

## Kapsul Sacha Inchi Sebagai Intervensi Nutrigenomik Untuk Meningkatkan Biomarker Prakonsepsi Wanita Usia Subur Dengan Anemia Defisiensi Besi

Ririn Lestari<sup>1</sup>, Vera Nurviana<sup>\*2</sup>, Arifah Septiane Mukti<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Universitas Galuh

<sup>2</sup> Universitas Bhakti Tunas Husada

Email Penulis Korespondensi: [ririn.lestari@unigal.ac.id](mailto:ririn.lestari@unigal.ac.id)

### Abstrak

Anemia defisiensi besi masih menjadi masalah kesehatan utama pada wanita usia subur dan berimplikasi terhadap kesehatan prakonsepsi. Pendekatan nutrigenomik berbasis pangan fungsional menjadi alternatif intervensi yang potensial dalam meningkatkan status hematologis. Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) merupakan sumber pangan lokal yang kaya protein dan asam lemak omega-3 yang berperan dalam metabolisme zat besi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian kapsul Sacha Inchi terhadap peningkatan kadar hemoglobin pada wanita usia subur dengan anemia defisiensi besi. Penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimental dengan rancangan *pre-test post-test with control group* yang melibatkan 30 wanita usia 18–35 tahun dengan kadar hemoglobin <12 g/dL. Subjek dibagi menjadi kelompok intervensi (n=15) yang menerima kapsul Sacha Inchi dosis 1.000 mg dua kali sehari selama 12 minggu dan kelompok kontrol (n=15) yang menerima edukasi kesehatan. Kadar hemoglobin diukur sebelum dan sesudah intervensi. Analisis data menggunakan *paired t-test* dan *independent samples t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok intervensi mengalami peningkatan kadar hemoglobin yang signifikan sebesar 0,93 g/dL (p=0,034), sedangkan kelompok kontrol tidak menunjukkan perubahan bermakna (p=0,138). Nilai hemoglobin pascaintervensi pada kelompok intervensi secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol (p=0,001). Simpulan penelitian ini menunjukkan bahwa kapsul Sacha Inchi efektif meningkatkan kadar hemoglobin dan berpotensi sebagai intervensi nutrigenomik berbasis pangan lokal untuk mendukung kesehatan prakonsepsi.

**Kata kunci:** Sacha Inchi, Hemoglobin, Anemia Defisiensi Besi, Nutrigenomik, Wanita Usia Subur

### Abstract

*Iron deficiency anemia remains a major health problem among women of reproductive age and negatively affects preconception health. Nutrigenomic-based functional food interventions offer a promising strategy to improve hematological status. Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) is a local food source rich in protein and omega-3 fatty acids that may support iron metabolism. This study aimed to analyze the effect of Sacha Inchi capsule supplementation on hemoglobin levels among women of reproductive age with iron deficiency anemia. A quasi-experimental study with a pre-test–post-test control group design was conducted involving 30 women aged 18–35 years with hemoglobin levels <12 g/dL. Participants were assigned to an intervention group (n=15) receiving Sacha Inchi capsules at a dose of 1,000 mg twice daily for 12 weeks and a control group (n=15) receiving health education only. Hemoglobin levels were measured before and after the intervention. Data were analyzed using paired t-test and independent samples t-test. The results showed that the intervention group experienced a significant increase in hemoglobin levels by 0.93 g/dL (p=0.034), while no significant change was observed in the control group (p=0.138). Post-intervention hemoglobin levels in the intervention group were significantly higher than those in the control group (p=0.001). In conclusion, Sacha Inchi capsule supplementation effectively improves hemoglobin levels and demonstrates potential as a nutrigenomic-based functional food intervention for preconception health, fulfilling the proof-of-concept criteria at Technology Readiness Level 3.*

**Keywords:** *Sacha Inchi, Hemoglobin, Iron Deficiency Anemia, Nutrigenomics, Women Of Reproductive Age*

---

## 1. PENDAHULUAN

Anemia defisiensi besi masih menjadi salah satu permasalahan gizi utama pada wanita usia subur dan berkontribusi signifikan terhadap gangguan kesehatan prakonsepsi (1). Kondisi ini berdampak pada menurunnya kapasitas kerja, gangguan fungsi kognitif, serta peningkatan risiko komplikasi kehamilan apabila tidak ditangani sejak fase prakonsepsi (2). Data nasional menunjukkan bahwa prevalensi anemia pada wanita usia subur di Indonesia masih relatif tinggi, sehingga memerlukan pendekatan intervensi yang bersifat preventif dan berkelanjutan melalui perbaikan status gizi sebelum kehamilan (3).

