Hasil analisis one-way ANOVA menunjukkan bahwa penambahan sari kelor tidak memiliki pengaruh yang nyata ($p > 0.05$) terhadap angka lempeng total formula. Berdasarkan SNI 3719-2014 *Escherichia coli* minuman sari buah < 3 MPN/g, *Escherichia coli* dalam sampel minuman sari kelor-kurma menunjukkan menunjukkan angka 0 (nol). Berdasarkan SNI 3719-2014 *Salmonella sp.* minuman sari buah adalah negatif/25 ml, *Escherichia coli* dalam sampel minuman sari kelor-kurma menunjukkan menunjukkan nilai negatif, sehingga produk ini memenuhi syarat dalam pengembangan produk minuman sari.

4.1.2 Kandungan zat gizi minuman sari kelor-kurma per 100 ml

Analisis kandungan zat gizi yang dilakukan terhadap minuman sari kelor-kurma yang diintervensikan terdiri dari analisis kandungan air, protein, lemak, karbohidrat, dan abu, serat pangan, kapasitas antioksidan, *Ascorbic Acid Equivalent Antioxidant Capacity* (AEAC), total flavonoid. Dilihat dari seluruh jenis sediaan minuman sari kelor-kurma, diketahui bahwa sebagian besar kandungannya adalah air, dimana kadar air tertinggi terdapat pada minuman sari kelor-kurma formula 3 dengan penambahan sari kelor (70%) dan yang terendah pada minuman sari kelor-kurma formula 1 dengan penambahan sari kelor (60%). Hal ini membuktikan bahwa cara pengolahan minuman sari kelor-kurma dengan direbus dapat menambah kadar air. Berdasarkan hasil analisis statistik lanjutan, diketahui bahwa ketiga formula minuman sari kelor-kurma berpengaruh signifikan ($P < 0.05$) terhadap kandungan energi, kadar protein, karbohidrat, kadar abu, serat pangan. Air merupakan zat gizi yang terkandung di dalam pangan yang berperan terhadap penampakan, tekstur, dan cita rasa. Kandungan air dalam bahan pangan juga menjadi faktor yang menentukan daya simpan (*shelf life*) (Mathlouthi et al, 2001). Tabel 8 menyajikan hasil

kandungan zat gizi minuman sari kelor-kurma per 100 ml.

Tabel 8 Kandungan zat gizi minuman sari kelor-kurma per 100 ml

Parameter	Komposisi sari kelor terhadap minuman sari kelor-kurma			p-value
	F1 (60%)	F2 (65%)	F3 (70%)	
Kadar Air (%bb)	93,37±0,11 ^a	93,96±0,06 ^b	94,56±0,14 ^c	0,004*
Energi (Kal)	387±0,21 ^c	385±0,31 ^b	383±0,07 ^a	0,001*
Kadar Protein (%bk)	3,62±0,05 ^a	4,14±0,04 ^b	4,23±0,12 ^c	0,009*
Karbohidrat (%bk)	93,29±0,00 ^c	92,14±0,03 ^b	91,64±0,09 ^a	0,000*
Kadar lemak (%bk)	0,02±0,00 ^a	0,02±0,00 ^a	0,02±0,00 ^a	0,551
Kadar abu (%bk)	3,09±0,05 ^a	3,72±0,07 ^b	4,13±0,01 ^c	0,001*
Serat pangan (%bk)	27,07±0,07 ^a	30,38±0,30 ^c	31,98±1,65 ^a	0,032*
Kapasitas Antioksidan (ppm)	67,82±0,77 ^a	78,00±0,26 ^b	86,73±0,25 ^c	0,000*
AEAC (%)	68,28±0,00 ^a	86,86±0,04 ^b	89,36±0,00 ^c	0,000*
Total Flavonoid (QE mg/g)	0,54±0,00 ^a	0,58±0,00 ^b	0,70±0,00 ^c	0,002*

*one-way anova ($P < 0.05$ signifikan secara statistik) dengan analisis lanjutan LSD test.

*Huruf berbeda dalam baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kadar air, protein, lemak, karbohidrat, dan abu berbeda signifikan berdasarkan jenis minuman sari kelor-kurma. Dilihat dari seluruh jenis sediaan minuman sari kelor-kurma, diketahui bahwa sebagian besar kandungannya adalah air, dimana kadar air tertinggi terdapat pada minuman sari kelor-kurma formula 3 dengan penambahan sari kelor (70%) dan yang terendah pada minuman sari kelor-kurma formula 1 dengan penambahan sari kelor (60%). Hal ini membuktikan bahwa cara pengolahan minuman sari kelor-kurma dengan direbus dapat menambah kadar air. Berdasarkan hasil analisis statistik lanjutan, diketahui bahwa ketiga formula minuman sari kelor-kurma berpengaruh signifikan ($P < 0.05$) terhadap kandungan energi, kadar protein, karbohidrat, kadar abu, serat pangan. Air merupakan zat gizi yang terkandung di dalam pangan yang berperan terhadap penampakan, tekstur, dan cita rasa. Kandungan air dalam bahan pangan juga menjadi faktor yang menentukan daya simpan (shelf life) (Mathlouthi et al, 2001). Formula F1, F2, dan F3 memiliki kadar air masing-masing sebesar 93.37%, 93.96%, dan 94.56%. Seluruh formula memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan penelitian dari Priyanto (2020) tentang minuman sari jagung yang menunjukkan sebesar 92,32%.

Protein adalah salah satu zat gizi yang dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tubuh karena berperan dalam berbagai proses metabolisme (Bean et al. 2010). Kadar protein dari F1, F2, dan F3 masing-masing sebesar 3,62%, 4,14%, dan 4,23%. Karbohidrat adalah zat gizi yang pertama kali dipecah menjadi energi oleh tubuh. Karbohidrat tersusun atas serangkaian monomer gula sederhana (monosakarida) yang saling terhubung oleh ikatan glukosida dan membentuk senyawa yang lebih

kompleks disebut sebagai polisakarida. Manfaat karbohidrat di dalam bahan pangan adalah memberikan bentuk, rasa dan tekstur pada pangan (Kokkinidou et al. 2018). Hasil analisis proksimat karbohidrat minuman sari kelor-kurma sebesar 91,64%, 92,14%, dan 93,29% untuk masing-masing formula F1, F2, dan F3. Berdasarkan hasil analisis proksimat minuman sari kelor-kurma terdapat kadar lemak dari ketiga formula sebesar 0,02% nilainya lebih kecil dibandingkan hasil dari kadar lemak 0,07% dari penelitian Priyanto (2020) tentang minuman sari jagung.

Abu adalah hasil pembakaran bahan pangan yang tersusun atas zat organik dengan suhu yang sangat tinggi dan durasi yang cukup lama sampai hanya tersisa zat anorganik. Abu merupakan kandungan gizi yang tidak kalah penting dengan yang lain karena memiliki beberapa manfaat yaitu sebagai indikator kandungan mineral, kemurnian, dan kebersihan dari suatu bahan pangan (Nielsen et al. 2010). Hasil analisis proksimat terhadap kadar abu minuman sari kelor-kurma adalah sebesar 3,09%, 3,72%, dan 4,13% untuk masing-masing F1, F2, dan F3.

Dari hasil analisis proksimat minuman sari kelor-kurma serat pangan yang terkandung dari masing-masing formula F1, F2, dan F3 sebesar 27,07%, 30,38% dan 31,98%. Manfaat serat pangan, dapat mengontrol berat badan dan nafsu makan, mengurangi kadar kolesterol dengan cara mengikat lemak dalam usus halus dan menurunkan penyakit kardiovaskular. Selain itu kandungan serat pangan juga berfungsi sebagai komponen non gizi yang memiliki manfaat keseimbangan flora usus dan sebagai prebiotik, merangsang pertumbuhan bakteri baik (Slavin et al. 2013). Penelitian terkait kuantitatif kandungan proksimat dan kandungan serat pangan masih sangat kurang. Sementara itu, komponen proksimat akan memberikan efek komplementer terhadap efek dari metabolit sekunder daun kelor sebagai antioksidan dan komponen serat pangan yang membantu penyerapan zat bersifat toksik di dalam usus dan memberikan rasa kenyang serta dapat menghambat pembentukan kolesterol karena pembentukan asam rantai pendek hasil degradasi serat (Adi et al. 2016).

Kapasitas Antioksidan dari formula minuman sari kelor kurma F1, F2, dan F3 masing-masing sebesar 67,82 ppm, 78,00 ppm, dan 86,73 ppm. Sandrasari (2008), menyatakan bahwa suatu senyawa yang mempunyai kapasitas antioksidan sangat kuat jika menghambat perkembangan radikal bebas lebih dari 80%, sedang jika menghambat sebesar 50-80%, dan lemah jika memiliki penghambatan kurang dari 50%. Nilai ascorbic acid equivalent antioxidant content (AEAC) dari F1, F2, dan F3 masing-masing sebesar 68,28 %, 86,86 % dan 89,36 %. Vitamin C memiliki fungsi sebagai pembanding kapasitas antioksidan, karena kemampuan antioksidan yang sangat tinggi dan sebagai antioksidan sekunder yaitu menangkap radikal bebas dan mencegah terjadinya reaksi berantai. Vitamin C termasuk golongan antioksidan sekunder yang mampu menangkal berbagai radikal bebas ekstraseluler. Hal itu dikarenakan vitamin C mempunyai gugus hidroksi bebas yang bertindak sebagai penangkap radikal bebas dan jika mempunyai gugus polihidroksi akan meningkatkan aktivitas antioksidan (Kim, 2005). Nilai total flavonoid dari minuman sari kelor kurma F1, F2, dan F3 masing-masing sebesar 0,54 QE mg/g, 0,58 QE mg/g, 0,70 QE mg/g. Salah satu jenis fenol yang paling banyak ditemukan dalam tumbuhan hijau adalah flavonoid (Markham, 1988). Menurut Pourmorad (2006),

kelompok polifenol ini diketahui memiliki sifat sebagai penangkap radikal bebas, penghambat enzim hidrolisis, oksidatif, dan antiinflamasi. Flavonoid adalah senyawa alam yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan yang dapat melindungi tubuh dari radikal bebas yang menyebabkan penyakit degeneratif melalui mekanisme perusakan sistem imunitas tubuh, oksidasi lipid dan protein (Rais, 2015). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kurniasari (2006), beberapa tanaman obat mengandung flavonoid memiliki sifat antioksidan, antibakteri, antivirus, antiradang, antialergi, dan antiradang.

