

Pengaruh Edukasi Penyimpanan dan Konsumsi Suplemen Mikronutrien Ganda terhadap Pengetahuan Ibu Hamil Untuk Pencegahan Oksidasi Suplemen di Puskesmas

Salmah Handayani Lubis^{1*}, Wiji Sri Kusumaningsih²

¹Departemen Farmakologi dan Klinis, Fakultas Farmasi dan Kesehatan, Universitas Tjut Nyak Dhien Medan, Indonesia

²Program studi profesi Apoteker, Fakultas Farmasi dan Kesehatan, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan, Indonesia

Jl. Rasmi No. 28, Sei Sikambing C. II, Kec. Medan Helvetia, Kota Medan, Sumatera Utara, 20123

* Penulis Korespondensi. Email: salmahhandayani32@gmail.com

ABSTRAK

Anemia pada ibu hamil masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan dan salah satu penyebab utamanya adalah defisiensi zat besi. Suplemen Mikronutrien Ganda atau Multiple Micronutrient Supplement (MMS) direkomendasikan sebagai strategi pencegahan anemia, namun di tingkat masyarakat ditemukan keluhan perubahan warna MMS menjadi coklat tua atau kehitaman setelah penyimpanan beberapa bulan. Perubahan ini menimbulkan kekhawatiran dan berpotensi menurunkan kepatuhan konsumsi. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman ibu hamil mengenai mekanisme oksidasi zat besi pada MMS serta cara penyimpanan dan konsumsi yang benar guna mencegah degradasi sediaan. Metode yang digunakan adalah pendekatan quasi-experimental dengan desain one group pre-test dan post-test pada 16 ibu hamil di wilayah kerja Puskesmas Kebumen II, Jawa Tengah. Intervensi dilakukan melalui penyuluhan interaktif menggunakan media presentasi dan leaflet edukatif. Evaluasi dilakukan dengan kuesioner pengetahuan sebelum dan sesudah intervensi, kemudian dianalisis menggunakan uji paired t-test. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar peserta menyimpan MMS di dapur (62,5%) dan memindahkan tablet dari kemasan Botol (56,25%). Rata-rata skor pengetahuan meningkat secara signifikan dari 57,5 menjadi 88,8 ($p < 0,001$) setelah edukasi. Peningkatan ini menunjukkan bahwa edukasi efektif dalam meningkatkan literasi kesehatan terkait stabilitas sediaan dan faktor-faktor yang memengaruhi oksidasi. Disimpulkan bahwa perubahan warna MMS lebih banyak dipengaruhi oleh praktik penyimpanan yang tidak tepat dibandingkan kualitas produk, dan edukasi terstruktur merupakan solusi efektif untuk menjaga mutu serta mendukung keberhasilan program pencegahan anemia pada ibu hamil.

Kata Kunci: Multiple_micronutrient_supplement; oksidasi_zat_besi; stabilitas_sediaan; ibu_hamil; edukasi_kesehatan

Diterima:

17-02-2026

Disetujui:

10-05-2026

Online:

10-05-2026

ABSTRACT

Anemia in pregnant women remains a significant public health problem, and one of its main causes is iron deficiency. Multiple Micronutrient Supplement (MMS) is recommended as a strategy to prevent anemia, but at the community level, there have been complaints that the color of MMS turns dark brown or black after several months of storage. This change raises concerns and has the potential to reduce consumption compliance. This community service activity aims to increase pregnant women's understanding of the mechanism of iron oxidation in MMS and the proper storage and consumption methods to prevent degradation of the preparation. The method used was a quasi-experimental approach with a one-group pre-test and post-test design on 16 pregnant women in the working area of the Kebumen II Community Health Center. The intervention was carried out through interactive counseling using presentation media and educational leaflets. The evaluation was conducted using a knowledge

questionnaire before and after the intervention, then analyzed using a paired t-test. The results showed that most participants stored MMS in the kitchen (62.5%) and transferred the tablets from the bottle packaging (56.25%). The average knowledge score increased significantly from 57.5 to 88.8 ($p < 0.001$) after education. This increase indicates that education is effective in improving health literacy related to preparation stability and factors that influence oxidation. It is concluded that changes in the color of MMS are more influenced by improper storage practices than product quality, and structured education is an effective solution for maintaining quality and supporting the success of anemia prevention programs in pregnant women.