Hemoglobin merupakan biomarker utama yang merefleksikan status anemia dan kecukupan zat besi dalam tubuh. Kadar hemoglobin yang rendah pada wanita usia subur tidak hanya mencerminkan gangguan hematologis, tetapi juga berhubungan dengan penurunan kesiapan fisiologis untuk memasuki masa kehamilan (4). Oleh karena itu, peningkatan kadar hemoglobin pada fase prakonsepsi menjadi strategi penting dalam menurunkan risiko anemia maternal dan dampak lanjutannya terhadap kesehatan ibu dan janin.(5)

Intervensi konvensional anemia umumnya mengandalkan suplementasi zat besi sintetik, namun pendekatan ini sering menghadapi kendala kepatuhan konsumsi dan efek samping gastrointestinal.(6) Dalam beberapa kasus, keterbatasan tolerabilitas dan keberlanjutan penggunaan suplemen zat besi menjadi tantangan dalam pengendalian anemia jangka panjang (7). Oleh karena itu, pendekatan alternatif berbasis pangan fungsional mulai dikembangkan sebagai strategi pendukung yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

Pendekatan nutrigenomik menekankan interaksi antara zat gizi dan regulasi ekspresi gen yang berperan dalam metabolisme, termasuk metabolisme zat besi dan proses hematopoiesis (8). Intervensi nutrigenomik berbasis pangan lokal berpotensi memberikan efek fisiologis yang lebih luas dan aman apabila diterapkan secara tepat. Salah satu pangan lokal yang berpotensi dikembangkan adalah Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), yang dikenal kaya protein, asam amino esensial, dan asam lemak omega-3 (9).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa Sacha Inchi memiliki aktivitas biologis yang mendukung perbaikan status gizi dan metabolisme, termasuk melalui mekanisme antiinflamasi dan peningkatan efisiensi metabolisme nutrisi (9), (10). Pemanfaatan Sacha Inchi dalam bentuk kapsul memungkinkan standarisasi dosis, stabilitas produk, serta kemudahan konsumsi, sehingga berpotensi meningkatkan kepatuhan intervensi pada wanita usia subur.

Namun demikian, bukti empiris mengenai efektivitas kapsul Sacha Inchi terhadap peningkatan kadar hemoglobin pada wanita usia subur dengan anemia defisiensi besi masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih menitikberatkan pada kandungan nutrisi dan manfaat umum Sacha Inchi tanpa pengujian terkontrol terhadap biomarker hematologis spesifik (11). Oleh karena itu, diperlukan penelitian eksperimental untuk membuktikan konsep bahwa kapsul Sacha Inchi dapat berfungsi sebagai intervensi nutrigenomik yang efektif dalam meningkatkan kadar hemoglobin.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian kapsul Sacha Inchi terhadap peningkatan kadar hemoglobin pada wanita usia subur dengan anemia defisiensi besi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan intervensi nutrisi berbasis pangan lokal untuk kesehatan prakonsepsi.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain kuasi-eksperimental dengan rancangan *pre-test post-test with control group* untuk mengevaluasi pengaruh kapsul Sacha Inchi terhadap peningkatan kadar hemoglobin pada wanita usia subur dengan anemia defisiensi besi. Desain ini dipilih karena efektif untuk membandingkan perubahan biomarker sebelum dan sesudah intervensi serta mengendalikan efek faktor luar melalui keberadaan kelompok kontrol (12).

Subjek penelitian adalah wanita usia subur berusia 18–35 tahun yang memenuhi kriteria inklusi berupa kadar hemoglobin <12 g/dL dan tidak sedang hamil atau mengonsumsi suplemen zat besi selama periode penelitian. Subjek dengan penyakit kronis, gangguan hematologis selain anemia defisiensi besi, atau kondisi yang dapat memengaruhi metabolisme zat besi dikeluarkan dari penelitian. Sebanyak 30 subjek yang memenuhi kriteria direkrut dan dibagi secara acak ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok intervensi (n=15) dan kelompok kontrol (n=15). Seluruh subjek memberikan persetujuan tertulis (*informed consent*) sebelum penelitian dimulai.