4.1.3 Kandungan gizi produk terpilih

Produk minuman terpilih dilakukan menggunakan perbandingan tiga persentase formulasi sari kelor: sari kurma sebesar 40%, 35% dan 30%. Berdasarkan pengamatan secara subjektif, formula 3 (tiga) memiliki kadar protein, kadar abu, dan nilai AEAC yang lebih tinggi dibandingkan dengan formula 1 (satu) dan 2 (dua). Kesimpulan ini diperkuat dengan hasil uji organoleptik (hedonik dan QDA) yang dilakukan oleh panelis. Minuman sari kelor-kurma yang diberikan per hari sebanyak 8 g berat daun kelor dan 3 g berat daging kurma dan air mineral memiliki berat 139 g. Minuman sari kelor-kurma yang diberikan per hari memiliki energi sebesar 31,26 Kal dibandingkan dengan AKG (2019) untuk perempuan usia 19-49 tahun, maka minuman sari kelor-kurma yang diintervensikan hanya menyumbang sekitar 1,45% AKE. Minuman ini merupakan jenis sayuran dan buah, seperti kebanyakan sayuran dan buah lainnya juga memang tidak memiliki energi yang besar atau bukan sebagai sumber energi. Zat gizi yang dianalisis adalah kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat dan serat pangan. Kandungan energi dihitung berdasarkan kandungan karbohidrat 4 kkal/g bahan, protein 4 kkal/g bahan dan lemak 9 kkal/g bahan. Satu sajian produk minuman fungsional sebanyak 150 ml mengandung energi sebesar 31,26 kkal, serat pangan sebesar 2,61 g, dalam penelitian ini dalam 1 hari subjek mengkonsumsi 2 kali yaitu pada pagi dan sore hari.

Kandungan protein dari minuman sari kelor-kurma yang diintervensikan per hari sebesar 0,34 gram (0,57% AKP), Kandungan lemak dari minuman sari kelor-kurma yang diintervensikan per hari sebesar 0,03 gram (0,04% AKG). Kandungan karbohidrat dari minuman sari kelor-kurma yang diintervensikan per hari sebesar 7,47gram (7,47% AKG). Kandungan serat pangan dari minuman sari kelor-kurma yang diintervensikan per hari sebesar 2,61 gram (8.7% AKG). Dilihat dari hasil analisis menunjukkan kapasitas antioksidan sebesar 86,73 untuk minuman kelor-kurma yang diberikan dengan volume 150 ml, menurut penelitian dari Sandrasari (2008), menyatakan bahwa suatu senyawa yang mempunyai kapasitas antioksidan sangat kuat jika menghambat perkembangan radikal bebas lebih dari 80%. Penelitian dari (Maleš et al. 2023) kandungan dari jus apel sebesar 120,8 %, jus nanas sebesar 308 % dan jus jeruk sebesar 806 %. Minuman sari kelor-kurma memiliki kadar total flavonoid sebesar 1,05 QE mg/g, flavonoid memiliki banyak senyawa turunan termasuk flavonol, isoflavonoid, dan flavon yang memiliki aktivitas antioksidan dan banyak digunakan sebagai sumber senyawa bioaktif baru dalam pengembangan obat atau makanan fungsional (Zaky

et al. 2022). Kandungan gizi produk terpilih minuman sari kelor-kurma disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Kandungan gizi produk terpilih minuman sari kelor-kurma

Kadar zat gizi	Kandungan/saji (150 ml)	Kontribusi terhadap ALG (%)
Energi (kkal)	31,26±0,56	1,45
Air (ml)	141,84±0,14	-
Protein (g)	0,34±0,00	0,57
Karbohidrat (g)	7,47±0,14	7,47
lemak (g)	0,03±0,00	0,04
Abu (g)	0,34±0,00	-
Serat pangan (g)	2,61±0,04	8,7
Kapasitas antioksidan (ppm)	86,73±0,14	-
AEAC (%)	89,36±0,00	-
Total flavonoid (QE mg/g)	0,70±0,23	-
Flavonoid spesifik:		
Kuersetin (mg/g)	0,41±0,00	-
Kaempferol (mg/g)	0,23±0,00	-

Keterangan:

*% Angka Label Gizi (ALG) berdasarkan jumlah kebutuhan energi 2,150 kkal untuk kelompok umum (BPOM 2016). Analisis zat gizi berdasarkan berat basah (bb)

Adanya kandungan flavonoid dalam daun kelor menunjukkan adanya antioksidan (Kumar et al. 2021). Lebih jauh, flavonoid mengandung gugus hidroksil fungsional yang menunjukkan efek antioksidan dengan mengkelat ion logam atau membersihkan radikal bebas (Malešev et al. 2007). Penelitian dari Fattahi et al. (2014) ekstrak air daun jelatang memiliki kandungan kadar total flavonoid sebesar 133,916 QE mg/g dengan kandungan AEAC sebesar 218,9 mg/g. penelitian dari Athilah et al. (2020) daun mangga yang di ekstraksi air memiliki kandungan kadar total flavonoid sebesar 413,46 QE mg/g. Minuman sari kelor-kurma yang dikonsumsi oleh subjek penelitian mengandung kuersetin pada konsentrasi 0,61 mg/g dan kaempferol pada 0,34 mg/g untuk asupan 150 ml. Penelitian lain juga membuktikan pemberian ekstrak air seperti dalam penelitian yang dilakukan oleh Schröder et al. (2019) kandungan kuersetin dalam ekstrak air matcha tea sebesar 1,2 mg/g, lebih tinggi daripada teh hijau sebesar 1,1 mg/g. Kandungan kaempferol ekstrak air pada tomat sebesar 3,2 mg/g (Lee et al. 2016). Hal yang sama dengan penelitian Matshediso et al. (2015) adanya kandungan ekstrak kelor di panaskan selama 60 menit dengan suhu 90oC memiliki kandungan kuersetin sebesar 1,4 mg/g dan kaempferol sebesar 1,4 mg/g.

4.2 Penelitian Tahap Intervensi

4.2.1 Karakteristik Subjek

Subjek sejumlah 16 wanita usia subur pra-hipertensi yang memenuhi kriteria inklusi ikut serta dalam penelitian dengan karakteristik usia dan antropometri subjek yang disajikan pada Tabel 10. Hasil analisis menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antar kelompok menurut usia ($p=0,106$), IMT ($p=0,244$), LiLA ($p=0,106$), tekanan darah sistolik awal ($p=0,056$), tekanan darah diastolik awal ($p=0,052$), pendidikan ($p=0,067$) dan pekerjaan ($p=0,056$) sehingga menggambarkan karakteristik subjek yang homogen.

Tabel 10 Sebaran subjek berdasarkan karakteristik dan antropometri

Variabel	Rerata \pm SD		p-value
	Kontrol (n=8)	Perlakuan (n=8)	
Usia (tahun)	32 \pm 7,61	32 \pm 7,61	0,106 ¹
IMT (kg/m ²)	25,23 \pm 1,69	25,15 \pm 1,58	0,106 ¹
LiLA (cm)	23,27 \pm 6,43	23,32 \pm 6,56	0,244 ¹
Tekanan darah sistolik awal (mmHg)	122,75 \pm 11,82	122,68 \pm 7,01	0,056 ¹
Tekanan darah diastolik awal (mmHg)	81,12 \pm 1,85	76,25 \pm 3,35	0,052 ¹
Pendidikan	2,12 \pm 0,83	2,12 \pm 0,83	0,067 ¹
Pekerjaan	2,25 \pm 0,70	2,25 \pm 0,70	0,056 ¹

Keterangan:

Uji beda antara kelompok intervensi dan kontrol dengan ¹Independent t-test

4.2.2 Perbedaan asupan dan kecukupan zat gizi antar kelompok

Asupan zat gizi subjek diperoleh melalui rerata asupan 2x24 jam dengan metode *food recall* yang dilakukan pengambilan asupan pada hari biasa (*workday*) dan hari libur (*weekend*). Zat gizi yang diamati dalam penelitian ini adalah energi, protein, lemak dan karbohidrat (Tabel 11). Berdasarkan AKG (2019) kecukupan energi, protein, lemak dan karbohidrat untuk wanita dewasa usia 19-49 tahun berturut-turut adalah sebesar 2150-2250 kkal, 60 g, 60-65 g dan 340-360 g. Rata-rata asupan dan tingkat kecukupan energi subjek tidak berbeda signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok intervensi ($p>0,05$). Rerata tingkat kecukupan energi subjek kelompok kontrol dan kelompok intervensi termasuk ke dalam kategori defisit berat ($<70\%$ AKG). Dilihat dari catatan *food recall* 2x24 jam beberapa makanan yang sering dikonsumsi oleh subjek dan diketahui menyumbangkan kalori cukup besar adalah gorengan dan bakso. Konsumsi makanan tinggi karbohidrat seperti nasi, mie instan, dan biskuit juga menyumbang cukup besar terhadap asupan energi.