Copyright © 2026 Jurnal Pengabdian Masyarakat Farmasi : Pharmacare Society

Keywords: *multiple_micronutrient_supplement; iron_oxidation; pharmaceutical_stability; pregnant_women; health_education*

Received:
2026-02-17

Accepted:
2026-05-10

Online:
2026-05-10

1. Pendahuluan

Anemia pada kehamilan masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan di tingkat global dan nasional. Organisasi kesehatan dunia melaporkan bahwa sekitar 36–40% ibu hamil di dunia mengalami anemia, dengan defisiensi zat besi sebagai penyebab utama [11]. Kondisi ini berkorelasi dengan peningkatan risiko persalinan prematur, bayi berat lahir rendah, gangguan perkembangan neurologis janin, serta meningkatnya morbiditas dan mortalitas maternal [13]. Di Indonesia, prevalensi anemia pada ibu hamil masih berada pada angka yang memerlukan perhatian serius dalam program kesehatan ibu dan anak. Oleh karena itu, suplementasi zat besi menjadi bagian integral dari pelayanan antenatal care sebagai upaya preventif dan kuratif.

Anemia pada ibu hamil berdampak buruk bagi ibu maupun janin. Kemungkinan dampak buruk terhadap ibu hamil yaitu proses persalinan yang membutuhkan waktu lama dan mengakibatkan perdarahan serta syok akibat kontraksi. Dampak buruk pada janin yaitu terjadinya prematur, bayi lahir berat badan rendah, kecacatan bahkan kematian bayi [20]. Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan suplementasi berkembang dari pemberian zat besi–asam folat tunggal menjadi penggunaan MMS. *Multiple Micronutrient Supplement* mengandung kombinasi zat besi, asam folat, vitamin A, vitamin C, vitamin D, vitamin E, vitamin B kompleks, seng, iodium, dan mineral lainnya yang berperan penting dalam mendukung metabolisme ibu serta pertumbuhan dan perkembangan janin [3]. Meta-analisis dan systematic review menunjukkan bahwa MMS memberikan manfaat lebih luas dibandingkan suplementasi zat besi–asam folat tunggal, termasuk penurunan risiko bayi berat lahir rendah dan peningkatan status gizi maternal [9,10]. Dengan demikian, MMS menjadi strategi yang semakin direkomendasikan dalam program kesehatan ibu. Meskipun secara klinis MMS terbukti efektif, keberhasilan intervensi ini sangat dipengaruhi oleh kepatuhan konsumsi dan mutu sediaan selama penyimpanan di tingkat rumah tangga. Salah satu permasalahan yang muncul di lapangan adalah perubahan warna tablet MMS menjadi coklat tua atau kehitaman setelah beberapa minggu atau bulan penyimpanan. Fenomena ini menimbulkan kekhawatiran di kalangan ibu hamil yang menganggap bahwa produk tersebut telah rusak atau tidak lagi aman untuk dikonsumsi. Permasalahan ini menunjukkan bahwa stabilitas sediaan tidak hanya merupakan isu industri farmasi, tetapi juga berkaitan dengan perilaku penyimpanan di masyarakat. Secara kimiawi, zat besi dalam MMS umumnya berada dalam bentuk ferrous (Fe^{2+}), yang memiliki bioavailabilitas lebih tinggi dibandingkan bentuk ferric (Fe^{3+}) karena lebih mudah diserap di usus halus. Namun, Fe^{2+} memiliki sifat yang lebih reaktif dan rentan mengalami oksidasi ketika terpapar oksigen, kelembapan, dan suhu tinggi. Reaksi oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} dapat disertai pembentukan kompleks berwarna coklat tua

hingga kehitaman, yang memengaruhi tampilan fisik tablet [4]. Selain perubahan warna, oksidasi dapat menyebabkan penurunan kadar zat aktif sehingga berpotensi mengurangi efektivitas terapeutik.

Pedoman stabilitas sediaan farmasi yang dikeluarkan oleh International Council for Harmonisation menyatakan bahwa suhu dan kelembapan merupakan faktor kritis dalam mempercepat degradasi zat aktif. Pada kondisi uji stabilitas akselerasi ($40^{\circ}\text{C}/75\% \text{RH}$), laju degradasi meningkat secara signifikan dibandingkan penyimpanan pada suhu ruang terkontrol. Studi stabilitas pada sediaan vitamin dan mineral juga menunjukkan bahwa paparan kelembapan relatif di atas 60% mempercepat reaksi kimia oksidatif dalam sediaan padat [8]. Kondisi ini relevan dalam konteks Indonesia sebagai negara tropis dengan suhu dan kelembapan lingkungan yang relatif tinggi sepanjang tahun. Selain faktor lingkungan, jenis kemasan memainkan peran penting dalam menjaga stabilitas sediaan. Kemasan Botol berbahan aluminium-PVC dirancang untuk menghambat penetrasi uap air dan oksigen sehingga mampu mempertahankan integritas tablet lebih baik dibandingkan wadah terbuka [2]. Studi tentang permeabilitas kemasan menunjukkan bahwa paparan kelembapan yang berulang dapat mempercepat perubahan sifat fisik dan kimia tablet apabila proteksi kemasan tidak optimal [7]. Namun, praktik di lapangan menunjukkan bahwa sebagian ibu hamil memindahkan MMS dari kemasan Botol ke wadah plastik atau botol terbuka untuk alasan kepraktisan, sehingga meningkatkan risiko oksidasi.