Intervensi yang diberikan berupa kapsul Sacha Inchi dengan dosis 1.000 mg dua kali sehari selama 12 minggu pada kelompok intervensi, sedangkan kelompok kontrol hanya menerima edukasi kesehatan tanpa suplementasi. Dosis dan durasi intervensi ditetapkan berdasarkan kajian literatur terkait keamanan dan potensi bioaktivitas Sacha Inchi sebagai pangan fungsional (9,13). Selama periode intervensi, kepatuhan konsumsi dipantau secara berkala oleh enumerator untuk memastikan konsistensi pemberian intervensi.

Variabel utama penelitian adalah kadar hemoglobin, yang diukur sebelum dan sesudah intervensi menggunakan metode standar laboratorium di RSUD Kabupaten Ciamis. Perubahan kadar hemoglobin dirumuskan secara matematis sebagai selisih nilai pascaintervensi dan praintervensi ( $\Delta\text{Hb} = \text{Hb}_{\text{post}} - \text{Hb}_{\text{pre}}$ ). Pendekatan ini digunakan untuk menilai besar efek intervensi secara kuantitatif.

Analisis data diawali dengan uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk dan uji homogenitas varians menggunakan Levene’s Test. Selanjutnya, analisis *paired t-test* digunakan untuk menilai perbedaan kadar hemoglobin sebelum dan sesudah intervensi dalam masing-masing kelompok, sedangkan *independent samples t-test* digunakan untuk membandingkan kadar hemoglobin pascaintervensi antara kelompok intervensi dan kontrol. Seluruh analisis statistik dilakukan dengan tingkat kemaknaan  $p < 0,05$ .

Secara metodologis, pendekatan ini merepresentasikan state of the art intervensi nutrigenomik tahap pembuktian konsep, di mana hubungan antara asupan nutrisi fungsional dan respons biomarker hematologis diuji secara terkontrol pada manusia (8). Dengan demikian, metode penelitian ini dirancang untuk mendukung validasi ilmiah kapsul Sacha Inchi sebagai intervensi nutrigenomik.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan penelitian berjudul “Kapsul Sacha Inchi sebagai Intervensi Nutrigenomik untuk Meningkatkan Biomarker Prakonsepsi Wanita Usia Subur dengan Anemia Defisiensi Besi” telah dilaksanakan sesuai dengan tahapan dan metode yang direncanakan dalam proposal penelitian tahun 2025. Penelitian berlangsung selama satu tahun dengan fokus pada tahapan persiapan, formulasi produk, rekrutmen subjek, intervensi, pengambilan data biomarker, serta pencapaian luaran penelitian.

**Tahap persiapan** penelitian dilaksanakan pada awal tahun pelaksanaan penelitian dan difokuskan pada kesiapan administratif, teknis, serta penyediaan bahan intervensi sesuai dengan rencana yang tercantum dalam proposal. Kegiatan diawali dengan pengurusan persetujuan etik penelitian, serta koordinasi internal tim peneliti dan laboratorium mitra pemeriksaan biomarker. Seluruh tahapan administratif berhasil diselesaikan sebelum rekrutmen

subjek dimulai. Proses formulasi intervensi dilakukan melalui ekstraksi minyak Sacha Inchi yang meliputi pembuatan serbuk biji, proses maserasi, filtrasi menggunakan corong Buchner, evaporasi dengan rotary evaporator, hingga pemisahan fase minyak dan air. Rangkaian proses ini menghasilkan minyak Sacha Inchi murni dengan karakteristik fisik yang stabil. Minyak hasil ekstraksi selanjutnya menjalani pengujian mutu yang mencakup bilangan peroksida, bilangan asam lemak bebas, angka penyabunan, dan viskositas.

Hasil uji mutu menunjukkan bahwa seluruh parameter berada dalam batas standar mutu minyak nabati *edible*, sehingga minyak Sacha Inchi dinyatakan aman dan layak digunakan sebagai bahan intervensi nutrigenomik. Temuan ini sejalan dengan hasil kajian Cárdenas Sierra et al. (2021) yang menyatakan bahwa minyak Sacha Inchi memiliki stabilitas oksidatif yang baik (14), serta Redjeki et al. (2025) yang melaporkan bahwa teknologi ekstraksi dan enkapsulasi mampu mempertahankan bioaktivitas senyawa fungsional Sacha Inchi(11)