Tabel 11 Rata-rata asupan energi dan zat gizi *baseline* dan *endline* antar kelompok

Zat Gizi	Kelompok	Fase	Min	Maks	Rerata±SD	%AK G	<i>p</i> - value*	<i>p</i> - value**
Energi (kkal)	Kontrol	<i>Baseline</i>	1079,9	1183,5	1128,9±47,0	52,5	0,404	0,114
		<i>Endline</i>	1067	1289	1178,4±99,7	54,8		
	Intervensi	<i>Baseline</i>	1077	1187,9	1159,5±55,0	53,9		
		<i>Endline</i>	1228,3	1364,2	1287,3±65,2	59,8		
Protein (g)	Kontrol	<i>Baseline</i>	38.1	39.6	38,7±0,61	64,6	0,85	0,171
		<i>Endline</i>	36.8	47.3	43,6±4,6	72,6		
	Intervensi	<i>Baseline</i>	42.9	50.2	46,1±3,2	76,9		
		<i>Endline</i>	37.7	45.6	42±4,0	70		
Lemak (g)	Kontrol	<i>Baseline</i>	27.2	43	36±6,7	60	0,045	0,298
		<i>Endline</i>	41.1	52.4	46,5±4,9	77,6		
	Intervensi	<i>Baseline</i>	36.7	46.9	43,3±4,5	72,2		
		<i>Endline</i>	43.4	49.4	45,8±2,7	76,4		
Karbohidrat (g)	Kontrol	<i>Baseline</i>	105.02	130.36	118,2±12,5	34,7	0,153	0,375
		<i>Endline</i>	114.34	149.84	134,1±14,8	39,4		
	Intervensi	<i>Baseline</i>	123.30	141.94	134,2±9,2	39,4		
		<i>Endline</i>	122.20	134.82	129,2±5,6	38		

**independent t-test* ($p > 0.05$ tidak terdapat perbedaan nyata antar kelompok)

**menunjukkan *p-value* kelompok kontrol dan intervensi pada fase *baseline*

Rerata asupan dan tingkat kecukupan protein, lemak dan karbohidrat subjek tidak berbeda signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok intervensi ($p > 0.05$). Tidak adanya perbedaan yang signifikan antara asupan zat gizi subjek kelompok kontrol dan kelompok perlakuan menunjukkan bahwa *outcome* penelitian ini merupakan pengaruh dari *baseline* dan *endline* kontrol dan intervensi minuman sari kelor-kurma.

4.2.3 Aktivitas fisik

Aktivitas fisik didefinisikan sebagai gerakan tubuh yang disebabkan oleh kontraksi antar otot dan dapat meningkatkan jumlah energi yang dikeluarkan (Milton *et al.* 2018). Aktivitas fisik dapat dilakukan dengan berbagai cara dan intensitas, seperti melakukan pekerjaan rumah tangga, olahraga, atau bahkan hanya duduk dan berbaring (WHO 2010). Manfaat kesehatan dapat dirasakan bila melakukan aktivitas fisik intensitas sedang minimal 30 menit per hari atau 150 menit per minggu dan 75 menit per minggu untuk intensitas tinggi (Bull *et al.* 2020). *International Physical Activity Questionnaires* (IPAQ) termasuk ke dalam metode *self-reported questionnaires* untuk mengukur aktivitas fisik seseorang (Craig *et al.* 2003). IPAQ dapat digunakan pada seseorang yang berusia 15–69 tahun (IPAQ 2016). Kuesioner ini memiliki dua versi, yaitu versi pendek dan versi panjang. Pada penelitian ini pengukuran aktivitas fisik subjek menggunakan versi pendek atau IPAQ-SF. Kuesioner ini terdiri dari 7 jenis pertanyaan yang berisikan tentang waktu yang dihabiskan untuk melakukan aktivitas intensitas berat,

intensitas sedang, berjalan, ataupun duduk dalam 7 hari terakhir penelitian. Sebaran subjek Wanita usia subur berdasarkan aktivitas fisik disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12 Sebaran subjek wanita usia subur berdasarkan aktivitas fisik

Aktivitas Fisik	Wanita Usia Subur (WUS)	
	n	%
Rendah (<600 METs)	1	6,25
Sedang (600–2.999 METs)	11	68,75
Tinggi (≥ 3.000 METs)	4	25
Total	16	100
Rata-rata \pm SD (METs)	2794,59 \pm 936,32	

Kategori aktivitas fisik dibagi menjadi tiga berdasarkan total skor METs yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Sebagian besar subjek (68,75%) memiliki aktivitas sedang. Rata-rata nilai *metabolic equivalent tasks* (METs) subjek sebesar 2794.59 \pm 936.32 dengan skor tertinggi 4578 dan skor terendah 396. Dari hasil penelitian didapatkan sebagian besar subjek tidak melakukan aktivitas fisik berat dalam seminggu. Aktifitas fisik dengan intensitas sedang yang dilakukan subjek seperti mengerjakan pekerjaan rumah, menonton televisi dan mengendarai sepeda motor. Rata-rata waktu yang dihabiskan untuk aktivitas duduk seluruh subjek ialah 6 jam/hari. Duduk merupakan salah satu bentuk perilaku sedentari. Perilaku sedentari merupakan perilaku yang dilakukan seperti duduk ataupun berbaring yang ditandai dengan pengeluaran energi kurang dari 1,5 METs (Park *et al.* 2020). Duduk dengan waktu yang lama memiliki dampak pada kesehatan, seperti menekan aktivitas lipoprotein lipase, munculnya nyeri pada tulang belakang, ataupun meningkatkan risiko terjadinya penyakit kardiovaskular, diabetes tipe 2 dan kanker (Dunstan *et al.* 2010, Mayor *et al.* 2015). Hasil yang didapatkan pada penelitian ini didukung oleh penelitian serupa sebelumnya. Penelitian dari Khairani (2023) menunjukkan terdapat 13 wanita yang tidak obesitas sentral (69,2%) dari 16 wanita termasuk ke dalam kategori aktivitas fisik sedang.

4.2.4 Kepatuhan

Kepatuhan merupakan hal yang dianggap paling berpengaruh dalam keberhasilan pada penelitian intervensi (Maryani *et al.* 2006). Kepatuhan mengonsumsi minuman diukur dari ketepatan jumlah yang dikonsumsi dan frekuensi mengonsumsi minuman. Menurut Waliyo dan Agusanty (2016), kartu monitoring kepatuhan diberikan untuk memotivasi individu menghabiskan dan sebagai media komunikasi, informasi, serta edukasi. Mengingat intervensi minuman sari kelor-kurma setiap hari diberikan selama 7 hari (Senin-Minggu), Setiap hari ketika minuman sari kelor-kurma diantar ke subjek, peneliti menanyakan sisa konsumsi minuman sari kelor-kurma sehari sebelumnya. Kepatuhan konsumsi minuman sari kelor-kurma dilihat dari jumlah yang diminum

per hari. Dilihat dari minuman sari kelor-kurma yang dikonsumsi, subjek termasuk patuh karena rata-rata minuman sari kelor-kurma yang dihabiskan setiap harinya sebesar 100% atau sebanyak 300 ml minuman sari kelor-kurma per hari. Tidak ada keluhan kesehatan selama periode intervensi berlangsung. Jika dilihat dari persentase kepatuhan dapat dikatakan bahwa sebagian besar subjek dapat menghabiskan minuman sari kelor-kurma yang diberikan. Dilihat dari jenis pangan lain yang seharusnya tidak boleh dikonsumsi selama intervensi berdasarkan hasil *recall*, ada beberapa pangan yang dikonsumsi oleh subjek selama intervensi yang seharusnya dihindari yakni minuman berkarbonat. Peneliti berharap ketidakpatuhan yang rendah ini tidak mempengaruhi hasil yang diperoleh. Kepatuhan subjek wanita usia subur pra-hipertensi berdasarkan konsumsi minuman sari kelor-kurma disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13 Kepatuhan subjek wanita usia subur pra-hipertensi berdasarkan konsumsi minuman sari kelor-kurma

Minggu	Kelompok	Kepatuhan konsumsi minuman sari kelor-kurma (%)
1	A	100
2	A	100
3	B	100
4	B	100

4.2.5 Pengaruh intervensi minuman sari kelor-kurma terhadap tekanan darah sistolik dan diastolik

Tekanan darah merupakan tekanan pada dinding arteri (Loughrey *et al.* 2014). Tekanan sistolik adalah tekanan puncak yang terjadi saat ventrikel berkontraksi, sedangkan tekanan diastolik adalah tekanan terendah saat pengisian darah di jantung sebelum dipompakan ke seluruh tubuh atau dikenal dengan tekanan yang terjadi saat jantung beristirahat (Smeltzer *et al.* 2001).

1. Tekanan Darah Sistolik

Nilai rata-rata tekanan darah sistolik sebelum intervensi pada kelompok kontrol adalah $122,75 \pm 11,82$ mmHg, sedangkan nilai rata-rata tekanan darah sistolik setelah intervensi menurun menjadi $120,31 \pm 10,05$ mmHg. Terjadinya penurunan tekanan darah sistolik antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok kontrol adalah sebesar $-2,43 \pm 8,87$ mmHg, yakni menurun sebesar 1,98% dari tekanan darah sistolik sebelumnya. Sebaliknya, nilai rata-rata tekanan darah sistolik sebelum intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma adalah $122,68 \pm 7,01$ mmHg, sedangkan nilai rata-rata tekanan darah sistolik setelah intervensi menurun menjadi $113,5 \pm 6,87$ mmHg. Penurunan tekanan darah sistolik antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma sebesar $-9,18 \pm 5,07$ mmHg, yakni menurun sebesar 7,48% dari tekanan darah sistolik sebelumnya. Dilihat dari hasil statistik pada fase selisih antara kelompok

kontrol dengan kelompok intervensi menunjukkan ada perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) dibuktikan dengan kecenderungan tekanan darah sistolik pada kelompok minuman sari kelor-kurma yang lebih besar sekitar penurunan 9,18 mmHg. Pengaruh minuman sari kelor-kurma terhadap tekanan darah sistolik wanita usia subur pra-hipertensi disajikan pada tabel 14.