Permasalahan ini semakin kompleks ketika dikaitkan dengan aspek perilaku dan literasi kesehatan. Persepsi visual terhadap perubahan warna tablet sering kali diasosiasikan dengan kerusakan produk, meskipun perubahan tersebut belum tentu menunjukkan kehilangan potensi secara total. Penelitian mengenai perilaku penggunaan obat menunjukkan bahwa persepsi kualitas visual berpengaruh terhadap kepatuhan terapi [10]. Studi intervensi edukasi pada ibu hamil juga menunjukkan bahwa konseling dan pemberian informasi yang tepat meningkatkan kepatuhan konsumsi suplemen zat besi secara signifikan [1]. Oleh karena itu, perubahan warna MMS tidak hanya menjadi isu kimia, tetapi juga berdampak pada keberhasilan program suplementasi.

Kajian teknologi formulasi menunjukkan bahwa teknik mikroenkapsulasi dan pelapisan zat besi dapat meningkatkan stabilitas terhadap oksidasi dengan membatasi kontak langsung antara zat aktif dan lingkungan [5]. Namun demikian, meskipun teknologi formulasi terus berkembang, faktor penyimpanan di tingkat rumah tangga tetap menjadi determinan utama dalam menjaga mutu produk. Tanpa edukasi yang memadai mengenai cara penyimpanan yang benar, risiko degradasi tetap ada meskipun produk telah diformulasikan secara optimal.

Observasi awal pada mitra kegiatan menunjukkan bahwa sebagian besar ibu hamil menyimpan MMS di dapur yang terpapar panas kompor atau di kamar mandi dengan tingkat kelembapan tinggi. Sebagian lainnya memindahkan tablet dari Botol ke wadah terbuka. Beberapa ibu bahkan menghentikan konsumsi karena perubahan warna yang dianggap sebagai tanda kerusakan. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak akan edukasi berbasis bukti ilmiah yang mampu menjelaskan mekanisme oksidasi secara sederhana namun akurat.

Edukasi merupakan suatu proses interaksi berkelanjutan antara individu dan lingkungannya yang berkontribusi terhadap perubahan pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Melalui kegiatan edukatif, individu yang sebelumnya belum memahami suatu informasi dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik. Komunikasi yang efektif antara kader kesehatan dan ibu hamil dengan kondisi Kekurangan Energi Kronis (KEK) berperan penting dalam meningkatkan pengetahuan, sikap, serta keyakinan

terkait kesehatan. Tingkat pengetahuan yang dimiliki seseorang turut memengaruhi pola hidup dan perilaku, khususnya dalam pemilihan serta konsumsi makanan yang berdampak pada asupan gizi. Pengetahuan gizi yang memadai akan membantu individu dalam menentukan jenis dan jumlah makanan secara lebih tepat sesuai dengan kebutuhan tubuh [21].

Berdasarkan paparan masalah, tantangan lingkungan tropis, perilaku penyimpanan masyarakat, serta hasil kajian pustaka yang mendukung, kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman ibu hamil mengenai mekanisme oksidasi zat besi dalam MMS, faktor-faktor yang memengaruhi stabilitas sediaan, serta cara penyimpanan dan konsumsi yang benar guna mencegah penurunan mutu dan menjaga efektivitas suplementasi selama kehamilan. Intervensi edukatif ini diharapkan tidak hanya meningkatkan pengetahuan, tetapi juga mendorong perubahan perilaku penyimpanan yang lebih tepat sehingga mendukung keberhasilan program pencegahan anemia secara berkelanjutan.

2. Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan sebagai bentuk intervensi edukatif untuk mengatasi permasalahan perubahan warna Multiple Micronutrient Supplement (MMS) yang diduga disebabkan oleh praktik penyimpanan yang kurang tepat di tingkat rumah tangga. Pendekatan yang digunakan adalah desain *quasi-experimental* dengan model *one group pre-test* dan *post-test* tanpa kelompok kontrol, yang bertujuan untuk menilai efektivitas edukasi dalam meningkatkan pengetahuan dan pemahaman ibu hamil terkait mekanisme oksidasi serta cara penyimpanan dan konsumsi MMS yang benar. Kegiatan dilaksanakan di Posyandu wilayah kerja Puskesmas Kebumen II, Provinsi Jawa Tengah pada tanggal 2 Februari 2026, dengan sasaran ibu hamil trimester I-III yang sedang menerima dan mengkonsumsi obat MMS [22].