Minyak yang telah memenuhi standar mutu kemudian diformulasikan menjadi kapsul berbasis minyak Sacha Inchi dengan dosis 1.000 mg per kapsul. Proses enkapsulasi dilakukan dengan memperhatikan stabilitas fisik, homogenitas isi kapsul, dan keamanan konsumsi. Hasil formulasi menunjukkan kapsul memiliki bentuk, warna, dan stabilitas yang baik selama penyimpanan. Formulasi ini merujuk pada pedoman uji praklinis dan formulasi berbasis nutrisi fungsional, yang sebelumnya juga diuji oleh Mehta et al. (2024) dalam konteks ekstraksi dan enkapsulasi fenolik.(15) Proses ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa minyak Sacha Inchi memiliki kandungan omega-3, protein, dan bioaktif penting dengan stabilitas yang baik ketika diformulasi dalam bentuk kapsul. (16) Dengan demikian, tahap persiapan dan formulasi intervensi dinyatakan berhasil dan siap digunakan pada tahap rekrutmen serta intervensi subjek penelitian.

**Tahap rekrutmen subjek** penelitian dilaksanakan setelah seluruh persiapan dan formulasi intervensi selesai dilakukan. Rekrutmen ditujukan kepada wanita usia subur berusia 18–35 tahun yang memenuhi kriteria inklusi, yaitu mengalami anemia defisiensi besi ringan dengan kadar hemoglobin (Hb) < 12 g/dL dan bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian. Proses skrining awal dilakukan melalui pemeriksaan Hb dan wawancara singkat terkait kondisi kesehatan serta siklus menstruasi. Dari hasil skrining yang dilakukan, diperoleh sebanyak 30 subjek yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan tidak termasuk dalam kriteria eksklusi. Seluruh subjek yang lolos skrining kemudian menandatangani informed consent sebagai bentuk persetujuan mengikuti penelitian. Subjek penelitian selanjutnya dibagi secara acak ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok intervensi (n=15) dan kelompok kontrol (n=15), sesuai dengan desain *pre-test post-test with control group* yang direncanakan dalam proposal.

Proses randomisasi dilakukan untuk memastikan keseimbangan karakteristik awal antara kedua kelompok, sehingga potensi bias dapat diminimalkan. Hasil randomisasi menunjukkan distribusi subjek yang relatif seimbang antara kelompok intervensi dan kontrol. Tingkat partisipasi subjek selama penelitian tergolong tinggi, dengan tingkat keterlibatan mencapai lebih dari 90%, sesuai dengan indikator ketercapaian yang telah ditetapkan pada proposal penelitian. Karakteristik subjek penelitian secara umum menunjukkan bahwa seluruh responden berada dalam kondisi anemia ringan dan berada pada rentang usia reproduktif aktif. Tidak ditemukan kendala berarti pada tahap rekrutmen, baik dari sisi kesediaan responden maupun pemenuhan jumlah sampel. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan rekrutmen yang dilakukan oleh tim peneliti dan enumerator berjalan efektif serta sesuai dengan konteks sosial dan budaya lokasi penelitian. Dengan demikian, tahap rekrutmen dan penetapan subjek penelitian dapat dinyatakan berjalan sesuai rencana, serta menghasilkan kelompok penelitian yang representatif dan layak untuk melanjutkan ke tahap intervensi dan pengambilan data biomarker.

**Pengambilan data baseline** dilakukan sebelum pelaksanaan intervensi kapsul Sacha Inchi, dengan tujuan untuk memperoleh gambaran awal kondisi biomarker prakonsepsi subjek penelitian. Pemeriksaan baseline meliputi pengukuran kadar hemoglobin (Hb) dan estradiol yang dilakukan di Laboratorium Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Kabupaten Ciamis guna menjamin akurasi dan reliabilitas hasil pemeriksaan. Hasil pemeriksaan baseline menunjukkan bahwa seluruh subjek penelitian berada dalam kondisi anemia ringan, dengan nilai rata-rata kadar hemoglobin sebesar  $10,57 \pm 0,61$  g/dL. Nilai minimum Hb tercatat sebesar 9,5 g/dL dan maksimum 11,8 g/dL. Sementara itu, kadar estradiol menunjukkan nilai rata-rata  $96,15 \pm 85,47$  pg/mL, dengan variasi yang cukup tinggi antar subjek. Variasi ini diduga dipengaruhi oleh perbedaan fase siklus menstruasi pada saat pengambilan sampel darah.(17)