Tabel 14 Pengaruh Minuman Sari Kelor-Kurma terhadap Tekanan Darah Sistolik Wanita Usia Subur Pra-Hipertensi

Parameter	Fase	Kontrol	Minuman sari kelor-kurma	p-value ²
Tekanan darah sistolik (mmHg)	Sebelum	122,75±11.82	122,68±7,01	
	sesudah	120,31±10.05	113,5±6,87	
	p-value ¹	0,289	0,000*	
	Selisih (Δ)	-2,43 ± 8,87	-9,18 ± 5,07	0,013*

¹Paired t-test ($p < 0,05$ = perbedaan signifikan antar kelompok)

²Independent t-test ($p < 0,05$ = perbedaan signifikan antar kelompok)

Tekanan darah tinggi dikaitkan dengan cedera dan disfungsi endotel pada lapisan tunggal endotel pada pembuluh darah diregenerasi oleh EPC (Pirro *et al.* 2007). Tingkat *endothelial progenitor cells* (EPC) yang rendah dikaitkan dengan morbiditas dan mortalitas penyakit kardiovaskular (Cassano *et al.* 2021). Penelitian yang menganalisis efek pemberian jus kelor dengan madu pada 20 pria dewasa hipertensi tingkat 1 dengan proporsi 300 ml selama 30 hari dapat menurunkan tekanan darah sistolik sebesar 29 mmHg dan diastolik sebesar 18 mmHg (Sailesh *et al.* 2018). Lebih lanjut, hasil penelitian lain dengan *single-blind RCT* yang menganalisis efek pemberian kelor yang dimasak sebanyak 120 g selama 1 hari dapat menurunkan tekanan darah sistolik sebesar 2,7 mmHg dan diastolik sebesar 2,64 mmHg (Chan-Sun *et al.* 2019). Dalam hasil temuan menunjukkan bahwa konsumsi tinggi *total antioxidant capacity* (TAC) dikaitkan dengan penurunan risiko kejadian hipertensi wanita, sehingga disarankan untuk mengkonsumsi makanan kaya antioksidan untuk mencegah perkembangan hipertensi (Villaverde *et al.* 2019). Sebuah studi epidemiologi besar baru-baru ini melaporkan bahwa asupan yang mengandung AEAC dalam makanan mempercepat degradasi *S-nitrosoglutathione*, meningkatkan sintesis NO, dan menurunkan tekanan darah (Sherman *et al.* 2000).

2. Tekanan Darah Diastolik

Nilai rata-rata tekanan darah diastolik sebelum intervensi pada kelompok kontrol adalah 81,12±1,85 mmHg, sedangkan nilai rata-rata tekanan darah diastolik setelah intervensi menurun menjadi 81,18±1,51 mmHg. Terjadinya kenaikan tekanan darah diastolik antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok kontrol adalah sebesar 0,06±1,56 mmHg, yakni naik sebesar 0,07% dari tekanan darah diastolik sebelumnya. Sebaliknya, nilai rata-

rata tekanan darah diastolik sebelum intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma adalah $76,25 \pm 3,35$ mmHg, sedangkan nilai rata-rata tekanan darah diastolik setelah intervensi menurun menjadi $72,18 \pm 4,56$ mmHg. Penurunan tekanan darah diastolik antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma sebesar $-4,06 \pm 3,41$ mmHg, yakni menurun sebesar 5,33% dari tekanan darah diastolik sebelumnya. Dilihat dari hasil statistik pada fase selisih antara kelompok kontrol dengan kelompok intervensi menunjukkan ada perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) dibuktikan dengan kecenderungan tekanan darah diastolik pada kelompok minuman sari kelor-kurma yang lebih besar sekitar penurunan 4,06 mmHg. Pengaruh minuman sari kelor-kurma terhadap tekanan darah diastolik wanita usia subur pra-hipertensi disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15 Pengaruh Minuman Sari Kelor-Kurma terhadap Tekanan Darah Diastolik Wanita Usia Subur Pra-Hipertensi

Parameter	Fase	Kontrol	Minuman sari kelor-kurma	p-value ²
Tekanan darah diastolik (mmHg)	Sebelum	$81,12 \pm 1,85$	$76,25 \pm 3,35$	
	sesudah	$81,18 \pm 1,51$	$72,18 \pm 4,56$	
	p-value ¹	0,876	0,000*	
	Selisih (Δ)	$0,06 \pm 1,56$	$-4,06 \pm 3,41$	0,000*

¹Paired t-test ($p < 0,05$ = perbedaan signifikan antar kelompok)

²Independent t-test ($p < 0,05$ = perbedaan signifikan antar kelompok)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian minuman sari kelor-kurma dapat menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik pada subjek wanita usia subur dengan pra-hipertensi. Tekanan darah diastolik lebih cepat turun karena dilihat dari perubahan kelompok kontrol yang termasuk kategori pra-hipertensi yaitu 80-89 mmHg menjadi turun ke arah normal pada kelompok sebelum diberikan minuman sari kelor kurma, sehingga jika dibandingkan dengan tekanan darah sistolik karena tidak adanya pengaruh respons gangguan relaksasi atau pengisian ventrikel kiri, yang mengakibatkan penurunan tekanan atrium kiri pada jantung. Hal ini menyebabkan pengecilan atrium kiri, sehingga diastolik dapat berfungsi maksimal (Borlaug dan Kass 2006). Pemeriksaan tekanan darah dilakukan saat subjek tidak melakukan aktivitas berat atau sedang beristirahat. Hal ini karena tekanan darah diastolik merupakan tekanan pada pembuluh darah saat jantung sedang beristirahat di antara denyut jantung sementara tekanan darah sistolik adalah tekanan maksimum yang terjadi saat jantung berkontraksi dan memompa darah ke seluruh tubuh (Oberman *et al.* 2023). Dalam penelitian ini yang menjadi bagian fokus utama adalah tekanan darah sistolik, hal inilah yang membuat kekurangan penelitian.

Hasil penelitian ini didukung penelitian dari Basu *et al.* (2010) 27 subjek dengan penyakit metabolik sindrom mengkonsumsi minuman jus

stroberi sebanyak 50 ml selama 8 minggu dapat menurunkan tekanan darah diastolik sebesar 2,20 mmHg dan dengan 49 subjek dengan penyakit metabolik sindrom mengkonsumsi minuman jus blueberry sebanyak 50 ml selama 8 minggu dapat menurunkan tekanan darah diastolik sebesar 5,80 mmHg. Penelitian dari Morand *et al.* (2011) 24 subjek overweight mengkonsumsi minuman jus jeruk sebanyak 500 ml selama 4 minggu dapat menurunkan tekanan darah diastolik sebesar 3,00 mmHg. Penelitian dari Jones *et al.* (2019) 36 subjek sehat usia >55 tahun mengkonsumsi minuman jus bit sebanyak 70 ml selama 4 minggu dapat menurunkan tekanan darah diastolik sebesar 4 mmHg.

4.2.6 Pengaruh intervensi minuman sari kelor-kurma terhadap kadar enzim ACE dan F2 isoprostan

Adanya radikal bebas pada individu berisiko meningkatkan pemakaian dari enzim antioksidan yang mengakibatkan berkurangnya kadar enzim tersebut di dalam sel. Rendahnya enzim antioksidan intrasel mengakibatkan sel tidak mampu mencegah pembentukan radikal bebas dalam tubuh sehingga terjadi proses peroksidasi lipid dan berakibat pada peningkatan kadar enzim ACE dan F2 isoprostan.

1. Kadar Enzim ACE

Enzim angiotensin-converting enzyme (ACE) merupakan enzim yang berperan dalam sistem renin-angiotensin tubuh yang mengatur volume ekstraseluler (misalnya plasma darah, limfa, dan cairan jaringan tubuh), dan vasokonstriksi arteri (Khurana dan Goswami 2022). ACE berperan penting dalam keseimbangan cairan dan elektrolit, pengaturan tekanan darah, perkembangan sistem kardiovaskular dan remodeling vaskular dengan menghidrolisis Ang I menjadi angiotensin II (AngII), peptida vasopresor yang kuat dan menonaktifkan bradikinin, peptida vasodepresor sebagai bagian dari sistem renin-angiotensin (RAS) dan kallikrein-kinin system (KKS) (Agić *et al.* 2018). Temuan mengenai luas rentang ekspresi ACE serum dalam serum manusia (47-288 ng/mL) (Fagyas *et al.* 2014).

Nilai rata-rata enzim ACE sebelum intervensi pada kelompok kontrol adalah $97,25 \pm 29,37$ ng/mL, sedangkan nilai rata-rata enzim ACE setelah intervensi naik menjadi $108,75 \pm 29,48$ ng/mL. Terjadinya kenaikan enzim ACE antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok kontrol adalah sebesar $11,60 \pm 25,84$ ng/mL, yakni penurunan sebesar 11,1% dari enzim ACE sebelumnya. Sebaliknya, nilai rata-rata enzim ACE sebelum intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma adalah $108,14 \pm 32,21$ ng/mL, sedangkan nilai rata-rata enzim ACE setelah intervensi menurun menjadi $90,44 \pm 27,85$ ng/mL. Penurunan enzim ACE antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma sebesar $-17,70 \pm 15,40$ ng/mL, yakni menurun sebesar 19,1% dari enzim ACE sebelumnya. Dilihat dari hasil statistik pada fase selisih antara kelompok kontrol dengan kelompok intervensi menunjukkan ada perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) dibuktikan dengan

kecenderungan enzim ACE pada kelompok minuman sari kelor-kurma yang lebih besar sekitar penurunan 17,70 ng/mL. Pengaruh minuman sari kelor-kurma terhadap kadar enzim ACE wanita usia subur pra-hipertensi disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16 Pengaruh Minuman Sari Kelor-Kurma terhadap Kadar Enzim ACE Wanita Usia Subur Pra-Hipertensi

Parameter	Fase	Kontrol	Minuman sari kelor-kurma	p-value ²
ACE enzim (ng/ml)	Sebelum	97,25±29,37	108,14±32,21	0,001*
	sesudah	108,75±29,48	90,44±27,85	
	p-value ¹	0,095	0,000*	
	Selisih (Δ)	11,60 ± 25,84	-17,70 ± 15,40	

¹Paired t-test (p<0,05 = perbedaan signifikan antar kelompok)

²Independent t-test (p<0,05 = perbedaan signifikan antar kelompok)

Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan bioaktif yang ada pada minuman sari kelor-kurma dapat menjadi inhibitor ACE yaitu bekerja dengan cara menghambat *angiotensin converting enzyme*, peptidil dipeptidase yang menghidrolisis angiotensin I menjadi angiotensin II dan menginaktifkan bradikinin (vasodilator) (Benowitz *et al.* 2010). Metabolit sekunder yang ada pada daun kelor yakni senyawa flavonoid teridentifikasi sebagai ACE inhibitor alami yang efektif (Chis *et al.* 2023). Hasil penelitian ini didukung penelitian dari Aviram *et al.* (2001) mengkonsumsi minuman jus buah delima sebanyak 50 ml selama 2 minggu menurunkan enzim ACE sebesar 36%. Penelitian epidemiologi telah memperdalam hubungan antara asupan flavonoid dalam makanan khususnya kaempferol, hal ini sejalan dengan temuan dari meta-analisis yang meneliti hubungan antara konsumsi flavonol dan risiko penyakit jantung koroner yang menyimpulkan bahwa individu dengan mengkonsumsi asupan flavonol tertinggi mengalami penurunan 20% dalam mortalitas penyakit jantung koroner. Asupan flavonol harian rata-rata berkisar antara 2 hingga lebih dari 34 mg, terutama bersumber dari teh, bawang, apel, dan brokoli (Huxley *et al.* 2003). Senyawa ini menghasilkan kemampuan untuk mengurangi stres oksidatif, menghambat aktifitas ACE, meningkatkan relaksasi endotel pembuluh darah, mengatur signaling sel dan ekspresi gen (Mladenov *et al.* 2023). Berdasarkan hasil studi in-vitro dan in-vivo, adanya mekanisme kerja kuersetin sebagai agen antihipertensi melalui interaksi sistem renin-angiotensin-aldosteron (Patel *et al.* 2018).

2. Kadar F2 isoprostan

F2 Isoprostan merupakan senyawa alami/endogen yang dihasilkan melalui oksidasi lemak dalam tubuh (Labuschagne *et al.* 2013). Konsentrasi F2 isoprostan dalam aliran darah berfungsi sebagai indikator stres oksidatif dan peradangan (Ma *et al.* 2017). F2 Isoprostan adalah molekul kuat dan efektif

yang dapat diidentifikasi dalam semua jaringan manusia dan cairan biologis, seperti plasma, urin, cairan lavage bronkoalveolar, cairan serebrospinal dan empedu (Milne *et al.* 2007). Nilai rata-rata kadar F2 isoprostan sebelum intervensi pada kelompok kontrol adalah $334,8 \pm 128,49$ pg/ml, sedangkan nilai rata-rata kadar F2 isoprostan setelah intervensi naik menjadi $338,8 \pm 123,07$ pg/ml. Terjadinya kenaikan kadar F2 isoprostan antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok kontrol adalah sebesar $4,05 \pm 26,94$ pg/ml, yakni kenaikan sebesar 1,19% dari kadar F2 isoprostan sebelumnya. Sebaliknya, nilai rata-rata kadar F2 isoprostan sebelum intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma adalah $376,9 \pm 80,44$ pg/ml, sedangkan nilai rata-rata kadar F2 isoprostan setelah intervensi menurun menjadi $318,9 \pm 113,34$ pg/ml. Penurunan kadar F2 isoprostan antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma sebesar $-57,9 \pm 45,27$ pg/ml, yakni menurun sebesar 15,3% dari kadar F2 isoprostan sebelumnya. Kadar F2 isoprostan normal berkisar antara 40-100 pg/ml (Wang *et al.* 1995). Jika dibandingkan, rata-rata kadar F2 isoprostan subjek sebelum intervensi pada kelompok kontrol dan minuman sari kelor-kurma keduanya berada jauh di atas kisaran normal. Dilihat dari hasil statistik pada fase selisih antara kelompok kontrol dengan kelompok intervensi menunjukkan ada perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) dibuktikan dengan kecenderungan F2 isoprostan pada kelompok minuman sari kelor-kurma yang lebih besar sekitar penurunan 58 pg/ml. Pengaruh minuman sari kelor-kurma terhadap kadar F2 isoprostan wanita usia subur pra-hipertensi disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17 Pengaruh Minuman Sari Kelor-Kurma terhadap Kadar F2 isoprostan Wanita Usia Subur Pra-Hipertensi

Parameter	Fase	Kontrol	Minuman sari kelor-kurma	p-value ²
F2 Isoprostan (pg/ml)	Sebelum	$334,8 \pm 128,49$	$376,9 \pm 80,44$	
	sesudah	$338,8 \pm 123,07$	$318,9 \pm 113,34$	
	p-value ¹	0,557	0,000*	
	Selisih (Δ)	$4,05 \pm 26,94$	$-58 \pm 45,27$	0,000*

¹Paired t-test ($p < 0,05$ = perbedaan signifikan antar kelompok)

²Independent t-test ($p < 0,05$ = perbedaan signifikan antar kelompok)

Lemak pada makanan dapat mempengaruhi tingginya kadar F2 isoprostan, karena merupakan substrat metabolik dalam pembentukannya, memodifikasi komposisi lipid dalam jaringan, dan mempengaruhi konsentrasi lipoprotein plasma yang terlibat dalam transportasi F2 isoprostan (Da Silva *et al.* 2017). Pola makan lemak jenuh dan trans serta tinggi gula dan karbohidrat olahan dapat meningkatkan stres oksidatif dan peradangan (Da Silva *et al.* 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Bobe *et al.* (2010). menunjukkan konsumsi kaempferol sebanyak 21,4 mg/hari dan penanda peradangan (IL-6) pada subjek yang menunjukkan penurunan peradangan. Penelitian dari Bai *et*

al. (2014) konsumsi makanan kaya kaempferol sebanyak 8,04 mg/hari dikaitkan dengan efek yang bermanfaat untuk kesehatan. Senyawa kaempferol ini memiliki peran dalam mengurangi penyerapan zat besi dan asam folat di sel karena reaktivitasnya yang tinggi dengan zat gizi (Crespo *et al.* 2008). Asupan rata-rata kaempferol yang dilaporkan di Amerika Serikat adalah 5,4 mg/hari (Dabeek *et al.* 2019). Semakin tinggi stres oksidatif maka ditandai dengan meningkatnya kadar F2 Isoprostan yang memiliki sifat sebagai senyawa vasokonstriktor (Labuschagne *et al.* 2013). Disfungsi endotel merupakan prediktor independen kejadian kardiovaskular dan memprediksi prognosis pasien, terjadinya disfungsi endotel terutama akibat penurunan bioavailability nitrit okside (Alexander *et al.* 2021).

V PEMBAHASAN UMUM

5.1 Pembahasan Umum

Pra-hipertensi merupakan tahap awal terjadinya peningkatan tekanan darah. Pra-hipertensi mempunyai tekanan darah sistolik berkisar antara 120-139 mmHg dan tekanan darah diastolik berkisar antara 80-89 mmHg. Prahipertensi sebaiknya ditangani sejak dini agar tidak berlanjut menjadi hipertensi (Weber et al. 2014). Hipertensi atau tekanan darah tinggi, jika tidak diobati dapat mengakibatkan hipertrofi miokard yang mengakibatkan gagal jantung (Saheera et al. 2020). Dengan demikian, maka pra-hipertensi harus segera dikontrol untuk mencegah terjadinya peningkatan tekanan darah secara berkelanjutan. Hipertensi merupakan salah satu penyakit pembuluh darah sering disebut “*the silent killer*” karena tidak memiliki tanda gejala atau keluhan (Fatima et al. 2021). Sebagian besar penderita hipertensi di Indonesia tidak terdiagnosis dan tidak menyadari bahwa mereka menderita hipertensi, hanya sebagian kecil yang berobat secara teratur (Faisal et al. 2022).

Sebagai alternatif pencegahan hipertensi dapat dilakukan dengan pengobatan medis dan pengobatan tradisional yang diambil dari produk alami dengan menggunakan formulasi tanaman yang mempunyai efek antihipertensi (Kamyab et al. 2021). Ekstrak daun kelor telah digunakan dalam pengobatan tradisional sebagai mediator antihipertensi yang dikaitkan dengan kandungan flavonoid, seperti kuersetin dan kaempferol (Sreelatha et al. 2011). Penurunan tekanan darah dengan pemberian daun kelor diperkirakan karena adanya kandungan tanin dan flavonoid yang diketahui dapat meningkatkan resistensi kapiler, tonus vena dan stabilitas kolagen yang mempengaruhi kerja aktivitas penghambatan pada enzim dekarboksilase, elastase dan angiotensin converting enzyme (ACE) sehingga mengurangi sirkulasi angiotensin (Khurana et al. 2013). Kurma mengandung antioksidan dan senyawa fenolik yang memiliki fungsi menghambat aktivitas ACE inhibitor yang berpotensi untuk menurunkan tekanan darah (Vayalil et al. 2012). Penelitian ini juga mengevaluasi bagaimana kombinasi bahan aktif dalam minuman ini dapat mempengaruhi penurunan tekanan darah, kadar enzim ACE dan F2 Isoprostan serta menawarkan pendekatan baru dalam pencegahan dan pengelolaan pra-hipertensi.

Semakin tinggi perbandingan kombinasi sari kelor, makin menarik warna minuman sari kelor-kurma dan semakin disukai panelis. Peningkatan kombinasi sari kelor menghasilkan intensitas warna hijau yang lebih tinggi, karena dipengaruhi oleh pigmen klorofil sebesar 4,86 mg/30 g (Krisnadi, 2015). Kombinasi sari kurma efektif menutupi rasa tajam dan pahit dari daun kelor, serta meningkatkan cita rasa minuman sari kelor-kurma. Nilai Total Padatan Terlarut (TPT) pada minuman sari kelor-kurma tergolong tinggi, sesuai dengan profil gizi yang menetapkan bahwa minuman siap konsumsi (ready to drink) harus memenuhi persyaratan maksimum >8,5oBrix.