Tahapan kegiatan diawali dengan koordinasi bersama tenaga kesehatan dan kader posyandu untuk mengidentifikasi permasalahan utama yang dihadapi mitra, yaitu adanya keluhan perubahan warna MMS setelah penyimpanan selama beberapa bulan. Selanjutnya dilakukan observasi awal dan wawancara singkat kepada peserta mengenai kebiasaan penyimpanan MMS, lokasi penyimpanan, serta pemahaman mereka tentang stabilitas sediaan. Data awal ini digunakan sebagai dasar penyusunan materi edukasi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

Intervensi yang ditawarkan berupa penyuluhan edukatif interaktif menggunakan bahasa Indonesia yang sederhana, komunikatif, dan mudah dipahami oleh masyarakat umum, dengan penyesuaian istilah ilmiah agar tetap akurat namun tidak terlalu teknis. Materi edukasi mencakup penjelasan mengenai pentingnya MMS dalam pencegahan anemia, mekanisme oksidasi zat besi (Fe^{2+} menjadi Fe^{3+}), faktor-faktor lingkungan yang mempercepat degradasi seperti suhu dan kelembapan, peran kemasan Botol dalam melindungi tablet dari paparan udara dan uap air, serta cara konsumsi MMS yang benar agar absorpsi optimal. Media yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi laptop, proyektor, slide presentasi berbasis PowerPoint, leaflet edukatif berwarna yang dibagikan kepada peserta, serta contoh kemasan MMS untuk demonstrasi langsung cara penyimpanan yang tepat.

Evaluasi efektivitas kegiatan dilakukan melalui pengukuran tingkat pengetahuan peserta menggunakan instrumen kuesioner sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) intervensi. Kuesioner terdiri atas 10 pertanyaan pilihan ganda yang mencakup aspek fungsi MMS, faktor penyebab oksidasi, cara penyimpanan yang benar, serta cara konsumsi yang tepat. Validitas isi instrumen dikonsultasikan kepada ahli

farmasi komunitas dan kesehatan masyarakat, sedangkan reliabilitas diuji menggunakan koefisien Cronbach's alpha dengan nilai $\geq 0,70$ sebagai indikator konsistensi internal yang baik. Skor pengetahuan dihitung dalam rentang 0-100, dengan nilai lebih tinggi menunjukkan tingkat pemahaman yang lebih baik.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik peserta dan distribusi skor pengetahuan. Uji normalitas data dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk untuk menentukan distribusi data. Apabila data berdistribusi normal, maka digunakan uji paired *t-test* untuk membandingkan rata-rata skor *pre-test* dan *post-test*; sedangkan apabila data tidak berdistribusi normal, digunakan uji Wilcoxon signed-rank test. Tingkat signifikansi ditetapkan pada $p < 0,05$ dengan interval kepercayaan 95%. Selain itu, effect size (Cohen's d) dihitung untuk menilai kekuatan efek intervensi edukasi terhadap peningkatan pengetahuan peserta.

Sebagai bagian dari evaluasi kualitatif, dilakukan diskusi terbuka dan sesi tanya jawab untuk menggali pemahaman peserta serta memperoleh umpan balik mengenai materi yang disampaikan. Observasi perubahan perilaku awal, seperti komitmen untuk menyimpan MMS di tempat yang lebih kering dan sejuk, juga dicatat sebagai indikator keberhasilan intervensi. Dengan pendekatan ini, kegiatan pengabdian masyarakat tidak hanya berfokus pada peningkatan pengetahuan secara teoritis, tetapi juga pada perubahan perilaku penyimpanan yang lebih tepat guna mencegah oksidasi dan menjaga mutu MMS selama digunakan oleh ibu hamil.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil

Kegiatan pengabdian masyarakat ini diikuti oleh 16 ibu hamil trimester I-III di wilayah kerja Puskesmas Kebumen II. Jumlah peserta yang relatif kecil memungkinkan pendekatan edukasi yang lebih interaktif dan personal sehingga peserta dapat lebih leluasa berdiskusi mengenai permasalahan penyimpanan MMS yang mereka alami. Karakteristik peserta disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Karakteristik peserta kegiatan pengabdian Masyarakat

Distribusi Pasien	Jumlah Pasien (n)	Persentase (%)
Usia < 25 tahun	5	31,25
Usia 25-35 tahun	8	50,00
Usia > 35 tahun	3	18,75
Trimester I	3	18,75
Trimeser II	7	43,75
Trimester III	6	37,50
Pendidikan \leq SMP	6	37,50
Pendidikan \geq SMA	10	62,50

Berdasarkan tabel 1, mayoritas peserta berada pada usia 25-35 tahun (50%) dan trimester II (43,75%). Sebanyak 62,50% memiliki pendidikan minimal SMA. Meskipun sebagian besar memiliki pendidikan menengah, observasi awal menunjukkan bahwa

literasi mengenai stabilitas sediaan dan oksidasi zat besi masih terbatas. Hasil observasi awal mengenai kebiasaan penyimpanan MMS menunjukkan bahwa praktik penyimpanan belum sesuai dengan prinsip stabilitas sediaan farmasi.