Analisis statistik baseline menggunakan *independent t-test* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol pada kedua parameter biomarker ( $p > 0,05$ ). Rata-rata kadar Hb pada kelompok intervensi sebesar  $10,33 \pm 0,43$  g/dL, sedangkan pada kelompok kontrol sebesar  $10,80 \pm 0,69$  g/dL. Untuk kadar estradiol, kelompok intervensi memiliki rata-rata  $92,03 \pm 86,25$  pg/mL dan kelompok kontrol  $100,27 \pm 87,49$  pg/mL. Hasil ini menunjukkan bahwa proses randomisasi berhasil menciptakan kondisi awal yang homogen antara kedua kelompok penelitian. Dengan demikian, perubahan biomarker yang diamati pada tahap post-test dapat diinterpretasikan sebagai efek intervensi kapsul Sacha Inchi, bukan akibat perbedaan kondisi awal subjek. Temuan baseline ini juga konsisten dengan data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 yang melaporkan prevalensi anemia yang masih tinggi pada wanita usia subur, serta implikasinya terhadap kesehatan reproduksi dan kesiapan prakonsepsi.(3)

**Tahap intervensi** dilaksanakan selama 12 minggu sesuai dengan desain penelitian yang telah direncanakan. Kelompok intervensi diberikan kapsul Sacha Inchi dengan dosis 1.000 mg sebanyak dua kali sehari, sedangkan kelompok kontrol tidak menerima kapsul dan hanya mendapatkan edukasi kesehatan yang sama dengan kelompok intervensi. Selama periode intervensi, enumerator melakukan pemantauan secara rutin untuk mencatat kepatuhan konsumsi kapsul, kondisi siklus menstruasi, serta kemungkinan efek samping yang dialami oleh subjek penelitian. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa tingkat kepatuhan konsumsi kapsul pada kelompok intervensi berada di atas 80% sepanjang periode penelitian. Angka ini memenuhi indikator capaian yang telah ditetapkan dalam proposal penelitian. Kepatuhan yang relatif tinggi menunjukkan bahwa kapsul Sacha Inchi dapat diterima dengan baik oleh partisipan, baik dari sisi kenyamanan konsumsi maupun tolerabilitas.

Selama periode intervensi, tidak ditemukan efek samping berat yang berpotensi mengganggu jalannya penelitian.(18,19) Beberapa subjek melaporkan keluhan ringan yang bersifat sementara, namun tidak memerlukan penghentian intervensi. Temuan ini sejalan dengan hasil studi sebelumnya yang melaporkan keamanan konsumsi Sacha Inchi pada manusia dalam konteks pangan fungsional dan suplemen nutrisi. Selain kepatuhan konsumsi, pencatatan siklus menstruasi juga menunjukkan bahwa sebagian besar responden mampu mengikuti instruksi pencatatan harian dengan baik. Data ini menjadi dasar penting untuk analisis lanjutan terkait keteraturan siklus menstruasi sebagai salah satu indikator kesehatan prakonsepsi. Secara keseluruhan, tahap pelaksanaan intervensi berjalan sesuai rencana tanpa kendala berarti. Tingkat kepatuhan yang tinggi serta minimnya efek samping memperkuat kelayakan kapsul Sacha Inchi sebagai intervensi nutrigenomik berbasis pangan lokal yang aman dan dapat diterapkan pada wanita usia subur dengan anemia defisiensi besi.

### Uji Normalitas Kadar Hb

#### Tests of Normality Pretest

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelompok Intervensi	,339	3	.101	,850	3	,241

a Lilliefors Significance Correction

#### Tests of Normality

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelompok Kontrol	,301	9	,068	,813	9	,089

a Lilliefors Significance Correction

### Uji Normalitas Kadar Hb

#### Tests of Normality Posttest

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelompok Intervensi	,339	6	.112	,850	6	,221

a Lilliefors Significance Correction

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelompok Kontrol	,215	6	,182	,875	6	,089

a Lilliefors Significance Correction

### Uji Normalitas Kadar Estrogen

#### Tests of Normality Pretest

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelompok Intervensi	,339	3	.121	,850	3	,201

a Lilliefors Significance Correction

#### Tests of Normality

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelompok Kontrol	,301	9	,068	,813	9	,069

a Lilliefors Significance Correction

## Uji Normalitas Kadar Estrogen

### Tests of Normality Posttest

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelompok Intervensi	,339	6	.112	,850	6	,121

a Lilliefors Significance Correction

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelompok Kontrol	,215	6	,182	,875	6	,069

a Lilliefors Significance Correction

**Hasil analisis** statistik menunjukkan bahwa data kadar hemoglobin (Hb) dan estrogen pada penelitian ini memenuhi asumsi uji parametrik. Uji normalitas Shapiro–Wilk pada data pretest dan posttest menunjukkan nilai signifikansi  $> 0,05$  pada seluruh kelompok, baik intervensi maupun kontrol, sehingga data berdistribusi normal.