Minuman sari kelor-kurma memiliki kapasitas antioksidan dan ascorbic acid equivalent antioxidant content (AEAC) yang kuat, sehingga memiliki potensi menangkap radikal bebas dan mencegah terjadinya reaksi berantai melindungi

tubuh dari radikal bebas penyakit degeneratif melalui mekanisme kerusakan sistem imunitas tubuh, oksidasi lipid dan protein (Rais, 2015). Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan flavonoid dalam minuman sari kelor-kurma berkisar antara 0,54-0,70 mg QE/100 mL. Namun, perlakuan suhu tinggi juga secara signifikan dapat mengurangi TPC dan Total Flavonoid Content (TFC) pada beberapa tanaman (Lafarga et al. 2018). Minuman sari kelor-kurma yang dikonsumsi oleh subjek penelitian mengandung kuersetin sebesar 0,61 mg/g dan kaempferol sebesar 0,34 mg/g dengan volume 150 ml.

Uji afektif merupakan pengujian dengan alat indera manusia yang biasanya digunakan untuk mengukur daya terima atau penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan dinamakan uji organoleptik (Setyaningsih et al. 2010). Tahap uji sensori yang pertama adalah rating hedonik untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap formula kelor kurma yang dikembangkan dengan menggunakan 9 skala hedonik. Setelah itu, uji tingkat kesukaan (preference test/uji ranking) dilakukan untuk mengetahui formula minuman sari kelor-kurma yang paling disukai. Kedua uji tersebut dilakukan pada atribut kenampakan, aroma, kekentalan, rasa, mouthfeel, aftertaste, overall. Uji afektif melibatkan 35 initiated panelist, yaitu panelis sensori yang sudah memahami tata cara evaluasi sensori akan tetapi belum mengikuti/lulus seleksi panelis terlatih (ISO 8587:2014).

Uji sensori metode deskriptif bertujuan mengidentifikasi atribut sensori suatu produk pangan yang dinilai oleh panelis terlatih (Adawiyah et al. 2019). Formula 3 merupakan formula minuman sari telur kurma yang paling disukai oleh panelis, yang pertama adalah dari kenampakan pengendapan formula 3 memiliki tingkat pengendapan yang paling rendah dibandingkan dengan formula yang lain sehingga lebih disukai, selain itu formula 3 juga memiliki aroma grass/leavy yang paling kuat, aroma sweet dari formula 3 memiliki intensitas yang paling rendah seperti panelis kurang menyukai aroma sweet kemudian untuk intensitas rasa manis formula 3 menempati intensitas berada ditengah-tengah di mana tidak terlalu manis dibandingkan formula 1 tetapi juga cukup manis apabila dibandingkan formula 2, kemudian flavor langu juga tidak terlalu kuat untuk formula 3 begitu juga aftertest langu dan aftertest astrigent sedangkan untuk atribut sensori yang lain dinilai intensitasnya tidak berbeda nyata.

Hasil uji statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan pada karakteristik subjek antar kelompok intervensi ($p > 0,05$), sehingga diasumsikan bahwa karakteristik subjek dalam penelitian ini homogen. Rata-rata asupan energi dan zat gizi antar kelompok intervensi subjek masih tergolong rendah. Subjek tinggal di perkotaan dan memiliki tingkat pendidikan yang rendah diduga kurang memiliki pengetahuan gizi dan kesulitan untuk memilih makanan yang baik. Penelitian menunjukkan sebagian besar subjek mengalami defisit dalam asupan sayuran, buah-buahan, produk susu, daging, dan telur serta variasi pola makan. Subjek mengalami defisit energi karena mayoritas dari mereka hanya makan dua kali atau sekali dalam sehari. Mereka jarang mengonsumsi snack dan jumlah porsi yang kurang sehingga berdampak pada asupan energi dan zat gizi yang tidak memadai.

Rata-rata nilai metabolic equivalent tasks (METs) subjek sebesar 2794.59 ± 936.32 dengan skor tertinggi 4578 dan skor terendah 396. Sebagian besar

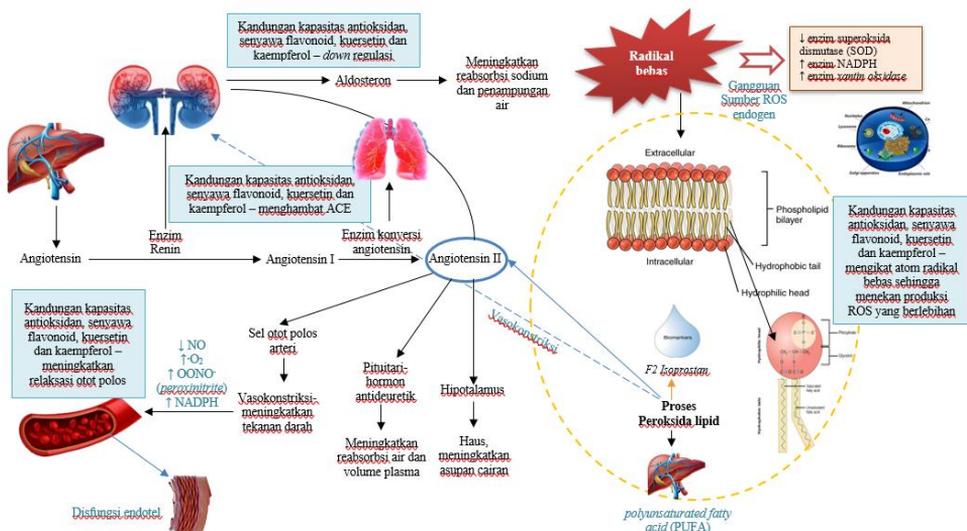
subjek memiliki aktivitas sedang. Aktifitas fisik dengan intensitas sedang yang dilakukan subjek seperti mengerjakan pekerjaan rumah, menonton televisi dan mengendarai sepeda motor. Hasil pengukuran tingkat kepatuhan konsumsi menunjukkan persentase kepatuhan sebesar 100%. Secara keseluruhan subjek pada semua kelompok perlakuan termasuk kategori patuh.

Palmer (2007) menyatakan bahwa tekanan darah sistolik merupakan tekanan saat jantung berkontraksi. Tekanan darah sistolik selama 4 minggu intervensi didapatkan hasil terjadinya penurunan tekanan darah sistolik antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok kontrol adalah sebesar -2,43 mmHg, yakni menurun sebesar 1,98% dari tekanan darah sistolik sebelumnya. Sebaliknya, Penurunan tekanan darah sistolik antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma sebesar -9,18 mmHg, yakni menurun sebesar 7,48% dari tekanan darah sistolik sebelumnya. Tekanan darah tinggi dikaitkan dengan cedera dan disfungsi endotel pada lapisan tunggal endotel pada pembuluh darah diregenerasi oleh EPC (Pirro et al. 2007). Dalam hasil temuan menunjukkan bahwa konsumsi tinggi total antioxidant dikaitkan dengan penurunan risiko kejadian hipertensi wanita, sehingga disarankan untuk mengkonsumsi makanan kaya antioksidan untuk mencegah perkembangan hipertensi (Villaverde et al. 2019). Sebuah studi epidemiologi besar baru-baru ini melaporkan bahwa asupan yang mengandung AEAC dalam makanan mempercepat degradasi S-nitrosoglutathione, meningkatkan sintesis NO, dan menurunkan tekanan darah (Sherman et al. 2000).

Tekanan darah diastolik merupakan tekanan saat jantung beristirahat antara detak jantung (Palmer, 2007). Tekanan darah diastolik selama 4 minggu intervensi didapatkan hasil terjadinya kenaikan tekanan darah diastolik antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok kontrol adalah sebesar 0,06 mmHg, yakni naik sebesar 0,07% dari tekanan darah diastolik sebelumnya. Sedangkan, penurunan tekanan darah diastolik antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma sebesar -4,06 mmHg, yakni menurun sebesar 5,33% dari tekanan darah diastolik sebelumnya. Tekanan darah diastolik lebih cepat turun dibandingkan dengan tekanan darah sistolik karena tidak adanya pengaruh respons gangguan relaksasi atau pengisian ventrikel kiri, yang mengakibatkan penurunan tekanan atrium kiri pada jantung. Hal ini menyebabkan pengecilan atrium kiri, sehingga diastolik dapat berfungsi maksimal (Kitzman et al. 2000).

Enzim ACE berperan sebagai penanda dalam terjadinya infark miokard, coroner penyakit arteri, kalsifikasi arteri koroner, gagal jantung dan hipertensi (Taylor et al. 2012). Enzim ACE selama 4 minggu intervensi didapatkan hasil terjadinya kenaikan enzim ACE antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok kontrol adalah sebesar 11,60 ng/mL, yakni penurunan sebesar 11,1% dari enzim ACE sebelumnya. Sedangkan, penurunan enzim ACE antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma sebesar -17,70 ng/mL, yakni menurun sebesar 19,1% dari enzim ACE sebelumnya. Hasil ini menunjukkan bahwa minuman sari kelor-kurma dapat menjadi penghambat angiotensin converting enzyme (ACE) yang bekerja dengan cara inhibitor angiotensin converting enzyme, peptidil dipeptidase yang menghidrolisis angiotensin I menjadi angiotensin II dan menginaktifkan bradikinin (vasodilator) (Benowitz et al. 2010).