Tabel 2. Kebiasaan penyimpanan MMS sebelum edukasi

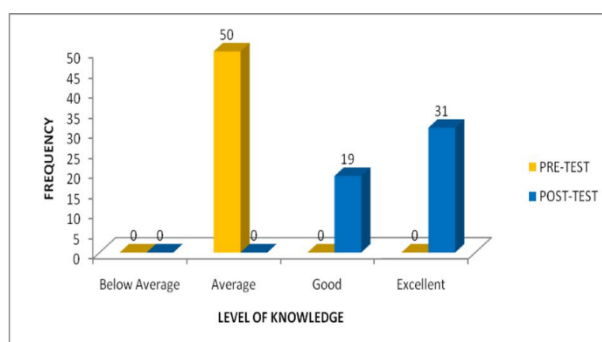
Kebiasaan penyimpanan MMS	Jumlah pasien (n)	Persentase (%)
Disimpan di dapur	10	62,50
Disimpan di kamar mandi	2	12,50
Disimpan dilemari tertutup/kering	4	25,00
Dipindahkan dari blister	9	56,25
Mengetahui pengaruh kelembapan	3	18,75

Tabel 2 menunjukkan bahwa 62,50% peserta menyimpan MMS di dapur, dan 56,25% memindahkan tablet dari kemasan Botol ke wadah lain. Hanya 18,75% yang mengetahui bahwa kelembapan dapat mempercepat perubahan warna tablet. Kondisi ini mendukung teori stabilitas farmasi bahwa suhu di atas 30°C dan kelembapan relatif tinggi dapat mempercepat oksidasi Fe²⁺ menjadi Fe³⁺ sehingga memicu perubahan warna (ICH Q1A(R2), 2023; Pantopoulos, 2024). Efektivitas intervensi edukasi dievaluasi melalui perbandingan skor pengetahuan sebelum dan sesudah penyuluhan.

Tabel 3. perbandingan skor pengetahuan sebelum dan sesudah edukasi

Parameter	Pre-test	Post-test
Rata-rata skor	57,5	88,8
Standar deviasi	9,6	6,2
Nilai <i>p</i> (paired <i>t</i> -test)	<0,001	

Tabel 3 menunjukkan peningkatan rata-rata skor sebesar 31,3 poin. Hasil uji paired t-test menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($p < 0,001$). Effect size (Cohen's *d*) sebesar 2,4 menunjukkan bahwa intervensi edukasi memiliki efek yang sangat kuat terhadap peningkatan pengetahuan peserta.



Gambar 1. perbandingan rata-rata skor pengetahuan sebelum dan sesudah edukasi

Berdasarkan Gambar 1 memperlihatkan peningkatan signifikan skor pengetahuan setelah intervensi. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penyampaian materi menggunakan bahasa sederhana, media visual, serta demonstrasi langsung efektif dalam menjelaskan konsep oksidasi yang bersifat kimiawi namun dapat dipahami secara praktis oleh masyarakat.

Selain peningkatan skor, perubahan persepsi peserta juga terlihat selama diskusi. Sebelum edukasi, lima peserta (31,25%) menyatakan pernah merasa ragu atau menghentikan konsumsi MMS karena perubahan warna tablet. Setelah edukasi, seluruh peserta memahami bahwa perubahan warna dapat disebabkan oleh faktor penyimpanan dan bukan semata-mata karena produk rusak. Peserta juga menyatakan komitmen untuk menyimpan MMS di tempat yang kering, sejuk, dan tidak memindahkannya dari blister.

Secara ilmiah, perubahan warna coklat tua pada tablet zat besi berkaitan dengan oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} akibat paparan oksigen dan kelembapan [4]. Kemasan Botol memiliki fungsi protektif terhadap penetrasi uap air sehingga menjaga stabilitas tablet lebih baik dibandingkan wadah terbuka [2]. Oleh karena itu, edukasi mengenai pentingnya mempertahankan kemasan asli menjadi aspek krusial dalam intervensi ini.

Temuan kegiatan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa edukasi kesehatan berbasis komunitas secara signifikan meningkatkan kepatuhan dan pemahaman penggunaan suplemen pada ibu hamil [1]. Dengan demikian, permasalahan perubahan warna MMS di tingkat masyarakat lebih banyak dipengaruhi oleh praktik penyimpanan yang kurang tepat dibandingkan kualitas produk itu sendiri.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa intervensi edukasi sederhana namun terstruktur mampu meningkatkan literasi kesehatan ibu hamil dan berpotensi mencegah degradasi sediaan akibat oksidasi, sehingga mendukung efektivitas program pencegahan anemia.