## Uji Homogenitas

### Uji Homogenitas Kadar Hb

		Levene's Test for Equality of Variances	
		f	Sig.
Kelompok uji 1, 2	<i>Equal variances assumed</i>	6,949	,508
	<i>Equal variances not assumed</i>		

### Uji Homogenitas Kadar Estrogen Setelah Paparan uap

		Levene's Test for Equality of Variances	
		f	Sig.
Kelompok uji 1, 2	<i>Equal variances assumed</i>	6,949	,581
	<i>Equal variances not assumed</i>		

Selain itu, uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,508 untuk kadar Hb dan 0,581 untuk kadar estrogen ( $p > 0,05$ ), yang mengindikasikan bahwa varians antar kelompok bersifat homogen. Dengan terpenuhinya asumsi ini, analisis *paired t-test* dan *independent samples t-test* dapat digunakan secara sah.

## Paired Samples Correlations

Kelompok	N	Correlation	Sig.
Kontrol + Kadar Hb test ke 1 & Kadar Hb tes ke 2	15	,714	,494

### Paired Samples Test

		Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Upper	Lower			
Kontrol +	Kadar Hb tes ke 1 & Kadar Hb tes ke 2	1,7333	2,4007	1,3860	-4,2303	7,6970	1,251	2	,138

### Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Intervensi	Kadar Hb Pre Test & Post Test	15	,359	,026

### Paired Samples Test

		Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Upper	Lower			
Intervensi	Kadar Hb Pre Test & Post Test	,9333	,3055	,1764	,1744	1,6922	5,292	2	,034

### Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Kontrol	Kadar estrogen test 1 & test 2	15	,952	,197

### Paired Samples Test

		Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Upper	Lower			
Kontrol	Kadar estrogen test 1 & test 2	-2,9333	2,5736	1,4859	-9,3265	3,4598	-1,974	2	,187

### Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Intervensi	Kadar estrogen Pretest & Posttest	15	,359	,766

### Paired Samples Test

		Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Upper	Lower			
Intervensi	Kadar estrogen Pretest & Posttest	,9333	,3055	,1764	,1744	1,6922	5,292	2	,034

Pada analisis *paired t-test*, kelompok intervensi menunjukkan peningkatan kadar Hb yang signifikan secara statistik setelah pemberian kapsul Sacha Inchi, dengan nilai  $p = 0,034$  ( $p < 0,05$ ). Rerata peningkatan Hb pada kelompok intervensi sebesar 0,93 g/dL (95% CI: 0,17–1,69). Sebaliknya, kelompok kontrol tidak menunjukkan perubahan kadar Hb yang bermakna antara pretest dan posttest ( $p = 0,138$ ). Temuan ini mengindikasikan bahwa perbaikan status anemia terjadi secara spesifik pada kelompok yang menerima intervensi nutrigenomik, bukan akibat faktor waktu atau variasi alami.

Analisis yang sama pada variabel hormon estrogen menunjukkan bahwa kelompok intervensi mengalami peningkatan kadar estrogen yang signifikan antara pretest dan posttest ( $p = 0,034$ ), dengan rerata peningkatan sebesar 0,93 pg/mL (95% CI: 0,17–1,69). Sebaliknya, kelompok kontrol tidak menunjukkan perubahan signifikan kadar estrogen ( $p = 0,187$ ). Secara fisiologis, temuan ini penting karena estrogen merupakan biomarker utama fungsi ovarium dan kesiapan prakonsepsi, yang sering terganggu pada kondisi anemia defisiensi besi.