Tingkat F2 isoprostan dalam darah dapat digunakan sebagai penanda stres oksidatif dan peradangan dalam tubuh (Milne et al. 2007). Terjadinya penurunan kadar F2 isoprostan antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok kontrol adalah sebesar 4,05 pg/ml, yakni kenaikan sebesar 1,19% dari kadar F2 isoprostan sebelumnya. Sedangkan, penurunan kadar F2 isoprostan antara sebelum dan setelah intervensi pada kelompok minuman sari kelor-kurma sebesar -57,9 pg/ml, yakni menurun sebesar 15,3% dari kadar F2 isoprostan sebelumnya. Tingginya kadar F2 isoprostan dalam darah terkait dengan kerusakan oksidatif yang disebabkan metabolisme lemak, karbohidrat, dan protein tinggi. Pola makan lemak jenuh dan trans serta tinggi gula dan karbohidrat olahan dapat meningkatkan stres oksidatif dan peradangan (Da Silva et al. 2017). Mekanisme kerja minuman sari kelor-kurma terhadap tekanan darah, enzim ACE dan F2 isoprostan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Mekanisme kerja minuman sari kelor-kurma terhadap tekanan darah, enzim ACE dan F2 isoprostan melalui interaksi sistem renin-angiotensin-aldosteron. Sumber: modifikasi (Larson et al. 2010, Comporti et al. 2008, Schulz et al. 2011, Forman 2009)

5.2 Kekuatan dan Keterbatasan Penelitian

Kekuatan pada penelitian ini adalah: Pertama, desain penelitian yang digunakan cross-over design bahwa semua subjek rata diberikan perlakuan dan merupakan design eksperimen uji klinis manusia teratas setelah pre- dan true eksperimen. Kedua, berhasil mengidentifikasi profil sensori dan nilai gizi formulasi minuman sari kelor-kurma menggunakan metode QDA untuk mengetahui daya terima. Ketiga, dalam intervensi semua subjek patuh hal ini menunjukkan pemberian minuman sari kelor-kurma sebanyak 300 ml/hari selama 4 minggu dapat memperbaiki tekanan darah menjadi normal melalui mekanisme penurunan ACE inhibitor dan penurunan stress oksidatif. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya potensi positif dari formulasi dan menjadi dasar untuk pengembangan produk

minuman fungsional yang dapat mendukung kesehatan.

Keterbatasan penelitian ini adalah: Pertama, dibutuhkan intervensi dengan menyertakan pemeriksaan terhadap urin subjek. Kedua, diperlukan beberapa inovasi untuk meningkatkan lama penyimpanan minuman dengan sterilisasi kering berupa Autoclave tanpa mengurangi zat gizinya. Ketiga, mengeksplorasi kombinasi alternatif untuk mengurangi aftertaste pahit daun kelor pada minuman fungsional selain kurma. Keempat, pemeriksaan parameter antioksidan endogen terkait stress oksidatif seperti enzim SOD, CRP dan ekspresi gen eNOS3 yang berhubungan dengan hipertensi.

5.3 Implikasi Hasil Penelitian

Implikasi hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan minuman fungsional terhadap penanganan dan pencegahan penyakit hipertensi. Pengembangan minuman sari kelor-kurma yang sebagian besar adalah daun kelor mengandung flavonoid sebagai antioksidan dan menghambat kerja enzim ACE yaitu dengan mengurangi kerja angiotensin II pada Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (RAAS) sehingga terjadi vasodilatasi, sehingga meningkatkan fungsinya sebagai pengatur tekanan darah arteri dan keseimbangan elektrolit yang berpotensi menurunkan tekanan darah, kadar enzim ACE dan F2 isoprostan pada kelompok wanita usia subur (WUS) pra-hipertensi. Minuman sari kelor-kurma ini mudah dibuat karena prosesnya sederhana dan bisa dibuat dalam skala rumah tangga. Kandungan bahan alami seperti kapasitas antioksidan, AEAC, total flavonoid, kuersetin dan kaempferol dalam minuman sari kelor-kurma mendukung manfaat kesehatan jangka panjang dari bahan alami yang memiliki potensi menurunkan tingkat stres oksidatif tinggi yang memiliki fungsi sebagai ACE inhibitor dengan merelaksasi arteri yang resisten pada hipertensi. Hasil penelitian ini mendukung integrasi minuman sari kelor-kurma dalam strategi pencegahan hipertensi, dan menunjukkan bahwa produk ini dapat berfungsi sebagai alternatif atau tambahan untuk terapi konvensional dalam mengontrol tekanan darah.

VI SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Minuman sari kelor-kurma yang diintervensikan sebanyak 300 ml, per 100 ml nya mengandung energi 383,47 kkal, protein 4,23 g, karbohidrat 91,64 g, kapasitas antioksidan 86,73%, AEAC 89,36 ppm, total flavonoid 0,70 mg, kuersetin 0,41 mg dan kaempferol 0,23 mg. Terdapat masing-masing 8 orang subjek per kelompok perlakuan dengan total subjek sebanyak 16 orang. Berdasarkan hasil uji terhadap karakteristik asupan, aktifitas fisik, tekanan darah, kepatuhan diketahui tidak ada beda nyata antara kelompok kontrol dan intervensi. Subjek yang digunakan dalam penelitian ini homogen sebelum dilakukan tahap intervensi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa intervensi minuman sari kelor-kurma sebanyak 150 ml diberikan selama 2 kali dalam sehari selama 4 minggu dapat menurunkan tekanan darah sistolik sebesar 7,48% dan tekanan darah diastolik sebesar 5,33%, kadar enzim ACE sebesar 19,1% dan kadar F2 isoprostan sebesar 15,3% dari kontrol sebelumnya.

6.2 Saran

Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan menyertakan pemeriksaan terhadap urin subjek dan beberapa inovasi diperlukan untuk meningkatkan lama penyimpanan minuman tanpa mengurangi zat gizinya. Selain itu, penelitian di masa depan sebaiknya mengeksplorasi kombinasi alternatif untuk mengurangi aftertaste pahit daun kelor pada minuman fungsional selain kurma.

DAFTAR PUSTAKA

- AbdAlla MM, El-Kawy AMA. 2010. Karyotype analysis for date palm (*Phoenix dactylifera* L) compared with tissue culture derived plants. *New York Science Journal*. 3(11):165-170
- Abdel Fattah ME, Sobhy HM, Reda A, Abdelrazek HMA. 2020. Hepatoprotective effect of *Moringa oleifera* leaves aquatic extract against lead acetate-induced liver injury in male Wistar rats. *Environ Sci Pollut Res*. 27(34):43028–43043. doi:10.1007/s11356-020-10161-z.
- Abu-Qaoud H. 2015. Date Palm Status and Perspective in Palestine. Di dalam: Date Palm Genetic Resources and Utilization. Dordrecht: *Springer Netherlands*. hlm 423–439.
- [BPOM]. Peraturan Menteri Kesehatan No 9 Tahun 2016 tentang Acuan Label Gizi (ALG). 2016. Jakarta: Kemenkes RI
- Aekthammarat D, Pannangpetch P, Tangsucharit P. 2019. *Moringa oleifera* leaf extract lowers high blood pressure by alleviating vascular dysfunction and decreasing oxidative stress in L-NAME hypertensive rats. *Phytomedicine*. 54:9–16. doi:10.1016/j.phymed.2018.10.023.
- Aekthammarat D, Tangsucharit P, Pannangpetch P, Sriwantana T, Sibmooh N. 2020. *Moringa oleifera* leaf extract enhances endothelial nitric oxide production leading to relaxation of resistance artery and lowering of arterial blood pressure. *Biomed Pharmacother*. 130:110605. doi:10.1016/j.biopha.2020.110605.
- Afiaenyi I, K. Ngwu E, M. Okafor A, Ayogu RN. 2023. Effects of *Moringa oleifera* leaves on the blood glucose, blood pressure, and lipid profile of type 2 diabetic subjects: A parallel group randomized clinical trial of efficacy. *Nutr Health*. doi:10.1177/02601060231176873
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2014. Minuman sari buah SNI Nomor 3719:2014. ICS 67.160.20. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional
- Bobe G, Albert PS, Sansbury LB, Lanza E, Schatzkin A, Colburn NH, Cross AJ. 2010. Interleukin-6 as a Potential Indicator for Prevention of High-Risk Adenoma Recurrence by Dietary Flavonols in the Polyp Prevention Trial. *Cancer Prev Res*. 3(6):764–775. doi:10.1158/1940-6207.CAPR-09-0161.
- Diaz DC. 2021. Health Maintenance for Women of Reproductive Age. *Am Fam Physician*. 103(4):209–217.
- Dietrich-Muszalska A, Olas B. 2009. Isoprostenes as indicators of oxidative stress in schizophrenia. *World J Biol Psychiatry*. 10(1):27–33. doi:10.1080/15622970701361263.
- [DINKES] Dinas Kesehatan. 2024. Profil Kesehatan Kota Depok Tahun 2023. 15-107.
- Egan B, Stevens FS. 2015. Prehypertension-prevalence, health risks, and management strategies. *Nature Reviews Cardiology*. 12:289-300.
- Eggli U. 2022. *Moringaceae*. Di dalam: Dicotyledons: Rosids. Cham: *Springer International Publishing*. hlm 1–4.
- Fagyas M, Úri K, Siket IM, Daragó A, Boczán J, Bányai E, Édes I, Papp Z, Tóth A.