Kegiatan penyuluhan *Multiple Micronutrient Supplement (MMS)* bagi ibu hamil di Puskesmas Kebumen II dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Penyuluhan *Multiple Micronutrient Supplement (MMS)* bagi ibu hamil

Berikut adalah media *leaflet* Penggunaan *Multiple Micronutrient Supplement (MMS)* yang disampaikan kepada ibu-ibu hamil yang mengkonsumsi obat suplemen mikronutrien ganda.



Gambar 3. leaflet Penggunaan Multiple Micronutrient Supplement (MMS)

Pembahasan

Permasalahan yang diangkat dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah perubahan warna Multiple Micronutrient Supplement (MMS) menjadi coklat tua atau kehitaman setelah penyimpanan beberapa bulan di tingkat rumah tangga, yang memicu kekhawatiran serta penghentian konsumsi oleh sebagian ibu hamil.

Berdasarkan hasil kegiatan, ditemukan bahwa praktik penyimpanan yang tidak sesuai standar merupakan faktor dominan yang berkontribusi terhadap perubahan tersebut. Dengan demikian, pembahasan ini difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu: (1) mekanisme ilmiah oksidasi zat besi, (2) faktor lingkungan dan kemasan yang mempengaruhi stabilitas, serta (3) aspek perilaku dan efektivitas intervensi edukasi.

Zat besi berperan esensial dalam pembentukan hemoglobin, yaitu protein dalam sel darah merah yang mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh. Kekurangan zat besi dapat menimbulkan gejala seperti kelelahan, pusing, sulit berkonsentrasi, serta penurunan daya tahan tubuh, yang bila tidak ditangani dapat mengganggu aktivitas harian, baik dalam proses belajar maupun dalam bekerja [19]. Secara kimiawi, zat besi dalam MMS umumnya tersedia dalam bentuk ferrous (Fe^{2+}) karena memiliki bioavailabilitas yang lebih tinggi dibandingkan bentuk ferric (Fe^{3+}). Namun, Fe^{2+} bersifat lebih reaktif dan rentan mengalami oksidasi ketika terpapar oksigen dan kelembapan [6]. Reaksi oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} merupakan reaksi redoks yang menyebabkan perubahan struktur elektron dan pembentukan senyawa kompleks berwarna coklat tua. Dalam konteks sediaan padat, perubahan ini dapat memengaruhi warna, bau, bahkan integritas fisik tablet. Studi eksperimental menunjukkan bahwa paparan kelembapan berulang mempercepat degradasi oksidatif zat besi dan komponen vitamin lain dalam formulasi multimineral [4].

Pedoman stabilitas farmasi yang dikeluarkan oleh International Council for Harmonisation (ICH Q1A(R2), 2023) menegaskan bahwa suhu dan kelembapan merupakan faktor kritis dalam uji stabilitas produk farmasi. Pada kondisi akselerasi (40°C/75% RH), degradasi zat aktif terjadi lebih cepat dibandingkan kondisi penyimpanan ruang terkendali (25°C/60% RH). Indonesia sebagai negara tropis memiliki suhu lingkungan yang sering berada di atas 30°C dengan kelembapan relatif melebihi 70%. Kondisi ini secara teoritis meningkatkan risiko oksidasi apabila produk tidak disimpan dengan benar.

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa 62,5% peserta menyimpan MMS di dapur dan 56,25% memindahkan tablet dari Botol ke wadah terbuka. Praktik ini meningkatkan paparan oksigen dan uap air. Literatur mengenai teknologi kemasan menyatakan bahwa Botol aluminium-PVC memiliki kemampuan sebagai moisture barrier yang efektif dalam mengurangi penetrasi uap air [2]. Penelitian terbaru mengenai permeabilitas kemasan menunjukkan bahwa tingkat transmisi uap air meningkat signifikan ketika tablet dikeluarkan dari kemasan aslinya [7]. Oleh karena itu, kebiasaan memindahkan tablet dari Botol menjadi faktor risiko penting yang mempercepat degradasi.

Selain faktor suhu dan kelembapan, interaksi antar-komponen dalam MMS juga dapat mempercepat reaksi degradasi. Vitamin C, misalnya, dapat berperan sebagai agen pereduksi yang memengaruhi stabilitas zat besi dalam kondisi tertentu. Studi stabilitas sediaan multimineral menunjukkan bahwa kombinasi zat aktif dalam satu tablet dapat meningkatkan kompleksitas reaksi kimia selama penyimpanan [8]. Dengan demikian, perubahan warna MMS bukan hanya akibat satu faktor tunggal, tetapi merupakan hasil interaksi multifaktorial antara zat aktif, lingkungan, dan kemasan.