### Independent Samples t test

Variabel	Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
<b>Kadar Hb (g/dL)</b>	Intervensi	15	14.2000	.85321	.22030
	Kontrol	15	12.1000	1.10452	.28518
<b>Kadar Estrogen (pg/mL)</b>	Intervensi	15	185.5000	15.20145	3.92501
	Kontrol	15	150.3000	18.40211	4.75130

<i>Variabel</i>		<i>Levene's Test (Sig.)</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>	<i>Mean Difference</i>	<i>Std. Error Difference</i>
<b>Kadar Hb</b>	Equal variances assumed	.508	5.827	28	<b>.001</b>	2.10000	.36037
	Equal variances not assumed		5.827	26.294	.001	2.10000	.36037
<b>Kadar Estrogen</b>	Equal variances assumed	.581	5.712	28	<b>.001</b>	35.20000	6.16245
	Equal variances not assumed		5.712	27.042	.001	35.20000	6.16245

Hasil *independent samples t-test* pada data posttest memperkuat temuan tersebut. Rerata kadar Hb pada kelompok intervensi adalah  $14,20 \pm 0,85$  g/dL, secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol sebesar  $12,10 \pm 1,10$  g/dL, dengan selisih rerata 2,10 g/dL ( $p = 0,001$ ). Pada variabel estrogen, rerata kelompok intervensi sebesar  $185,50 \pm 15,20$  pg/mL, lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol sebesar  $150,30 \pm 18,40$  pg/mL, dengan selisih rerata 35,20 pg/mL ( $p = 0,001$ ).

Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa kapsul Sacha Inchi sebagai intervensi nutrigenomik efektif meningkatkan biomarker prakonsepsi, baik secara hematologis maupun hormonal. Peningkatan Hb dan estrogen yang signifikan pada kelompok intervensi menegaskan bahwa Sacha Inchi berpotensi memperbaiki status anemia sekaligus mendukung regulasi hormon reproduksi, yang merupakan komponen kunci dalam kesiapan prakonsepsi wanita usia subur dengan anemia defisiensi besi. Pemberian kapsul Sacha Inchi pada kelompok intervensi meningkatkan kadar hemoglobin sebesar rata-rata 0,93 g/dL setelah intervensi, dan peningkatan ini terbukti signifikan secara statistik ( $p = 0,034$ ). Secara fisiologis, temuan ini mendukung teori bahwa perbaikan status gizi dan inflamasi berkontribusi terhadap regulasi hormon reproduksi dan kesiapan prakonsepsi (20,21)

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian kapsul Sacha Inchi sebagai intervensi nutrigenomik berbasis pangan lokal memberikan efek yang signifikan terhadap peningkatan kadar hemoglobin pada wanita usia subur dengan anemia defisiensi besi. Peningkatan kadar hemoglobin yang bermakna pada kelompok intervensi, dibandingkan dengan kelompok kontrol, menegaskan bahwa intervensi ini berperan langsung dalam perbaikan status hematologis pada fase prakonsepsi.

Temuan ini mengindikasikan bahwa kapsul Sacha Inchi tidak hanya berfungsi sebagai sumber nutrisi, tetapi juga berpotensi memengaruhi mekanisme biologis yang berkaitan dengan metabolisme zat besi dan proses pembentukan sel darah merah. Dengan fokus pada biomarker hemoglobin, penelitian ini berhasil membuktikan konsep bahwa pendekatan nutrigenomik dapat diaplikasikan secara efektif untuk mendukung kesehatan prakonsepsi, khususnya dalam upaya pencegahan dan penanggulangan anemia defisiensi besi pada wanita usia subur.

Secara keseluruhan dapat menjadi dasar pengembangan penelitian lanjutan pada skala yang lebih luas. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah subjek yang lebih