2014. New Perspectives in the Renin-Angiotensin-Aldosterone System (RAAS) III: Endogenous Inhibition of Angiotensin Converting Enzyme (ACE) Provides Protection against Cardiovascular Diseases. *PLoS One*. 9(4):e93719. doi:10.1371/journal.pone.0093719
- Faisal DR, Lazwana T, Ichwansyah F, Fitria E. 2022. Faktor Risiko Hipertensi Pada Usia Produktif di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya. *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*. 25(1):32-41
- Fathir A, Rifa'i M, Widodo. 2014. Aktivitas Ekstrak Daun Kelor Terhadap Sel-T Helper dan Sel-T Sitotoksik pada Mencit yang diinfeksi *Salmonella thypi*. *Jurnal Veteriner*. 15(1). 114-122.
- Fatima S, Mahmood S. 2021. Combatting a silent killer-the importance of self-screening of blood pressure from an early age. *EXCLI journal*. 20:1326-1327.
- [IPAQ] International physical activity questionnaire. 2016. In Ref Type: Internet Communication.
- [Kemenkes RI]. Peraturan Menteri Kesehatan No. 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi (AKG). 2019. Jakarta: Kemenkes RI
- [Kemenkes RI]. Riset Kesehatan Dasar. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. 2018; 1-628.
- [Kemenkes RI]. Survei Kesehatan Indonesia. Jakarta: Badan Kebijakan dan Pembangunan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. 2023; 1-926
- Krisnadi, A Dudi. 2013. Kelor Super Nutrisi. E-Book Edisi Revisi Maret 2013. Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia Lembaga Swadaya Masyarakat-Media Peduli Lingkungan (LSM-Mepeling). Blora.
- Kumar N, Pratibha and Pareek S. 2021. Bioactive Compounds of Moringa (*Moringa species*). *Bioactive Compounds in Underutilized Vegetables and Legumes*. 503-524
- Kurniasari, I. 2006. Metode cepat penentuan flavonoid total meniran (*Phyllanthus niruri* L) berbasis teknik spektrofotometri inframerah dan kemometrik. Bogor: IPB
- Larson A, Symons J, Jalili T. 2010. Quercetin: A treatment for hypertension? A review of efficacy and mechanisms. *Pharmaceuticals*. 3:237-50
- Lee KJ, Lee G-A, Ma K-H, Raveendar S, Cho Y-H, Lee J-R, Chung J-W. 2016. Chemical Constitutions and Antioxidant Activities of Tomato Leaf Extracts. *Plant Breed Biotechnol*. 4(3):362–372. doi:10.9787/PBB.2016.4.3.362.
- Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, Bertoli S. 2015. Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* Leaves: An Overview. *Int J Mol Sci*. 16(6):12791–12835. doi:10.3390/ijms160612791.
- Liga S, Paul C, Péter F. 2023. Flavonoids: Overview of Biosynthesis, Biological Activity, and Current Extraction Techniques. *Plants*. 12(14):2732. doi:10.3390/plants12142732.
- Loughrey CM, Young IS. 2014. Clinical biochemistry of the cardiovascular system. *Clinical Biochemistry: Metabolic and Clinical Aspects*. Elsevier. 737-766.
- Mayor S. 2015. Prolonged sitting increases risk of serious illness and death regardless of exercise, study finds. *BMJ*. 350 jan19 7:h306–h306.

doi:10.1136/bmj.h306.

- Mbikay M. 2012. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: A review. *Front Pharmacol.* 3:24
- Novita RA, Mutiyani M, Moviana Y, Isdiani N, Nurrofawansri AQ. 2019. Peran Smoothies Kurma Terhadap Tekanan Darah Penderita Prehipertensi. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung.* 11(2):1-12.
- Poljsak B, Šuput D, Milisav I. 2013. Achieving the Balance between ROS and Antioxidants: When to Use the Synthetic Antioxidants. *Oxid Med Cell Longev.* 2013:1–11. doi:10.1155/2013/956792.
- Pop OL, Kerezsi AD, Ciont C. 2022. A Comprehensive Review of *moringa oleifera* Bioactive Compounds-Cytotoxicity Evaluation and Their Encapsulation. *Foods.* 11(23):3787.
- Rivera L, Moron R, Shancez M. 2008. Quercetin ameliorates metabolic syndrome and improves the inflammatory status in obese zucker rats. *Obesity (Silver Spring).* 16(9):2081-2087
- Rodrigo R, González J, Paoletto F. 2011. The role of oxidative stress in the pathophysiology of hypertension. *Hypertens Res.* 34(4):431–440. doi:10.1038/hr.2010.264.
- Saheera S, Krishnamurthy P. 2020. Cardiovascular Changes Associated with Hypertensive Heart Disease and Aging. *Cell transplantation.* 29: 963689720920830.
- Stone H. 2018. Example food: What are its sensory properties and why is that important? *npj Sci Food.* 2(1):11. doi:10.1038/s41538-018-0019-3.
- Villanueva X, Zhen L, Ares JN, Vackier T, Lange H, Crestini C, Steenackers HP. 2023. Effect of chemical modifications of tannins on their antimicrobial and antibiofilm effect against Gram-negative and Gram-positive bacteria. *Frontiers in microbiology.* 13:987164.
- Villaverde P, Lajous M, MacDonald C-J, Fagherazzi G, Bonnet F, Boutron-Ruault M-C. 2019. High dietary total antioxidant capacity is associated with a reduced risk of hypertension in French women. *Nutr J.* 18(1):31. doi:10.1186/s12937-019-0456-0
- Weber MA, Schiffrin EL, White WB, Mann S, Lindholm LH, Kenerson JG, Cohen DL. 2014. Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community. *The Journal of Clinical Hypertension.* 16(1):14-26
- Wilkie G, Skaritanov E, Tobin M et al. 2022. Hypertension in Women: Impact of Contraception, Fertility, and Hormone Treatment. *Current Cardiovascular Risk Reports.* 16:195-206.
- Wong MKS. 2016. Angiotensin Converting Enzymes. Di dalam: *Handbook of Hormones.* Elsevier. hlm 263-e29D-4.
- Xu Y-B, Chen G-L, Guo M-Q. 2019. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of the Crude Extracts of *Moringa oleifera* from Kenya and Their Correlations with Flavonoids. *Antioxidants.* 8(8):296. doi:10.3390/antiox8080296.
- Yang R-Y, Lin S, Kuo G. 2008. Content and distribution of flavonoids among 91 edible plant species. *Asia Pac J Clin Nutr.* 17 Suppl 1:275–9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18296355>.

- Zahedi M, Ghiasvand R, Feizi A, Asgari G, Darvish L. 2013. Does Quercetin Improve Cardiovascular Risk factors and Inflammatory Biomarkers in Women with Type 2 Diabetes: A Double-blind Randomized Controlled Clinical Trial. *International Journal of Preventive Medicine*. 4:777-785.
- Zaky AA, Simal-Gandara J, Eun J-B, Shim J-H, Abd El-Aty AM. 2022. Bioactivities, Applications, Safety, and Health Benefits of Bioactive Peptides From Food and By-Products: A Review. *Front Nutr*. 8. doi:10.3389/fnut.2021.815640.
- Zhang M, Hettiarachchy SN, Horax R, Kannan A, Praisoody MDA, Muhundan A, Mallangi CR. 2011. Phytochemicals, antioxidant and antimicrobial activity of Hibiscus sabdariffa, Centella asiatica, Moringa oleifera and Murraya koenigii leaves. *J. Med. Plants Res*. 5:6672-6680.
- Zhang Y, Murugesan P, Huang K, Cai H. 2020. NADPH oxidases and oxidase crosstalk in cardiovascular diseases: novel therapeutic targets. *Nat Rev Cardiol*. 17:170-194.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Probolinggo pada tanggal 05 Juli 1990 dari pasangan bapak Yuwono dan ibu Ninik Sumiati. Penulis adalah anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis lulus seleksi ujian masuk Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang dan diterima di DIII Gizi dan melanjutkan studi DIV Gizi. Penulis memperoleh gelar Sarjana Terapan Gizi (SST Gz) pada September 2013. Pada tahun 2014 sampai 2015 penulis bekerja sebagai staff gizi di RS Pertamina Balikpapan (RSPB) dan sebagai konsultan gizi di Klinik Panacea serta aktif dalam event Kalbe Nutritional dan Persatuan Diabetes Indonesia (PERSADIA) Cab. Balikpapan, Kalimantan Timur. Selanjutnya pada tahun 2015 melanjutkan S2 Ilmu Gizi Universitas Sebelas Maret di Surakarta dan memperoleh gelar (M. Gz) pada Tahun 2017. Setelah lulus penulis bekerja sebagai Validator asosiasi peneliti kesehatan indonesia (APKESI) Pusat di Badan Litbangkes Kemkes. Tahun 2019, penulis melanjutkan kuliah S3 program studi Doktor Ilmu Gizi Masyarakat dengan peminatan Gizi Manusia di IPB. Disertasi yang disusun pada saat menyelesaikan S3 berjudul Efikasi Minuman Sari Kelor-Kurma Terhadap Penurunan Tekanan Darah, Kadar Enzim ACE dan F2 Isoprostan Wanita Usia Subur Pra-Hipertensi. Selama menjadi mahasiswa S3, penulis menjadi dosen tetap S1 Gizi di Universitas Indonesia Maju (UIMA) di Jakarta, penulis juga aktif dalam kegiatan reviewer dan editor jurnal gizi di salah satu perguruan tinggi negeri dan swasta, menjadi tutor MK. Gizi dan Kesehatan di Universitas Terbuka, Konsultan Gizi di PT. Inovasi Gizi Nusantara, Teaching Latihan UKOM Gizi di PT. Yapindo Jaya Abadi, Teaching Latihan UKOM Gizi di OPTIMAL by PT. Nuansa Fajar Cemerlang dan pengabdian Masyarakat MBKM DPL Kampus Mengajar Angkatan 7 tahun 2024.

Publikasi karya ilmiah yang pertama berjudul “Antihypertensive Activity of Moringa oleifera Leaves: A Preliminary Meta Analysis” telah disajikan pada The 2nd IPB International Conference on Nutrition and Food (ICNF 2022) dan dipublikasi di Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences (MJMHS). Karya ilmiah kedua berjudul “Development of Attributes for Moringa Date Palm Water Extract by Quantitative Descriptive Analysis” telah dipublikasi di jurnal International Journal of Chemical and Biochemical Sciences (IJCBS), Karya ilmiah ketiga berjudul “Sensory Analysis Affective Test and Microbiological Characteristics of the Development Formulation Drink Moringa Date Palm Water Extract” telah dipublikasi di Jurnal Bali Medical Journal (BMJ). Karya ilmiah keempat berjudul “Reducing Blood Pressure Through Intervention With a Herbal Drink of Moringa Leaf Date Extract” telah disajikan pada The 3rd IPB International Conference on Nutrition and Food (ICNF 2024) diterima untuk dipublikasi di di Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences (MJMHS). Karya ilmiah kelima berjudul “Effect of Moringa Date Extract as a Standardized Herbal Drink on ACE Enzyme and F2 Isoprostanes levels” diterima untuk dipublikasi di Jurnal Tropical Journal of Natural Product Research (TJNPR). Karya-karya ilmiah tersebut merupakan bagian dari program S-3 penulis.