Namun, permasalahan yang dihadapi mitra tidak berhenti pada aspek kimiawi. Aspek perilaku kesehatan memainkan peran yang sama pentingnya. Sebelum intervensi, 31,25% peserta menyatakan pernah menghentikan konsumsi MMS karena perubahan warna tablet. Hal ini menunjukkan bahwa persepsi visual terhadap kualitas produk memengaruhi kepatuhan terapi. Penelitian dalam bidang farmasi komunitas menyatakan bahwa perubahan karakteristik fisik obat, seperti warna atau bau, dapat menurunkan kepercayaan pasien terhadap keamanan produk [10]. Jika kondisi ini tidak diatasi melalui edukasi, maka program suplementasi dapat terganggu.

Intervensi edukatif dalam kegiatan ini terbukti meningkatkan rata-rata skor pengetahuan secara signifikan ($p < 0,001$) dengan effect size yang sangat kuat. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan edukasi berbasis bukti ilmiah mampu menjawab kebutuhan mitra sebagaimana dirumuskan dalam pendahuluan. Meta-analisis mengenai intervensi pendidikan kesehatan menunjukkan bahwa penyuluhan interaktif yang dikombinasikan dengan media visual dan demonstrasi langsung lebih efektif dalam meningkatkan perubahan perilaku dibandingkan metode ceramah pasif [12]. Dalam kegiatan ini, penggunaan *slide visual*, *leaflet* edukatif, serta demonstrasi kemasan Botol memberikan pemahaman konkret mengenai cara penyimpanan obat yang benar.

Selain peningkatan pengetahuan, terdapat perubahan komitmen perilaku yang signifikan. Seluruh peserta menyatakan akan menyimpan MMS di tempat yang kering dan tidak lagi memindahkan tablet dari kemasan blister. Perubahan ini penting karena dalam konteks stabilitas farmasi, pencegahan paparan kelembapan merupakan langkah paling efektif untuk memperlambat oksidasi (ICH, 2023). Dengan demikian, solusi yang ditawarkan tidak hanya bersifat teoritis tetapi aplikatif dan sesuai dengan kondisi masyarakat.

Kajian teknologi formulasi juga menunjukkan bahwa inovasi seperti mikroenkapsulasi zat besi mampu mengurangi kontak langsung dengan oksigen sehingga meningkatkan stabilitas [17]. Namun, teknologi tersebut tidak sepenuhnya

menghilangkan risiko apabila penyimpanan tetap dilakukan di lingkungan lembap. Oleh karena itu, intervensi berbasis edukasi menjadi strategi yang lebih realistis dan berkelanjutan di tingkat masyarakat.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menunjukkan bahwa perubahan warna MMS merupakan fenomena ilmiah yang dapat dijelaskan melalui mekanisme oksidasi dan dipengaruhi oleh faktor lingkungan serta perilaku penyimpanan. Hasil kegiatan membuktikan bahwa edukasi terstruktur mampu meningkatkan literasi kesehatan ibu hamil dan berpotensi mencegah penurunan mutu sediaan akibat oksidasi. Dengan demikian, intervensi ini relevan sebagai bagian dari penguatan program pencegahan anemia dan peningkatan kualitas pelayanan farmasi komunitas.

4. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini menunjukkan bahwa perubahan warna Multiple Micronutrient Supplement (MMS) di tingkat masyarakat tidak semata-mata disebabkan oleh mutu produk, melainkan lebih dipengaruhi oleh praktik penyimpanan yang tidak sesuai dengan prinsip stabilitas farmasi, khususnya paparan suhu tinggi, kelembapan, dan pemindahan tablet dari kemasan blister. Intervensi edukatif yang sistematis dan berbasis bukti ilmiah terbukti efektif meningkatkan literasi kesehatan ibu hamil serta membentuk pemahaman yang lebih rasional mengenai mekanisme oksidasi zat besi dan pentingnya penyimpanan yang benar. Peningkatan pengetahuan dan kesadaran peserta diharapkan dapat mendorong perubahan perilaku penyimpanan yang lebih tepat sehingga risiko degradasi dapat diminimalkan dan efektivitas MMS dalam pencegahan anemia selama kehamilan tetap terjaga. Keberlanjutan program ini perlu didukung melalui integrasi edukasi stabilitas dan penyimpanan MMS dalam pelayanan antenatal care, penyediaan media edukasi standar, pelatihan tenaga kesehatan dan kader, serta monitoring berkala, disertai penelitian lanjutan untuk menilai dampak jangka panjang terhadap perubahan perilaku dan keberhasilan pencegahan anemia pada ibu hamil.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak Puskesmas Kebumen II beserta seluruh tenaga kesehatan dan kader Posyandu yang telah memberikan izin, dukungan, serta fasilitasi tempat dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh ibu hamil yang telah berpartisipasi secara aktif dalam kegiatan edukasi, diskusi, serta proses evaluasi yang dilakukan. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada institusi pendidikan Program Studi Profesi Apoteker, Fakultas Farmasi dan Kesehatan, Universitas Tjut Nyak Dhien yang telah memberikan dukungan akademik dalam perencanaan dan pelaksanaan kegiatan ini.