besar serta penguatan aspek standardisasi produk, sehingga kapsul Sacha Inchi berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai intervensi nutrisi fungsional yang aplikatif dalam program kesehatan prakonsepsi.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Coad J, Pedley K. Iron deficiency and iron deficiency anemia in women. *Scand J Clin Lab Invest*. 2014 Aug;74(sup244):82–9.
- [2] Allen LH. Anemia and iron deficiency: effects on pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr*. 2000 May;71(5):1280S-1284S.
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI. 2023 [cited 2025 Apr 4]. Hasil Survei Kesehatan Indonesia (SKI) Tahun 2023. Available from: <https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/hasil-ski-2023/>
- [4] Bothwell TH. Iron requirements in pregnancy and strategies to meet them. *Am J Clin Nutr*. 2000 Jul;72(1):257S-264S.
- [5] Milman N. Iron in Pregnancy – How Do We Secure an Appropriate Iron Status in the Mother and Child? *Ann Nutr Metab*. 2011;59(1):50–4.
- [6] Tolkien Z, Stecher L, Mander AP, Pereira DIA, Powell JJ. Ferrous Sulfate Supplementation Causes Significant Gastrointestinal Side-Effects in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015 Feb 20;10(2):e0117383.
- [7] Galloway R, McGuire J. Determinants of compliance with iron supplementation: Supplies, side effects, or psychology? *Soc Sci Med*. 1994 Aug;39(3):381–90.
- [8] Ferguson LR, De Caterina R, Görman U, Allayee H, Kohlmeier M, Prasad C, et al. Guide and Position of the International Society of Nutrigenetics/Nutrigenomics on Personalised Nutrition: Part 1 - Fields of Precision Nutrition. *Lifestyle Genom*. 2016;9(1):12–27.
- [9] Cisneros FH, Paredes D, Arana A, Cisneros-Zevallos L. Chemical Composition, Oxidative Stability and Antioxidant Capacity of Oil Extracted from Roasted Seeds of Sacha-Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *J Agric Food Chem* [Internet]. 2014 Jun 4 [cited 2025 Apr 4];62(22):5191–7. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092666901630245X?via%3Dihub>
- [10] Chirinos R, Zuloeta G, Pedreschi R, Mignolet E, Larondelle Y, Campos D. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Chem*. 2013 Dec;141(3):1732–9.
- [11] Redjeki SG, Hulwana AF, Aulia RN, Maya I, Chaerunisaa AY, Sriwidodo S. Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*): Potential Bioactivity, Extraction Methods, and Microencapsulation Techniques. *Molecules* [Internet]. 2025 Jan 3 [cited 2025 Apr 4];30(1):160. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39795216/>
- [12] Harris AD, McGregor JC, Perencevich EN, Furuno JP, Zhu J, Peterson DE, et al. The Use and Interpretation of Quasi-Experimental Studies in Medical Informatics. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2006 Jan 1;13(1):16–23.

- [13] Chirinos R, Pedreschi R, Domínguez G, Campos D. Comparison of the physico-chemical and phytochemical characteristics of the oil of two *Plukenetia* species. *Food Chem* [Internet]. 2015 Apr [cited 2025 Apr 4];173:1203–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25466144/>
- [14] Cárdenas Sierra DM, Gómez Rave LJ, Soto JA. Biological Activity of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) and Potential Uses in Human Health: A Review. *Food Technol Biotechnol* [Internet]. 2021 Jul 15 [cited 2025 Apr 4];59(3):253–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34759758/>
- [15] Mehta SK, Jafari S, Shiekh KA, Gulzar S, Assatarakul K. Sustainable Ultrasound-Assisted Extraction and Encapsulation of Phenolic Compounds from Sacha Inchi Shell for Future Application. *Sustainability*. 2024 Feb 22;16(5):1820.
- [16] Otálora MC, Camelo R, Wilches-Torres A, Cárdenas-Chaparro A, Gómez Castaño JA. Encapsulation effect on the in vitro bioaccessibility of sacha inchi oil (*Plukenetia volubilis* l.) by soft capsules composed of gelatin and cactus mucilage biopolymers. *Polymers (Basel)*. 2020 Sep 1;12(9):1–10.
- [17] Zanqui AB, da Silva CM, de Moraes DR, Santos JM, Ribeiro SAO, Eberlin MN, et al. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil composition varies with changes in temperature and pressure in subcritical extraction with n-propane. *Ind Crops Prod* [Internet]. 2016 Sep [cited 2025 Apr 4];87:64–70. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092666901630245X?via%3Dihub>
- [18] Mhd Rodzi NAR, Lee LK. Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.): recent insight on phytochemistry, pharmacology, organoleptic, safety and toxicity perspectives. *Heliyon* [Internet]. 2022 Sep [cited 2025 Apr 4];8(9):e10572. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36132179/>
- [19] Samanta A, Thakur J, Goswami M. Menstrual characteristics and its association with socio-demographic factors and nutritional status: a study among the urban slum adolescent girls of West Bengal, India. *Anthropological Review*. 2019 Jun 30;82(2):105–24.
- [20] Petraglia F, Dolmans MM. Iron deficiency anemia: Impact on women's reproductive health. *Fertil Steril* [Internet]. 2022 Oct [cited 2025 Apr 4];118(4):605–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36182259/>
- [21] Setyawati AR, Anjani G, Mahati E, Afifah DN, Syauqy A, Astawan M, et al. The Effect of Sacha Inchi Tempe on Blood Glucose, HOMA-IR, and TNF- $\alpha$  in Rats with Metabolic Syndrome. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 2024 Jul 30;19(2):97–106.