Referensi :

- [1] Astuti WW. The impact of counseling on compliance with iron tablet consumption in pregnant women. *J Appl Nurs Health*. 2025;5(1):45-52. <https://doi.org/10.55018/janh.v7i1.267>
- [2] Çapkın İY, Özkan G, Kaya S. Pharmaceutical bottle packaging and moisture barrier properties: A review. *Packag Technol Sci*. 2023;36(4):211-225. <https://doi.org/10.1002/pts.2678>

- [3] Keats EC, Haider BA, Tam E, Bhutta ZA. Multiple micronutrient supplementation during pregnancy: A systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev.* 2021;79(5):493–508. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa073>
- [4] Lokhande RS, Deoghare A, Patil S. Effect of different iron supplements on color stability: An in vitro study. *J Pharm Sci.* 2024;113(4):1521–1529. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2024.01.015>
- [5] Muñoz-More HD, Martínez L, Torres J. Microencapsulated iron in food: Techniques and coating material efficiency. *Front Sustain Food Syst.* 2023;7:1146873. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1146873>
- [6] Pantopoulos K. Oral iron supplementation: New formulations, old questions. *Haematologica.* 2024;109(8):1234–1245. <https://doi.org/10.3324/haematol.2024.284967>
- [7] Pech J, Novak T, Havel J. Predictive modeling of drug product stability in pharmaceutical bottle packs. *Pharmaceutics.* 2025;17(2):189–204. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics17020189>
- [8] Rakuša ŽT, Pišlar M, Kristl A, Roškar R. Comprehensive stability study of vitamins and minerals in solid dosage forms. *Pharmaceutics.* 2021;13(6):843–858. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13060843>
- [9] Salam RA, Das JK, Ali A, Lassi ZS, Bhutta ZA. Comparative effectiveness of multiple micronutrient supplements versus iron–folic acid supplementation during pregnancy. *Nutrients.* 2022;14(3):556–569. <https://doi.org/10.3390/nu14030556>.
- [10] Smith F, Brown K, Lee J. Patient perception of medication quality and adherence behavior. *Patient Educ Couns.* 2021;104(9):2145–2152. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2021.03.012>
- [11] World Health Organization. *WHO recommendations on antenatal care for a positive pregnancy experience.* Geneva: World Health Organization; 2023.
- [12] Lee YH, Chen P, Wang L. Community-based health education interventions and medication adherence. In: *Proceedings of the International Conference on Public Health and Community Medicine*; 2022. p. 102–108. Singapore: ICPHCM Press.
- [13] Black RE, Victora CG, Walker SP. Maternal micronutrient deficiencies and global health implications. In: Patel R, Gomez M, editors. *Global Maternal Nutrition Strategies.* London: Academic Press; 2023. p. 55–82.
- [14] Dwijayanti I. Effect of multiple micronutrient supplementation on maternal hemoglobin levels [master's thesis]. Depok: Faculty of Public Health, Universitas Indonesia; 2024.
- [15] Aulton ME, Taylor K. *Aulton's Pharmaceutics: The Design and Manufacture of Medicines.* 6th ed. London: Elsevier; 2021.
- [16] Allen LH, Stabler SP. *Nutrition and Micronutrient Metabolism.* New York: Springer; 2020.
- [17] International Council for Harmonisation. Stability testing of new drug substances and products Q1A(R2) [Internet]. 2023 [cited 2026 Feb 23]. Available from: <https://database.ich.org/sites/default/files/Q1A%28R2%29%20Guideline.pdf>
- [18] World Health Organization. Global anemia estimates and maternal health data [Internet]. 2024 [cited 2026 Feb 23]. Available from: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/anaemia-in-women-and-children>
- [19] Oktarini R, Okta FN, Nanda YAT, Pewira M, Santoso AZ, Sianturi YEL, et al. Peningkatan pengetahuan mengenai tablet tambah darah pada remaja di SMK

- Negeri 7 Kota Bengkulu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Farmasi: Pharmicare Society* . 2026;5(1):84-91. <https://doi.org/10.37905/phar.soc.v5i1.32292>
- [20]. Thomas, Nur Ain, Djuwarno EN, Pakaya S. Edukasi dan inovasi keripik bayam sehat sebagai alternatif pangan ibu hamil pencegah anemia. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Farmasi: Pharmicare Society* . 2022;1(3):109-113. <https://doi.org/10.37905/phar.soc.v1i3.18630>
- [21] Taupik M, et al. Pendampingan ibu hamil dan sosialisasi pentingnya pemenuhan gizi 1000 HPK di Desa Tanah Putih. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Farmasi: Pharmicare Society* . 2023;2(1):6-13. <https://doi.org/10.37905/phar.soc.v2i1.18432>
- [22] Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta; 2019.